

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ALTERNATIVAS PARA LA REHABILITACIÓN  
DEL TRAMO DE VIA: LAGO – INTERSECCION CON VIA PRINCIPAL  
ESPOL. SOLUCION Y REUBICACION DE LA TUBERIA DE AGUA  
POTABLE EXISTENTE

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentada por:

Asterio Reynaldo Coronel Camatón  
Juan Pablo Falconí Sotomayor

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2006

## **AGRADECIMIENTO**

Al Divino Creador por regalarnos su sublime amor y el maravilloso don de la existencia.

A nuestros Padres, Familiares y Amigos por su incondicional apoyo durante las diferentes etapas de nuestras vidas.

A nuestros Directivos, Profesores y Director de Tesis por su destacada labor docente a beneficio de nuestra formación profesional.

## DEDICATORIA

A la honrosa memoria de mi Padre (+) por  
sembrar en mí sus sabias enseñanzas,

A la abnegación y el sacrificio de mi Madre  
a quien adeudo todo lo que soy,

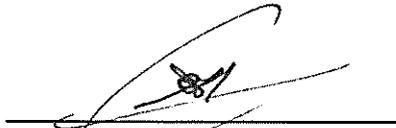
A mi inquieta hermanita por alegrar  
mis días con su hermosa existencia.

*Asterio R.*

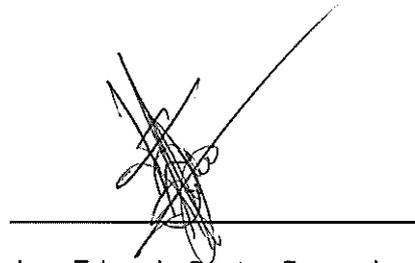
A mi hermana y abuelito por su  
incondicional apoyo brindado en  
el transcurso de mi vida.

*Pablo.*

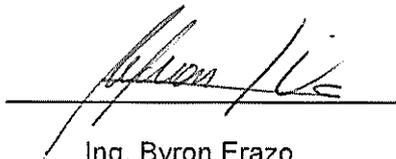
## TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Edison Navarrete  
SUB-DECANO FICT



Ing. Eduardo Santos Baquerizo  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Byron Erazo  
Vocal



Ing. Carmen Terreros de Varela  
Vocal



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Asterio R. Coronel C.", written over a horizontal line.

Asterio R. Coronel C.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Juan P. Falconí S.", written over a horizontal line.

Juan P. Falconí S.

## **RESUMEN**

La presente tesis tiene como objetivo principal la rehabilitación de la vía comprendida desde el Lago hasta la intersección con la vía principal de la ESPOL-Campus Politécnico Gustavo Galindo con una longitud de 1034.65 metros, la misma que se inicia al finalizar el tramo existente de vía de hormigón compactado con pavimentadora (HCP) construida por Hormigones Rocafuerte en el año 2001. Inicialmente se tomaran mediciones del trazado para determinar la posibilidad de rectificar sus alineamientos, pero su principal causa es rehabilitar la condición actual del pavimento, dado que este llegó a su vida útil imposibilitando el flujo normal vehicular. Además se considerará el estudio de la tubería de agua potable que desciende por dicha vía, con la finalidad de brindar solución al problema que presenta actualmente.

Para el desarrollo del proyecto, se consideró estudios preliminares de campo tales como el levantamiento de la condición actual de la vía, punto importante para la solución ingenieril que se propone en el proyecto. El reconocimiento de campo consiste en levantar datos de las características y parámetros que presenta la vía necesarios para el diseño definitivo, los mismos que se

realizaron utilizando herramientas y equipos topográficos tales como un teodolito electrónico y un nivel automático para realizar las correspondiente altimetría y planimetría de la vía en estudio y considerando que para toda obra de infraestructura el aspecto económico es fundamental, se propone dos alternativas técnicas económicas.

La ESPOL debido al incremento de estudiantes que ingresan por año, su demanda es cada vez mayor y con ello el tráfico vehicular. Para esto se realizó un aforo de tráfico y encuestas de origen y destino, obteniéndose el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que constituye la capacidad funcional y nivel de servicio de la vía para los periodos de diseño especificados en cada alternativa, con este dato y los estudios mencionados mas adelante, se pudo calcular el nuevo diseño del pavimento, debido a que la capa de rodadura existente presenta un alto grado de deterioro y severidad y las capas subyacentes han perdido su de resistencia y capacidad de soporte por factores que se describen en el capítulo correspondiente a estos análisis.

Estudios tales como, hidrológicos, geológicos, geotécnicos y ambientales son parte esencial de este proyecto, el mismo que se lo llevo acabo mediante trabajos de campo, prospección, investigación y con información proporcionada por la institución (ESPOL), se procedió a diseñar el pavimento para cada alternativa.

Considerando que, de acuerdo al inventario vial hecho previamente, se tubo que diseñar obras complementarias de no haber existentes, que son necesarias para el buen funcionamiento y durabilidad de la vía como también para la seguridad del conductor. Para esto se consideró la colocación de obras de drenaje de aguas lluvia, tales como alcantarillas y cunetas, para su complementación se colocarán también señales de transito horizontal y vertical para así poder evitar futuros accidentes.

Finalmente se elaboro los presupuestos referenciales del costo de la construcción para cada alternativa con sus respectivos análisis de precios unitarios de cada rubro y con ello la programación de obra, memorias de cálculo, especificaciones técnicas de construcción y los correspondientes planos.

## INDICE GENERAL

|  | Pág.      |
|--|-----------|
| RESUMEN.....                                 |           |
| INDICE GENERAL.....                          |           |
| <b>CAPITULO 1</b>                            |           |
| <b>1. INTRODUCCION.....</b>                  | <b>01</b> |
| 1.1. Antecedentes.....                       | 01        |
| 1.2. Ubicación geográfica del proyecto.....  | 03        |
| 1.3. Justificación del proyecto.....         | 06        |
| <b>CAPITULO 2</b>                            |           |
| <b>2. ESTUDIOS PRELIMINARES.....</b>         | <b>12</b> |
| 2.1. Información geológica y geotécnica..... | 12        |
| 2.2. Estudios de Tráfico Vehicular.....      | 16        |
| 2.2.1. Aforos de tráfico.....                | 17        |
| 2.2.2. Encuestas de origen y destino.....    | 19        |
| 2.2.3. Vehículo de Proyecto.....             | 32        |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.4. Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA).....  | 33 |
| 2.2.5. Clasificación de la vía según el MOP.....              | 35 |
| 2.2.6. Velocidad de proyecto (Diseño y Circulación).....      | 36 |
| 2.2.7. Distancia de visibilidad de parada y rebasamiento..... | 39 |
| <br>  |    |
| 2.3. Inventario Vial.....                                     | 48 |
| 2.3.1. Longitud de la vía.....                                | 48 |
| 2.3.2. Alineamiento horizontal.....                           | 51 |
| 2.3.3. Alineamiento vertical.....                             | 56 |
| 2.3.4. Velocidad.....   | 61 |
| 2.3.5. Tipo de pavimento.....                                 | 64 |
| 2.3.6. Estado del pavimento.....                              | 65 |
| 2.3.7. Condiciones de seguridad.....                          | 80 |
| 2.3.8. Señalización Vial.....                                 | 82 |
| 2.3.9. Localización de alcantarillas y cunetas.....           | 86 |
| <br>  |    |
| 2.4. Estudios Topográficos.....                               | 89 |
| 2.4.1. Levantamiento Topográfico.....                         | 90 |
| 2.4.2. Perfiles transversales y longitudinales.....           | 92 |
| 2.4.3. Nivelación geométrica.....                             | 94 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.5. Estudios Hidrológicos e Hidráulicos..... | 98  |
| 2.5.1. Intensidades de Lluvia.....            | 99  |
| 2.5.2. Escorrentía Superficial.....           | 104 |
| 2.5.3. Circulación o Flujo.....               | 106 |
| 2.5.4. Evaporación.....                       | 107 |
| 2.5.5 Hidrogeología.....                      | 109 |
| 2.5.6 Drenajes.....                           | 111 |
| 2.6. Estudios Geotécnicos.....                | 112 |
| 2.6.1. Estudios de suelo.....                 | 114 |
| 2.6.2. Materiales.....                        | 125 |

### **CAPITULO 3**

|   |            |
|---|------------|
| <b>3. ESTUDIO Y DISEÑO PARA REUBICACION DE TUBERIA DE AGUA POTABLE EXISTENTE.....</b> | <b>136</b> |
| 3.1. Trazado Actual de la red de agua potable del tramo en estudio.....               | 136        |
| 3.1.1. Descripción.....   | 136        |
| 3.2.2 Levantamiento.....  | 140        |
| 3.2. Estudio Hidráulico Preliminar.....   | 140        |
| 3.2.1. Caudal.....  | 145        |
| 3.2.2. Presión.....   | 147        |

|   |     |
|---|-----|
| 3.2.3. Diámetro.....  | 152 |
| 3.2.4. Velocidad de Flujo.....                              | 152 |
| 3.3. Problemas que presenta la tubería de Agua Potable..... | 155 |
| 3.3.1. Identificación.....                                  | 155 |
| 3.3.2. Propuesta.....                                       | 156 |
| 3.4. Diseño Definitivo de la Alternativa Propuesta.....     | 157 |
| 3.4.1. Cálculos Hidráulicos:.....                           | 157 |
| 3.4.1.1. Diámetro.....                                      | 157 |
| 3.4.1.2. Longitud.....                                      | 157 |
| 3.4.1.3. Accesorios.....                                    | 157 |
| 3.5. Reubicación de la Tubería de Agua Potable.....         | 158 |
| 3.5.1. Análisis de Precios Unitarios.....                   | 159 |
| 3.5.2. Presupuesto Referencial.....                         | 166 |
| 3.5.3. Especificaciones de Diseño.....                      | 167 |
| 3.5.4. Especificaciones Técnicas de Construcción.....       | 167 |

## **CAPITULO 4**

### **4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.....**

#### **ALTERNATIVA 1**

|   |     |
|---|-----|
| 4.1. Pavimento Rígido: Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP)..... | 185 |
|---|-----|

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.1. Introducción.....                              | 190 |
| 4.1.2. Especificaciones de Diseño.....                | 197 |
| 4.1.3. Diseño Estructural.....                        | 211 |
| 4.1.4. Análisis de Precios Unitarios.....             | 228 |
| 4.1.5. Presupuesto Referencial.....                   | 240 |
| 4.1.6. Especificaciones Técnicas de Construcción..... | 241 |

## **ALTERNATIVA 2**

|  |     |
|--|-----|
| 4.2. Pavimento Flexible: Hormigón Asfáltico.....                     | 258 |
| 4.2.1. Introducción.....   | 258 |
| 4.2.2. Especificaciones de Diseño.....                               | 272 |
| 4.2.3. Diseño Estructural.....                                       | 280 |
| 4.2.4. Análisis de Precios Unitarios.....                            | 288 |
| 4.2.5. Presupuesto Referencial.....                                  | 301 |
| 4.2.6. Especificaciones Técnicas de Construcción.....                | 302 |
| 4.3. Análisis de Costo–Beneficio de las Alternativas Propuestas..... | 321 |

## **CAPITULO 5**

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>5. DISEÑO VIAL.....</b>    | <b>333</b> |
| 5.1. Sección de la Vía.....   | 333        |
| 5.2. Curvas Horizontales..... | 345        |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 5.3. Curvas Verticales..... | 351 |
| 5.4. Peraltes.....          | 356 |
| 5.5. Sobreancho.....        | 376 |

## **CAPITULO 6**

|   |            |
|---|------------|
| <b>6. OBRAS COMPLEMENTARIAS.....</b>        | <b>377</b> |
| 6.1. Diseño de Estructuras de Drenaje:..... | 380        |
| 6.1.1. Cunetas.....                         | 381        |
| 6.1.2. Alcantarillas.....                   | 390        |
| 6.2. Señalización.....                      | 391        |
| 6.2.1. Horizontal.....                      | 394        |
| 6.2.2. Vertical.....                        | 407        |
| 6.2.3. Análisis de Precios Unitarios.....   | 422        |
| 6.2.4. Presupuesto Referencial.....         | 426        |

## **CAPITULO 7**

|   |            |
|---|------------|
| <b>7. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>          | <b>427</b> |
| 7.1. Mitigación y evaluación.....                     | 429        |
| 7.2 Solución para minimizar los impactos.....         | 448        |
| 7.3 Especificaciones ambientales de construcción..... | 454        |
| 7.4 Recomendaciones y Conclusiones Ambientales.....   | 464        |

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

**PLANOS**

## INDICE DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 2.2.1.1. Registro diario de vehículos que ingresan al Campus.....                                | 18   |
| Tabla 2.2.2.2. Tasa de Crecimiento estudiantil-ESPOL.....  | 31   |
| Tabla 2.2.5.1. Especificaciones MOP – Clases de Carreteras.....  | 35   |
| Tabla 2.2.6.1. Especificaciones MOP – Velocidad de Diseño.....   | 37   |
| Tabla 2.2.6.2. Especificaciones MOP – Velocidad de Circulación.....                                    | 38   |
| Tabla 2.2.7.1. Resumen de cálculo de Distancia de Visibilidad de parada....                            | 42   |
| Tabla 2.2.7.2. Elementos de Distancia de Visibilidad para rebasamiento en<br>vías de dos carriles..... | 45   |
| Tabla 2.3.2.1. Registro de Curvas Horizontales existentes.....   | 53   |
| Tabla 2.3.2.2. Especificaciones MOP – Radios Mínimos.....  | 53   |
| Tabla 2.3.3.1. Registro de Curvas Verticales existentes.....   | 59   |
| Tabla 2.3.3.2. Pendientes de las tangentes.....  | 59   |
| Tabla 2.3.3.3. Especificaciones MOP – Pendientes Máximas.....  | 60   |
| Tabla 2.3.4.1. Velocidades experimentales de circulación.....  | 62   |
| Tabla 2.3.6.1. Información técnica de fisura.....  | 68   |
| Tabla 2.3.6.2. Información técnica de áridos pulimentados.....   | 69   |
| Tabla 2.3.6.3. Información técnica de baches.....  | 71   |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 2.3.6.4. Registro de baches existentes en un tramo aleatorio de<br>carretera.....        | 73  |
| Tabla 2.3.6.5. Información técnica de fallo de envuelta.....                                   | 74  |
| Tabla 2.3.6.6. Información técnica de detalle de peladura.....                                 | 75  |
| Tabla 2.3.6.7. Registro experimental de ancho de espaldones.....                               | 79  |
| Tabla 2.3.7.1. Registro de barandas de seguridad.....  | 81  |
| Tabla 2.3.8.1. Registro de señalización vial existente.....                                    | 82  |
| Tabla 2.3.9.1. Registro de cunetas existentes.....   | 86  |
| Tabla 2.5.1.1. Registro de precipitación en Guayaquil en la década<br>1990-2000.....           | 103 |
| Tabla 2.5.4.1. Registro de temperatura mínima absoluta para Guayaquil...                       | 108 |
| Tabla 2.5.4.2. Registro de temperatura máxima absoluta para Guayaquil..                        | 108 |
| Tabla 2.6.1.1. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de<br>Sub-Base.....       | 116 |
| Tabla 2.6.1.2. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de<br>Base Clase I.....   | 117 |
| Tabla 2.6.1.3. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de<br>Base Clase II.....  | 117 |
| Tabla 6.2.1.4. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de<br>Base Clase III..... | 118 |
| Tabla 6.2.1.5. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de<br>Base Clase IV.....  | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 2.6.1.6. Especificaciones del MOP para diferentes ensayos de materiales.....           | 122 |
| Tabla 2.6.1.7. Resultados del Ensayo CBR.....  | 123 |
| Tabla 3.2.1. Registro del Nivel de Agua Potable del Tanque Elevado en el 2006.....           | 142 |
| Tabla 3.2.2. Variación del Volumen en función de la altura de agua.....                      | 144 |
| Tabla 3.2.1.1. Dotaciones establecidas por la Subsecretaria de Saneamiento Ambiental.....    | 145 |
| Tabla 3.2.2.1. Presiones mínimas según el número de pisos de las edificaciones servidas..... | 148 |
| Tabla 3.2.2.2. Presiones resultantes en los nodos.....                                       | 148 |
| Tabla 3.2.4.1. Velocidad y Caudal Máximo en función del diámetro de la tubería.....          | 148 |
| Tabla 3.2.4.2. Velocidades y Caudales de las líneas de trazado.....                          | 153 |
| Tabla 4.1.2.1. Valores del módulo “k” de la subrasante.....                                  | 201 |
| Tabla 4.1.2.2. Valores del módulo “k” en función de la Sub-Base tratada con cemento.....     | 201 |
| Tabla 4.1.2.3. Valores del módulo “k” en función de la Sub-Base granular no cementada.....   | 202 |
| Tabla 4.1.3.1. Resistencia a la compresión simple del HCP.....                               | 212 |
| Tabla 4.1.3.2. Valores del módulo “k”.....   | 213 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 4.1.3.3. Valores del módulo “k” en función de la Sub-Base granular no cementada.....       | 214 |
| Tabla 4.1.6.1. Granulometría para Hormigón compactado con pavimentadora (HCP).....               | 250 |
| Tabla 4.2.1.1. Especificaciones del MOP - Clases de Sub-bases según Granulometrías.....          | 265 |
| Tabla 4.2.1.2. Especificaciones del MOP - Base Tipo A y B según Granulometrías.....              | 267 |
| Tabla 4.2.1.3. Especificaciones del MOP - Base Clase 2 según Granulometría.....                  | 268 |
| Tabla 4.2.1.4. Especificaciones del MOP - Base Clase 3 según Granulometría.....                  | 269 |
| Tabla 4.2.1.5. Especificaciones del MOP - Base Clase 4 según Granulometría.....                  | 270 |
| Tabla 4.2.2.1. Índices de servicio recomendables.....  | 274 |
| Tabla 4.2.2.2. Factor regional en función de la precipitación.....                               | 274 |
| Tabla 4.2.2.3. Coeficiente Estructural de las Capas de Pavimentos Flexibles - Método AASHTO..... | 277 |
| Tabla 4.2.3.1. Sumatoria de los Ejes Equivalentes (EE).....                                      | 280 |
| Tabla 4.2.3.2. Ordenamiento de los CBR existentes en la subrasante.....                          | 282 |
| Tabla 4.2.3.3. Porcentaje del CBR de Diseño según Ejes Equivalentes.....                         | 283 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 4.2.3.4. Cálculo de los Números Equivalentes.....  | 285 |
| Tabla 4.2.3.5. Rediseño de los espesores del Pavimento Flexible para 20 años.....                          | 287 |
| Tabla 4.2.6.1. Granulometría de los áridos empleados en carpeta Asfáltica.....                             | 313 |
| Tabla 4.3.2.1. Valores residuales de diferentes tipos de pavimentos.....                                   | 326 |
| Tabla 5.1.2.1. Ancho de las bermas en función del tipo de carretera.....                                   | 339 |
| Tabla 5.2.2.1. Especificaciones del MOP -Radios Mínimos Recomendados.....                                  | 349 |
| Tabla 5.3.1.1. Factor de corrección de pendientes.....   | 353 |
| Tabla 5.3.2.1. Especificaciones MOP - Gradientes Máximos (%).....  | 354 |
| Tabla 5.3.3.1. Especificaciones MOP - Longitud Crítica (m).....  | 355 |
| Tabla 5.4.1. Especificaciones MOP - Coeficientes de fricción lateral.....                                  | 361 |
| Tabla 5.4.2. Especificaciones MOP -Gradiente Longitudinal.....   | 361 |
| Tabla 5.4.3. Radios Mínimos Absolutos recomendados.....  | 366 |
| Tabla 5.4.4. Peraltes calculados, peraltes máximos y peraltes de diseño...                                 | 369 |
| Tabla 6.1.1.1. Información Técnica de cuneta existente.....  | 382 |
| Tabla 6.1.1.2. Registro Histórico de pluviosidad máxima en Guayaquil.....                                  | 386 |
| Tabla 6.1.1.3. Coeficientes de escorrentía para diferentes tipos de Materiales.....                        | 388 |
| Tabla 6.2.1. Distancias mínimas de visibilidad, para demarcación de zonas de prohibido adelantamiento..... | 404 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.2.2.1. Distancia mínima para la colocación de señales dobles en función de la velocidad de operación de la vía.....                  | 414 |
| Tabla 6.2.2.2. Dimensiones de los tableros de las señales verticales.....  | 416 |
| Tabla 6.2.2.3. Dimensiones de los elementos que conforman el poste de soporte y los tableros de las señales verticales.....                  | 417 |
| Tabla 6.2.2.4. Distancia para la ubicación de señales preventivas en vía rurales o en vías urbanas de jerarquía superior a las arterias..... | 420 |
| Tabla 7.2.1 Resultados de la Matriz de Leopold.....  | 448 |
| Tabla 7.2.2 Valoración de los Impactos.....  | 450 |

## INDICE DE GRAFICOS

|   | Pág. |
|---|------|
| Gráfico 2.2.2.1. Cantidad de vehículos encuestados.....                         | 23   |
| Gráfico 2.2.2.2. Cantidad de vehículos conocen vía de proyecto.....             | 23   |
| Gráfico 2.2.2.3. Cantidad de vehículos que utilizan la vía.....                 | 24   |
| Gráfico 2.2.2.4. Estado actual de la vía.....                                   | 24   |
| Gráfico 2.2.2.5. Destino vehicular.....   | 25   |
| Gráfico 2.2.2.6. Cantidad de vehículos que utilizarían la vía rehabilitada..... | 25   |
| Gráfico 2.2.2.7. Ahorro de tiempo y dinero en vía rehabilitada.....             | 26   |
| Gráfico 2.2.2.8. Frecuencia de uso de vía rehabilitada.....                     | 26   |
| Gráfico 2.5.1.1. Precipitaciones anuales máximas en Guayaquil.....              | 103  |
| Gráfico 3.2.1. Variación de los niveles de agua en el reservorio.....           | 143  |
| Gráfico 3.2.2. Volumen del Tanque en función de la altura de agua.....          | 144  |
| Gráfico 3.2.1.1. Consumo diario de agua potable.....                            | 147  |
| Gráfico 3.2.2.1. Variación diaria de presión en el nudo 2.....                  | 149  |
| Gráfico 3.2.2.2. Variación diaria de presión en el nudo 3.....                  | 149  |
| Gráfico 3.2.2.3. Variación diaria de presión en el nudo 4.....                  | 150  |
| Gráfico 3.2.2.4. Variación diaria de presión en el nudo 5.....                  | 150  |

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 3.2.2.5. Variación diaria de presión en el nudo 6.....                     | 151 |
| Gráfico 3.2.4.1. Patrón de demanda en 24 horas.....                                | 154 |
| Gráfico 3.2.4.2. Variación del volumen de agua en el reservorio.....               | 154 |
| Gráfico 4.1.2.1. Relación entre la resistencia a flexión y la edad del HCP..       | 206 |
| Gráfico 4.1.2.2. Estimación de la expresión $(\sigma h^2 / P)$ .....               | 209 |
| Gráfico 4.1.3.1. Porcentaje de resistencia a la flexión del HCP.....               | 221 |
| Gráfico 4.2.3.1. Elección del CBR de Diseño.....                                   | 284 |
| Gráfico 4.2.3.2. Nomograma para diseño de pavimentos flexibles.....                | 285 |
| Gráfico 4.2.3.3. Rediseño de las Capas del Pavimento Flexible.....                 | 287 |
| Gráfico 4.3.2.1. Flujo de Caja durante la vida de servicio de un<br>Pavimento..... | 327 |
| Gráfico 4.3.2.2. Ahorro de combustible para diferentes vehículos.....              | 330 |
| Gráfico 5.1.2.1. Sección típica de un pavimento rígido.....                        | 341 |
| Gráfico 5.1.2.2. Sección típica de un pavimento flexible.....                      | 342 |
| Gráfico 5.2.1.1. Elementos de una Curva Horizontal.....                            | 347 |
| Gráfico 5.3.1.1. Elementos de una Curva Vertical.....                              | 351 |
| Gráfico 6.2.1. Demarcación de zona de adelantamiento prohibido.....                | 404 |

## INDICE DE FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura 2.2.7.1. Distancia de Visibilidad de un automovilista.....                   | 40   |
| Figura 2.3.5.1. Estructura del Pavimento.....                                       | 64   |
| Figura 2.6.1.1. Ubicación de la Perforación de Calicatas.....                       | 115  |
| Figura 2.6.1.2. Resultados del Ensayo CBR.....                                      | 124  |
| Figura 2.6.2.1. Estratigrafía Calicata # 1 – Abscisa 0 + 000.....                   | 127  |
| Figura 2.6.2.2. Estratigrafía Calicata # 2 – Abscisa 0 + 300.....                   | 128  |
| Figura 2.6.2.3. Estratigrafía Calicata # 3– Abscisa 0 + 650.....                    | 130  |
| Figura 2.6.2.4. Estratigrafía Calicata # 4 – Abscisa 0 + 850.....                   | 131  |
| Figura 2.6.2.5. Estratigrafía Calicata # 5 – Abscisa 0 + 050.....                   | 132  |
| Figura 3.1.1.1. Modelación del trazado actual de la tubería en EPANET....           | 137  |
| Figura 4.1.1. Distribución de Esfuerzos en Pavimentos Rígidos.....                  | 186  |
| Figura 4.1.2.1. Configuración de rueda de los vehículos.....                        | 205  |
| Figura 4.1.3.1. Cargas por eje de vehículos livianos.....                           | 215  |
| Figura 4.2.1.1. Sección típica de un pavimento flexible.....                        | 260  |
| Figura 4.2.1.2. Transmisión de esfuerzos en las capas de un pavimento flexible..... | 262  |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.2.2.1. Número estructural de las capas de un pavimento.....     | 275 |
| Figura 4.2.2.2. Cargas por eje.....                                      | 279 |
| Figura 4.3.2.1. Costo del Ciclo de Vida de un Pavimento.....             | 323 |
| Figura 5.4.1. Fuerza actuante sobre un vehículo en curva horizontal..... | 357 |
| Figura 6.1.1.1. Sección del bordillo- cuneta existente.....              | 382 |
| Figura 6.2.1. Visual de conductores en curva horizontal.....             | 405 |
| Figura 6.2.2.1. Señales verticales – ubicación.....                      | 413 |
| Figura 6.2.2.2. Dimensiones internas de postes y tableros.....           | 419 |

## INDICE DE FOTOS

|   | Pág. |
|---|------|
| Foto 1.1.1. Estudiantes Politécnicos.....   | 2    |
| Foto 1.2.1. Tramo de prueba ensayado por la Cemento Nacional – Abscisa 0+000..... | 4    |
| Foto 1.2.2. Bifurcación en “Y” – Abscisa 0 + 770.....                             | 4    |
| Foto 1.2.3. Ubicación Geográfica de la vía de proyecto.....                       | 6    |
| Foto 1.3.1. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+100).....                       | 8    |
| Foto 1.3.2. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+270).....                       | 8    |
| Foto 1.3.3. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+570).....                       | 8    |
| Foto 1.3.4. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+730).....                       | 9    |
| Foto 1.3.5. Baches existentes en la vía.....                                      | 9    |
| Foto 1.3.6. Agregados expuestos en superficie de rodadura.....                    | 9    |
| Foto 1.3.7. Baches rellenos de hormigón hidráulico.....                           | 10   |
| Foto 1.3.8. Estado actual de los espaldones.....                                  | 10   |
| Foto 1.3.9. Reducción del ancho de la calzada.....                                | 10   |
| Foto 1.3.10. Señalización Vial existente.....                                     | 11   |
| Foto 1.3.11. Inexistencia de peraltes en curvas horizontales.....                 | 11   |
| Foto 1.3.12. Obras de drenaje actuales.....                                       | 11   |
| Foto 2.2.2.1. Vehículos encuestados.....  | 20   |

|  |    |
|--|----|
| Foto 2.3.1.1. Abscisa 0 + 000 – Fin de tramo de carretera ensayado por la<br>Cemento Nacional..... | 49 |
| Foto 2.3.2.1. Curvas Horizontales existentes en la vía de proyecto.....                            | 51 |
| Foto 2.3.2.2. Curvas Horizontales sin peralte.....   | 55 |
| Foto 2.3.2.3. Sección transversal sin bombeo.....  | 55 |
| Foto 2.3.3.1. Pendiente en vía de proyecto.....  | 56 |
| Foto 2.3.3.2. Curvas verticales de la vía de proyecto.....   | 57 |
| Foto 2.3.6.1. Estado actual de la superficie de rodadura del pavimento<br>flexible.....            | 65 |
| Foto 2.3.6.2. Superficie de calzada rugosa.....  | 66 |
| Foto 2.3.6.3. Reducción del ancho de la calzada.....   | 67 |
| Foto 2.3.6.4. Tramo de vía en buen estado.....   | 67 |
| Foto 2.3.6.5. Línea de rotura transversal al eje de la carretera.....                              | 68 |
| Foto 2.3.6.6. Desgaste de los áridos debido al efecto de abrasión por<br>el tránsito.....          | 69 |
| Foto 2.3.6.7. Bache característico en la vía.....  | 70 |
| Foto 2.3.6.8. Baches de formas irregulares y tamaños variables.....                                | 70 |
| Foto 2.3.6.9. Diámetro de los baches.....  | 71 |
| Foto 2.3.6.10. Profundidad de los baches.....  | 72 |
| Foto 2.3.6.11. Separación de la película ligante.....  | 74 |
| Foto 2.3.6.12. Capa de rodadura desprendida del firme.....   | 75 |
| Foto 2.3.6.13. Baches rellenos con hormigón simple.....  | 76 |

|   |     |
|---|-----|
| Foto 2.3.6.14. Medición del ancho de la calzada.....                                | 77  |
| Foto 2.3.6.15. Espaldones en mal estado.....  | 78  |
| Foto 2.3.7.1. Reductor de Velocidad Abscisa 0 + 091.....                            | 80  |
| Foto 2.3.7.2. Barandas metálicas existentes en un solo lado de la vía.....          | 81  |
| Foto 2.3.8.1. Señal: Curva Pronunciada Abscisa 0 + 788.....                         | 83  |
| Foto 2.3.8.2. Señal: Dos Vías Abscisa 0 + 788.....                                  | 83  |
| Foto 2.3.8.3. Señal: No Entre / Una Vía Abscisa 0 + 817.....                        | 84  |
| Foto 2.3.8.4. Señal: Pare Abscisa 0 + 899.....                                      | 84  |
| Foto 2.3.8.5. Señal: No Entre / Una Vía Abscisa 0 + 102.....                        | 85  |
| Foto 2.3.8.6. Señal de Destino Abscisa 0 + 024.....                                 | 85  |
| Foto 2.3.9.1. Bordillo – cuneta existente en la vía.....                            | 87  |
| Foto 2.3.9.2. Alcantarilla sección circular existente en la vía.....                | 88  |
| Foto 2.4.1.1. Levantamiento Topográfico con teodolito.....                          | 92  |
| Foto 2.4.3.1. BM # 1 – Abscisa 0 + 000.....   | 97  |
| Foto 2.6.1.1. Perforación de las calicatas.....                                     | 115 |
| Foto 3.1.1.1. Trazado Actual de la Tubería de AAPP.....                             | 137 |
| Foto 3.1.1.2. Derivación del flujo por medio de una “T”.....                        | 138 |
| Foto 3.1.1.3. Válvula de compuerta existente.....                                   | 139 |
| Foto 3.2.1. Reservorio de agua de la ESPOL.....                                     | 141 |
| Foto 6.2.1. Demarcación de reductor de velocidad y flechas en su<br>proximidad..... | 406 |

# **CAPITULO 1**

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1 Antecedentes**

La Escuela Superior Politécnica del Litoral, uno de los más reconocidos Centros de Educación Superior del País, ha sido objeto de constante crecimiento estudiantil en los últimos años principalmente.

En el año 1959, la ESPOL inicia sus actividades educativas con tan sólo 24 alumnos y al año 2005 se registran 9528 estudiantes en los diferentes campus en el sector costa.

Es así, que la ESPOL, en el año 1990, se vio en la necesidad que construir nuevos planes de infraestructura que se rigen tanto desde el punto de vista arquitectónico, como ingenieril, especialmente en el Campus Prosperina asentado en la ciudad de Guayaquil.



**Foto 1.1.1. Estudiantes Politécnicos**

Como es sabido, un proyecto de crecimiento urbano esta siempre ligado a la construcción de nuevas vías de comunicación para su buen desarrollo y de la mejora de la calidad, lo cual se consigue a través de un buen trazado geométrico que permita velocidades de operación adecuadas, con reducción de los tiempos perdidos en maniobras innecesarias y que faciliten un flujo continuo del tráfico; además que facilitara el drenaje y por ende, a la conservación del camino.

Estas obras de infraestructura vial se asentaron en el sector norte de la ciudad de Guayaquil, en el kilómetro 30.5 Vía perimetral-Prosperina, las mismas que se construyeron en el año antes mencionado para un periodo de diseño de 15 años, es decir, ancho de la calzada que obedece a una vía de cuarto orden según el Ministerio de Obras Publicas (MOP) y con una capa de rodadura asfáltica, el mismo que a llegado a cumplir su tiempo de vida útil, requiriéndose su inmediata rehabilitación, por cuanto ha disminuido el flujo normal del tráfico debido al estado actual en que se encuentra.

## **1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO**

La vía en estudio se encuentra ubicada dentro de los predios de la ESPOL, Centro de Educación Superior asentado en el Campus Gustavo Galindo Velasco, en el Kilómetro 30.5 Vía Perimetral-Prosperina en el tramo que inicia en el Lago Politécnico (en el punto de finalización de la zona de prueba realizado por la Cemento Nacional, abscisa 0 + 000) hasta la intersección con la vía principal por medio de una bifurcación en “Y que divide el flujo de tránsito en dirección Norte-Sur y Este-Oeste, teniendo de ésta forma dos ramales a partir de la abcisa 0 + 770.



**Foto 1.2.1. Tramo de prueba ensayado por La Cemento Nacional – Abscisa 0 + 000**



**Foto 1.2.2. Bifurcación en “Y” – Abscisa 0 + 770**

La zona de proyecto presenta las siguientes coordenadas geográficas:

**Lago:**

Abscisa: 0 + 000 (fin del tramo de prueba HCP)

Norte: 9763372.298 metros

Este: 615716.831 metros

Cota: 79.571 metros

**Intersección del tramo 1 de bifurcación en “Y” (Salida de la carretera) con vía principal:**

Abscisa: 0 + 904.65

Norte: 9762660.563 metros

Este: 615913.539 metros

Cota: 82.309 metros

**Intersección del tramo 2 de bifurcación en “Y” (Entrada a la carretera) con vía principal:**

Abscisa: 0 + 000 (Intersección a la entrada con vía principal)

Norte: 9762635.055 metros

Este: 616017.722 metros

Cota: 82.337 metros



**Foto 1.2.3. Ubicación Geográfica de la vía de proyecto**

Ver Plano de Ubicación Geográfica en Anexos.

### **1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.**

Como las carreteras tienen por objeto permitir la movilización eficiente de vehículos que transportan personas, materiales y productos, por lo que se constituyen el mejor medio de comunicación por tierra ya que representan el motor de la vida social y un poderoso instrumento de la civilización, y considerando que las condiciones actuales que presenta la vía en estudio, ha originado que se realice el presente proyecto, cuyo propósito es rehabilitar la estructura del pavimento.

Se analizará cada uno de sus componentes como es subrasante, sub-base, base y carpeta asfáltica; se estudiara también la posibilidad de rectificar sus alineamientos tanto horizontales como verticales y tomando en cuenta los estudios de tráfico vehicular se analizará el porcentaje de automotores que utilizarían la vía en estudio por ahorro de tiempo y dinero para llegar a sus destinos, pero que por razones de incomodidad por el estado actual que presenta la capa de rodadura y por motivos de conservación del vehículo, no hacen uso normal de ésta, además de ser la única vía alterna para evacuaciones emergentes de suscitarse accidentes naturales.

También se estudiara y diseñara la solución para el ramal de la red principal de agua potable que desciende por el eje de esta vía, debido a que presenta actualmente problemas en su capacidad hidráulica y que de ser un servicio básico e importante se tomara en cuenta para este proyecto y se analizará la posibilidad de su reubicación de acuerdo a los estudios preliminares.

A continuación se muestra una secuencia fotográfica del estado actual de la vía en estudio.



**Foto 1.3.1. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+100)**



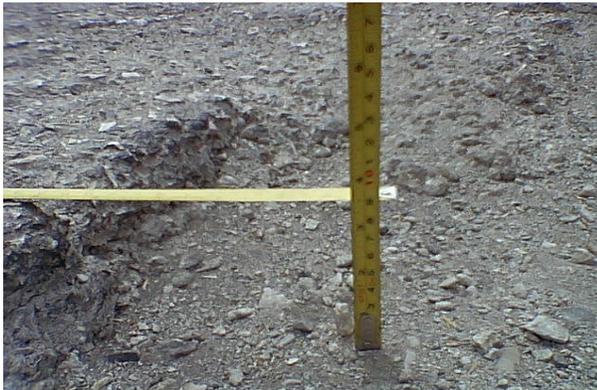
**Foto 1.3.2. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+270)**



**Foto 1.3.3. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+570)**



**Foto 1.3.4. Estado de capa de rodadura (Abscisa 0+730)**



**Foto 1.3.5. Baches existentes en la vía**



**Foto 1.3.6. Agregados expuestos en superficie de rodadura**



**Foto 1.3.7. Baches rellenos de hormigón hidráulico**



**Foto 1.3.8. Estado actual de los espaldones**



**Foto 1.3.9. Reducción del ancho de la calzada**



**Foto 1.3.10. Señalización Vial existente**



**Foto 1.3.11. Inexistencia de peraltes en curvas horizontales**



**Foto 1.3.12. Obras de drenaje actuales**

# CAPITULO 2

## 2. ESTUDIOS PRELIMINARES

### 2.1 Información Geológica y Geotécnica

#### **Estudios Geológicos**

El área donde se encuentra situada la vía en estudio es geológicamente sencilla, constituida por un sector de secuencia estratigráfica que corresponde a la Formación Cayo concretamente al miembro medio, conocido como Cayo Sensu-estricto. La descripción de la misma que a continuación se detalla proviene de estudios realizados por la institución (ESPOL) cuyos resultados se transcriben a continuación:

#### **Litología.**

Litológicamente, el trazado de la vía, esta constituido en gran parte por aglomerados, suprayacidos por una secuencia lutítica. El

aglomerado ocurre en exposiciones masivas y esta constituido por elementos volcánicos relativamente finos, sin evidencias en su disposición estructural la cual es inferida por las lutitas que afloran en la parte superior. Las lutitas ocurren en bancos bien estratificados de espesor centimétrico variable y se presentan afectadas por un intenso fracturamiento.

Los aglomerados son duros, tenaces, resistentes y resaltan morfológicamente por su relieve alomado y de mayor altitud en relación a las lutitas que ocurren en las áreas deprimidas del sector que son duras, tenaces y frágiles.

La roca fresca es de color café con manchas azules pasando a un color gris y cuando esta meteorizada tiene un color habano-café, las lutitas son tobáceas y tiene color gris claro variando a color café cuando están meteorizadas. Entre los aglomerados y las lutitas se intercalan estratos delgados de areniscas de grano fino color amarillo claro.

Los afloramientos de los aglomerados se observa desde las abscisas 0+000 (lado derecho) donde los cortes de la vía permiten establecer su fina textura, dentro de la cual se encuentran clastos de tamaño

variable entre dos y tres centímetros de diámetro y en forma esporádica de hasta 10 cm. Desde la abscisa anteriormente mencionada hasta el triángulo que bifurca en la intersección con la vía principal, subyaciendo al relleno que conforma la vía ocurren las lutitas arriba descritas.

### **Estructura.**

La aptitud estructural está evidenciada por la ocurrencia lutítica puesto que el aglomerado de exposición mayoritaria es de carácter masivo, situación que dificulta determinar las características estructurales. El dominio estructural está marcado por la disposición homoclinal de los estratos de vergencia hacia el Sur entre 18 y 22 grados, del rumbo generalizado hacia el Noroeste.

### **Geomorfología.**

Basándose en la observación de campo y utilizando la información disponible sobre los grandes paisajes naturales y geomorfología regional que hace referencia a las estribaciones y vertientes de la prolongación Este de la cordillera Chongón-Colonche y específicamente en la cercanía de la ciudad de Guayaquil, la zona de influencia ampliada del Campus Politécnico Gustavo Galindo forma parte de las colinas de altura media donde prevalece el gran paisaje

dominado por las rocas de la formación Cayo Sensu-estricto que constituye un conjunto de colinas desarrolladas sobre material granular principalmente.

El dominio geomorfológico donde se desarrolla el trazado de la vía responde a una definición biogeográfica intervenida que esta dominada por una vegetación secundaria.

En el tramo vial objeto de estudio, el paisaje desarrollado próximo al lago es de colinas de media a baja altura, luego es seguido por otro paisaje definido como tipo pie de colina, caracterizado por la frecuencia de pendientes de mediano a alto grado, suavemente ondulada y rebajadas en ciertos sectores.

Al oeste del eje vial y a una distancia relativamente corta del proyecto se levanta las estribaciones del cerro Azul asociadas a la prolongación Este de la cordillera antes indicada. Este paisaje principal domina el área y juega un papel importante en el medio físico y social del sector.

## **2.2 Estudios de Tráfico Vehicular**

### **Generalidades**

La carretera es una infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación, ó uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

Por lo tanto, el estudio de tráfico, es uno de los factores mas importantes que deben ser considerados en el diseño o una solución vial, debido a que una vez proyectada, dicha vía debe tener la capacidad estructural suficiente para absorber las cargas impuestas por los vehículos que la transitan y a largo plazo.

Esta información debe comprender el tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos) y la determinación del tráfico futuro a través de proyecciones estadísticas.

El estudio de tráfico, resulta relativamente fácil cuando se trata de mejoramientos de carreteras existentes como son: rectificación del trazado, ampliación, pavimentación, etc.

### **2.2.1 Aforos de Tráfico**

Se denomina Aforo de Tráfico al método de conteo de vehículos por medio del cual se determina los volúmenes de tráfico real del flujo vehicular analizado. Este conteo se lo puede realizar a través de contadores ya sean automáticos o manuales.

Entre los contadores automáticos se distinguen dos tipos: fijos y portátiles, utilizados en conteos permanentes y conteos largos respectivamente. Estos dispositivos son accionados por células fotoeléctricas u ondas ultrasónicas, comúnmente ubicados en las casetas de peajes.

Es importante mencionar, que para establecer los puntos estratégicos de conteo se tome en consideración anticipadamente un análisis de la zona en estudio para que de esta manera los resultados obtenidos sean fidedignos y coherentes y por lo tanto, permitan obtener un buen diseño técnico y económico.

Este aforo se lo realiza en los días más representativos durante las horas laborables considerando las de mayor demanda con el propósito de poder obtener datos reales y con una mejor proyección, el mismo que beneficiará el desarrollo de nuestro proyecto.

Para este proyecto han sido considerados los datos obtenidos por conteos anteriormente realizados. Estos datos fueron recolectados de forma manual en la garita ubicada a la entrada del Campus Politécnico,

A continuación se presenta la tabla con los datos registrados del aforo de tráfico realizado:

| Tipo de Vehículo | D I A S |           |         | Promedio |
|------------------|---------|-----------|---------|----------|
|                  | Lunes   | Miércoles | Viernes |          |
| Livianos         | 2946    | 2710      | 2620    | 2759     |
| Pesados          | 105     | 103       | 115     | 108      |

**Tabla 2.2.1.1. Registro diario de vehículos que ingresan al Campus**

## **2.2.2 Encuestas de Origen y Destino**

Esta encuesta se la realiza con la finalidad de optimizar y obtener un porcentaje real del flujo de vehículos que utilizarían el proyecto vial. Para llevar a cabo esta encuesta, existen diferentes procedimientos, como son:

- Entrevista a los conductores
- Tarjetas de entrada y salida
- Tarjetas por correo
- Encuestas a domicilio

Para el proyecto de nuestro interés se ha realizado esta actividad mediante encuestas directamente a los conductores, las mismas que se llevaron a cabo en la garita ubicada a la entrada del Campus Politécnico Gustavo Galindo Velasco.

El objetivo de realizar tal encuesta es investigar la procedencia y destino de los conductores, si conocen la vía de proyecto, el uso que le dan y condiciones actuales de la misma.

Asimismo, determinar el porcentaje de vehículos que utilizarían la vía luego de ser rehabilitada debido a que el uso de ésta no es normal por las condiciones que presenta actualmente.



**Foto 2.2.2.1. Vehículos encuestados**

A continuación se presenta el cuestionario utilizado en dicha encuesta:

## ENCUESTA DE ORIGEN Y DESTINO

**PROYECTO:** Rehabilitación de la vía: “Lago – Intersección con vía principal ESPOL”

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**HORA:** \_\_\_\_\_

**ORIGEN:** Garita ingreso ESPOL - Campus Gustavo Galindo Velasco

**TIPO DE VEHÍCULO:**

Liviano

Pesado

**CUESTIONARIO:**

**1.- ¿Conoce usted la vía que bordea el lago hacia el coliseo?**

SI

NO

**2.- ¿Actualmente utiliza usted esta vía para llegar a su destino?**

SI

NO

AVECES

**3.- ¿En que condiciones encuentra la vía actualmente?**

Buena

Regular

Mala

Muy mala

**4.- ¿A que sector de la ESPOL se dirige usted frecuentemente?**

Instituto: ----- (Especificar)

Facultad: ----- (Especificar)

Otros : ----- (Especificar)

**5.- De ejecutarse la rehabilitación, ¿Usted utilizaría la vía?**

Sí                       NO                       TALVEZ

**6.- ¿Le ahorraría tiempo y dinero la utilización de la vía rehabilitada?**

SI                       NO

**7.- ¿Con qué frecuencia utilizaría esta vía rehabilitada?**

Veces en el día     Veces en la semana

## Estadística de la Encuesta de Origen y Destino.

### Tipos de Vehículos Encuestados



Gráfico 2.2.2.1. Cantidad de vehículos encuestados

### 1.- ¿Conoce usted la vía que bordea el lago hacia el coliseo?



Gráfico 2.2.2.2. Cantidad de vehículos conocen vía de proyecto

2.- ¿Actualmente utiliza usted esta vía para llegar a su destino?

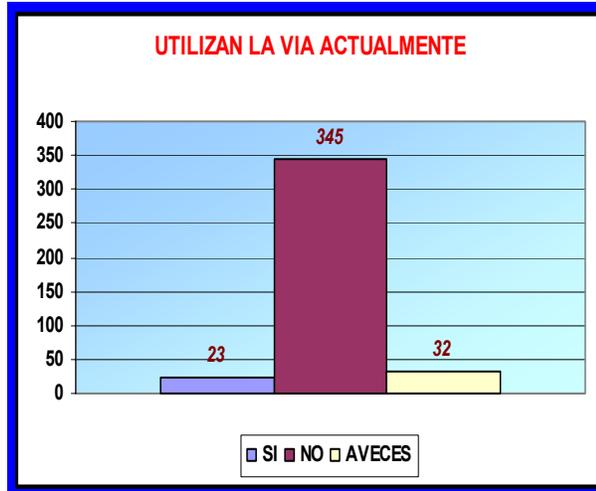


Gráfico 2.2.2.3. Cantidad de vehículos que utilizan la vía

3.- ¿En que condiciones se encuentra la vía actualmente?

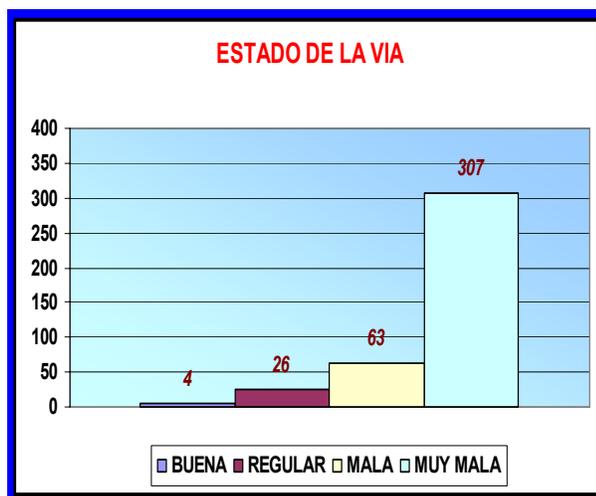


Gráfico 2.2.2.4. Estado actual de la vía

4.- ¿A que sector de la ESPOL se dirige usted frecuentemente?

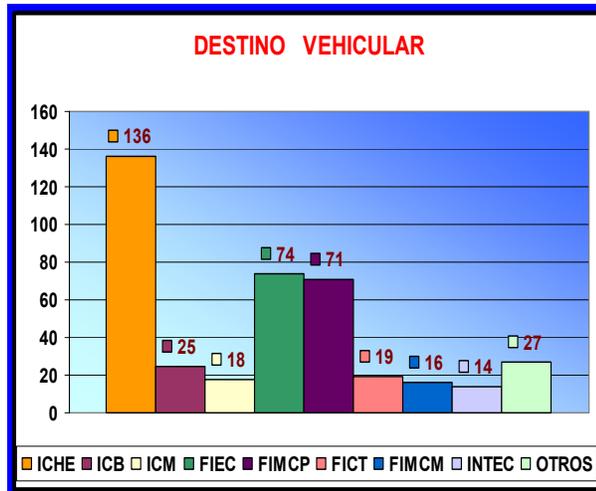


Gráfico 2.2.2.5. Destino vehicular

5.- De ejecutarse la rehabilitación, ¿Usted utilizaría la vía?

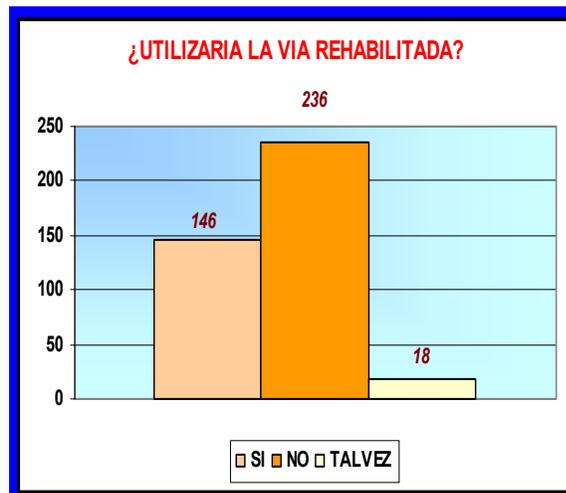


Gráfico 2.2.2.6. Cantidad de vehículos que utilizarían la vía rehabilitada

6.- ¿Le ahorraría tiempo y dinero la utilización de la vía rehabilitada?

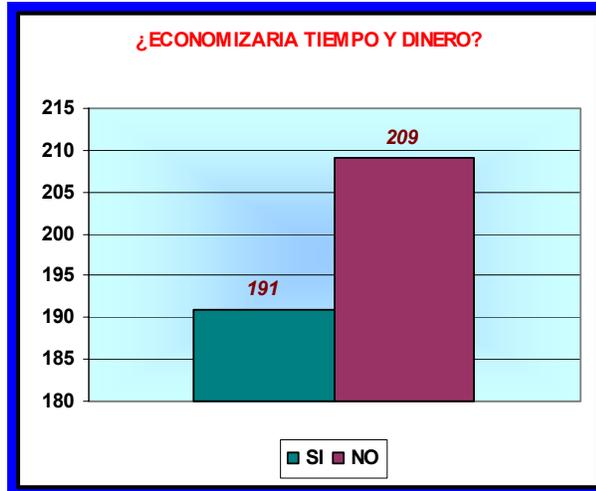


Gráfico 2.2.2.7. Ahorro de tiempo y dinero en vía rehabilitada

7.- ¿Con qué frecuencia utilizaría esta vía rehabilitada?

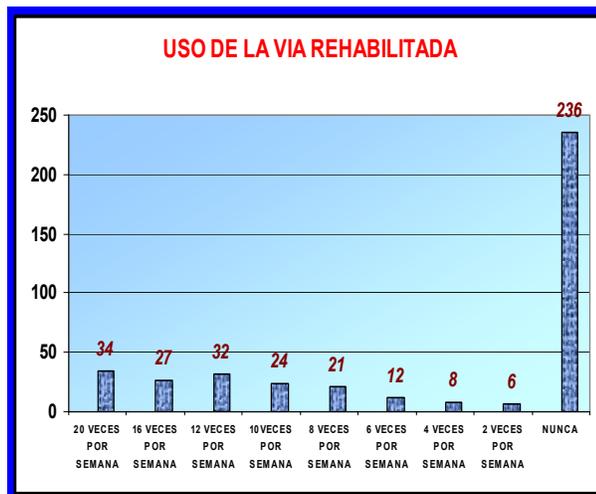


Gráfico 2.2.2.8. Frecuencia de uso de vía rehabilitada

## **Resultados obtenidos de la encuesta de origen y destino**

La Encuesta de Origen y Destino fue realizada tomando una muestra aleatoria de 400 conductores, cantidad que es representativa del total de vehículos (2759 vehículos livianos y 108 vehículos pesados) que ingresan a la ESPOL diariamente.

A continuación se analizan los resultados de la pregunta No. 5, la misma que nos da un indicativo de la cantidad de vehículos que *utilizarían la vía* de proyecto para llegar a su destino (Ver gráfica 2.2.2.6). Así tenemos:

$$\% \text{ de Vehículos que actualmente utilizan la vía de proyecto} = \frac{146}{400} \times 100$$

$$\% \text{ de Vehículos que actualmente utilizan la vía de proyecto} = 36.50 \%$$

De los resultados obtenidos del aforo de tráfico (Tabla 2.2.1.1.) es posible observar que desde la garita ingresan a la ESPOL diariamente 2759 vehículos livianos y 108 vehículos pesados, los mismos que se dirigen a su destino por la vía principal del Campus Politécnico.

El objetivo es determinar la cantidad de vehículos que utilizarían la vía de proyecto, por lo tanto, descartaremos los 108 vehículos pesados aforados puesto que por la carretera de proyecto solo circularán vehículos livianos.

Luego, es posible determinar la cantidad de vehículos que se desplazarían por la carretera en estudio considerando los resultados obtenidos en la encuesta de origen y destino. De éste modo se tiene:

*Vehículos utilizarían la vía de proyecto = 2759 x 36.50%*

*Vehículos que utilizarían la vía de proyecto = 1007*

### **Pronóstico del tráfico.**

Uno de los factores más importantes que debe considerarse en el análisis de la sección de una carretera y en general de un proyecto de obra vial, es estimar el volumen de tránsito que circula y que circulará a lo largo de la vida útil de la misma.

El pronóstico del tráfico esta en función de la tasa de crecimiento poblacional de la región, situación económica, social y política del sector geográfico donde se desarrolla la vía. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años de vida útil de la infraestructura, el mismo que esta en relación directa de tres tipos de tráfico que son:

**Tráfico proyectado:** Es el pronóstico del volumen en al trafico actual y se basan sus cálculos en predicciones antes mencionadas y según la región. Para este caso tomaremos la siguiente ecuación que es un modelo de crecimiento exponencial y el más utilizado.

$$Tp = Ta (1 + i)^n$$

Donde:

$T_p$ : Tráfico proyectado

$T_a$ : Tráfico actual (transformado a vehículo de diseño)

$i$ : Tasa de crecimiento vehicular

$n$ : Periodo de proyección (en años)

**Trafico generado:** Es el que se origina por la novedad que ofrece la carretera a la mejora de la existente, es decir el uso de la carretera por novedad y no por necesidad, además se estima que este trafico se produce en un tiempo de 2 a 3 años y que corresponde a un 25% del trafico proyectado.

$$T_g = 0.25 * T_p$$

**Trafico desviado:** Es aquel, atraído desde otra carretera una vez que entra en servicio la nueva carretera o mejora de la misma, ya sea por ahorro en tiempo, combustible, etc. Este tráfico se estima que es un 20% del tráfico proyectado.

$$T_d = 0.20 * T_p$$

A continuación se adjunta una tabla con el número de estudiantes que ingresan por año a la ESPOL (Campus Gustavo Galindo Velasco) y su respectiva tasa de crecimiento desde el año de 1990 al 2005.

| <b>CRECIMIENTO ESTUDIANTIL ESPOL</b> |                    |                             |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| <b>AÑO</b>                           | <b>Estudiantes</b> | <b>Tasa Crecimiento (%)</b> |
| 1990                                 | 3172               | -                           |
| 1991                                 | 2973               | -6.27%                      |
| 1992                                 | 2934               | -1.31%                      |
| 1993                                 | 2897               | -1.26%                      |
| 1994                                 | 3164               | 9.22%                       |
| 1995                                 | 3900               | 23.26%                      |
| 1996                                 | 4542               | 16.46%                      |
| 1997                                 | 5275               | 16.14%                      |
| 1998                                 | 5871               | 11.30%                      |
| 1999                                 | 6347               | 8.11%                       |
| 2000                                 | 6563               | 3.40%                       |
| 2001                                 | 7083               | 7.92%                       |
| 2002                                 | 7417               | 4.72%                       |
| 2003                                 | 7724               | 4.14%                       |
| 2004                                 | 7883               | 2.06%                       |
| 2005                                 | 7442               | -5.59%                      |

**Tabla 2.2.2.2. Tasa de Crecimiento estudiantil-ESPOL**

### 2.2.3 Vehículo de proyecto

El vehículo de proyecto, esta ligado a una transformación de carga promedio, cuyos factores o equivalencias son como siguen:

**4 livianos = 1 vehículo de diseño**

1 pesado = 1 vehículo de diseño

1 doble trailer = 2.5 vehículos de diseño

Por tratarse de una vía por donde circulan casi en su totalidad vehículos ligeros se empleará la primera transformación (4 livianos = 1 vehículo de diseño).

Si la carretera de proyecto registra la circulación de 1007 vehículos diariamente (como se analizó en los resultados de la encuesta de origen y destino) es posible determinar la cantidad de vehículos de diseño como se muestra a continuación:

$$\text{Vehículos de diseño} = 1007 \frac{\text{veh}}{\text{día}} \times 0.25$$

$$\text{Vehículos de diseño} = 252$$

#### 2.2.4 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) corresponde a la unidad de medida de tráfico de una carretera, igual al número de vehículos que pasan en uno y otro sentido en un punto determinado de la vía, las 24 horas del día en un año.

Para la determinación del tipo de carretera se debe conocer el tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a contajes y encuestas. En nuestro caso corresponden a 252 vehículos livianos, con una tasa de incremento vehicular PROYECTADO (i) del 3.00 % y un período de diseño (n) de 20 años, procedemos a calcular el TPDA:

Si *Vehículos de diseño* = 252

Por lo tanto se asume un valor de:

*Tráfico Existente (Te)* = 252 Vehículos / día

#### **Tráfico Actual (Ta)**

$$Ta = 1.25 * Te$$

$$Ta = 1.25 * 252$$

$$Ta = 315 \text{ vehiculos / día}$$

**Tráfico Proyectado ( $T_p$ ):**

$$T_p = T_a (1 + i)^n$$

$$T_p = 315(1 + 0.03)^{20}$$

$$T_p = 569 \text{ vehiculos / día}$$

**Tráfico Desviado ( $T_d$ ):**

$$T_d = 0.20 T_p$$

$$T_d = 0.20 (569 \text{ vehiculos / día})$$

$$T_d = 114 \text{ vehiculos / día}$$

**Tráfico Generado ( $T_g$ )**

$$T_g = 0.25 T_p$$

$$T_g = 0.25 (569 \text{ vehiculos / día})$$

$$T_g = 142 \text{ vehiculos / día}$$

Por lo tanto el TPDA proyectado será:

$$TPDA_{\text{proyectado}} = T_p + T_d + T_g$$

$$TPDA_{\text{proyectado}} = (569 + 114 + 142) \text{ vehiculos / día}$$

$$\mathbf{TPDA_{\text{proyectado}} = 825 \text{ vehiculos / día}}$$

### 2.2.5 Clasificación de la vía según el MOP.

El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones ha establecido una clasificación para las vías de acuerdo al TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual), el mismo que se adjunta a continuación.

| ESPECIFICACIONES MOP - "CLASES DE CARRETERAS" |                           |
|---|---------------------------|
| CLASE DE CARRETERA                            | TRAFICO PROYECTADO (TPDA) |
| R-I o R-II                                    | Más de 8000 (vehículos)   |
| I   | De 3000 a 8000            |
| II  | De 1000 a 3000            |
| <b>III</b>                                    | <b>De 300 a 1000</b>      |
| IV  | De 100 a 300              |
| V   | Menos de 100              |

**Tabla 2.2.5.1. Especificaciones MOP – Clases de Carreteras**

De conformidad con la clasificación del Ministerio de Obras Públicas (MOP), la vía a ser rehabilitada es una **Carretera Clase III**, para tráficos del orden cuyo TPDA es de 300 a 1000 vehículos.

### **2.2.6. Velocidad de Proyecto**

En el diseño geométrico de carreteras la velocidad que se debe adoptar depende de las siguientes características:

1. Tipo de Terreno
2. Clase de Vía

#### **Velocidad de Diseño**

La velocidad de diseño, que es la que correlaciona las características físicas de la carretera que influyen en la operación de los vehículos, es una velocidad de seguridad que puede mantenerse a lo largo de una sección de carretera y se debe asumir de acuerdo con el tipo de terreno, la clase de carretera y las consideraciones económicas presentes.

La vía de proyecto presenta región topográfica con características montañosas y según el TPDA corresponde a una vía Clase III, por lo tanto observando la tabla 2.2.6.1, se justifica una velocidad de diseño (Vd) cuyo valor es 60 Km./h.

| ESPECIFICACIONES MOP - "VELOCIDAD DE DISEÑO" |                    |          |           |
|--|--------------------|----------|-----------|
| CLASE DE CARRETERA                           | REGION TOPOGRAFICA |          |           |
|  | LLANO              | ONDULADO | MONTAÑOSO |
| R-I o R-II                                   | 120                | 110      | 90        |
| I  | 110                | 100      | 80        |
| II   | 110                | 100      | 80        |
| III  | 100                | 80       | 60        |
| IV   | 90                 | 70       | 60        |
| V  | 70                 | 60       | 50        |

**Tabla 2.2.6.1. Especificaciones MOP – Velocidad de Diseño**

### **Velocidad de Circulación (Vc)**

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de un tramo específico de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo efectivo de circulación del vehículo en dicho tramo.

La relación entre la Velocidad de de Diseño y la Velocidad de Circulación se calcula mediante las siguientes expresiones:

$$V_c = 0.8 V_d + 6.5 \quad ; \quad (TPDA < 1000)$$

$$V_c = 1.32 V_d^{0.85} \quad ; \quad (1000 < TPDA < 3000)$$

Del proyecto se ha obtenido  $TPDA = 339$  vehículos y

$Vd = 60$  Km/h, por lo tanto:

$$Vc = 0.8 Vd + 6.5$$

$$Vc = (0.8 * 60 + 6.5) \text{ Km/h}$$

$$Vc = 55 \text{ Km/h}$$

Es posible también determinar la Velocidad de Circulación en función de la Velocidad de Diseño y el Volumen de Tráfico mediante la siguiente tabla:

| ESPECIFICACIONES MOP - "VELOCIDAD DE CIRCULACION" |                                      |                                      |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Vd (Km/h)   | Volumen de Tráfico Bajo<br>Vc (Km/h) | Volumen de Tráfico Alto<br>Vc (Km/h) |
| 40  | 39                                   | 35                                   |
| 50  | 47                                   | 44                                   |
| 60  | 55                                   | 50                                   |
| 70  | 65                                   | 58                                   |
| 80  | 71                                   | 66                                   |
| 90  | 79                                   | 73                                   |
| 100   | 87                                   | 79                                   |
| 110   | 95                                   | 87                                   |
| 120   | 103                                  | 95                                   |

T

**Tabla 2.2.6.2. Especificaciones MOP – Velocidad de Circulación**

*Nota:* Esta velocidad de circulación disminuye conforme aumenta el volumen de tráfico, debido a la interferencia creada entre vehículos.

### **2.2.7. Distancia de Visibilidad de Parada y Rebasamiento**

Dotar de visibilidad a una carretera es otra de las tareas importantes a realizar, pues generalmente, los caminos están contruidos para velocidades muy inferiores a las corrientes en los vehículos modernos y de ahí que dichos caminos resulten muy peligrosos. Así, pues, es necesario que en las carreteras exista, tanto en proyección horizontal como en vertical, la distancia de visibilidad adecuada para que el conductor del vehículo pueda ver delante de él a una distancia tal que permita tomar con garantía decisiones oportunas.

Todo automovilista precisa de dos distancias de visibilidad:

- Distancia de visibilidad para parar
- Distancia de visibilidad para rebasar

#### **Distancia de Visibilidad para la Parada de un Vehículo (d)**

Es la distancia mínima de diseño que posibilitara un frenado seguro. Esta distancia se determina por medio de: velocidad de diseño, tiempo de reacción del conductor (2.5 segundos) y la distancia de frenado.

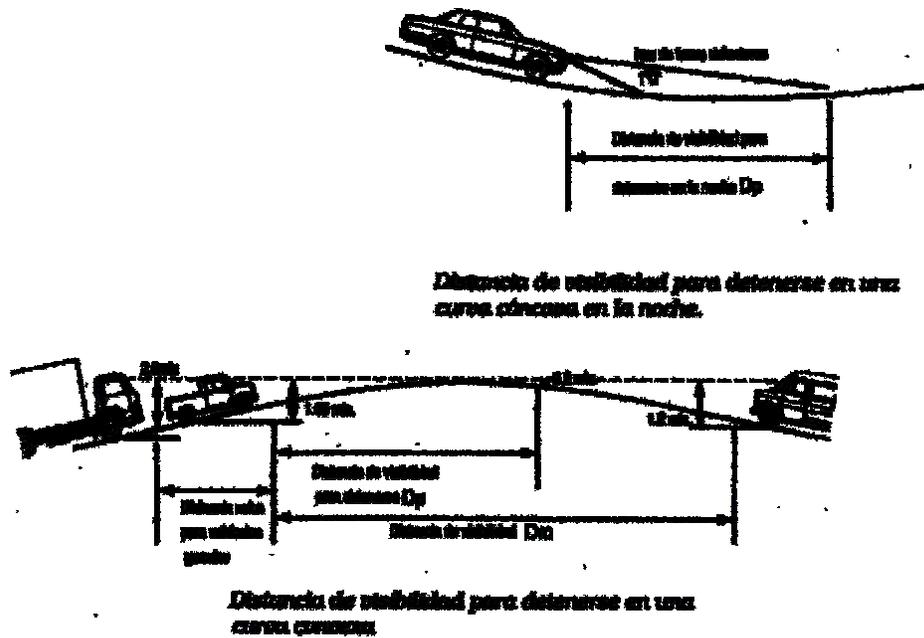


Figura 2.2.7.1. Distancia de Visibilidad de un automovilista

Los parámetros geométricos necesarios para determinar la distancia de velocidad de frenado son:

- Altura del ojo = 1.20 metros
- Altura del objeto = 0.20 metros

La mínima distancia de visibilidad ( $d$ ) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias: la distancia recorrida ( $d_1$ ) por el vehículo desde el instante en que el

conductor avizora un objeto en el camino hasta que pisa el freno, y la distancia ( $d_2$ ) de frenado del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo para completamente después que el conductor vio el objeto que obliga a frenar.

Donde:

$$d_1 = 0.7 Vc$$

$$d_2 = Vc^2 / 254f$$

$$f = 1.15 / Vc^{0.3}$$

Por lo tanto, la distancia recorrida durante el tiempo de percepción-acción será:

Para una velocidad de circulación  $Vc = 55 \text{ Km} / h$  se tiene,

$$d_1 = 0.7 Vc$$

$$d_1 = 0.7 \times 55$$

$$d_1 = 38.50 \text{ m}$$

Por otra parte,

$$f = 1.15 / Vc^{0.3}$$

$$f = 1.15 / 55^{0.3}$$

$$f = 0.35$$

$$d_2 = Vc^2 / 254f$$

$$d_2 = 55^2 / (254 \times 0.35)$$

$$d_2 = 34.03 \text{ m}$$

Por lo tanto, la distancia de visibilidad durante el tiempo de percepción-acción será:

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = (38.50 + 34.03) \text{ m}$$

$$\mathbf{d = 72.53 \text{ m}}$$

A continuación se muestra un cuadro que resume lo anteriormente expresado:

| ELEMENTOS PARA DETERMINAR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA DE UN VEHICULO |          |          |              |
|--|----------|----------|--------------|
| Datos  | Símbolo  | Unidad   | Valor        |
| Velocidad de circulación   | Vc       | Km / h   | 55           |
| Coefficiente de fricción   | f        | -        | 0.34         |
| Distancia recorrida  | d1       | m        | 38.50        |
| Distancia de frenado   | d2       | m        | 34.03        |
| <b>Distancia de Visibilidad</b>  | <b>d</b> | <b>m</b> | <b>72.53</b> |

**Tabla 2.2.7.1. Resumen de cálculo de Distancia de Visibilidad de parada**

### **Distancia de Visibilidad para Rebasamiento de un Vehículo (Dr)**

Es la distancia de visibilidad mínima necesaria para posibilitar un rebasamiento seguro para una velocidad de diseño dada. Los parámetros geométricos necesarios para determinar la distancia de visibilidad de rebasamiento son:

- Altura del ojo : 1.15 metros
- Altura del vehículo : 1.37 metros

Esta distancia de visibilidad para rebasamiento esta constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:

- Distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción – reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera. ( $d_1$ )
- Distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo. ( $d_2$ )
- Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir,

$2/3$  de  $d_2$ . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante. ( $d_3$ )

- Distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentidos opuesto, al final de la maniobra. ( $d_4$ )

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

$$Dr = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

La siguiente tabla muestra los elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento en condiciones seguras.

| Velocidad de diseño (Vd)<br>(Km/h)         | 48 - 64 | 60 - 80 | 90 - 96 | 96 - 112 |
|--|---------|---------|---------|----------|
| <b>1) Maniobra inicial</b>                 |         |         |         |          |
| a: aceleración (Km. / h seg.)              | 2.24    | 2.29    | 2.35    | 2.40     |
| t1: Tiempo (seg.)                          | 3.6     | 4.0     | 4.3     | 4.5      |
| V: Veloc. Vehículo rebasante               | 57 - 70 | 66 - 82 | 82 - 93 | 93 - 99  |
| <b>2) Ocupación de la otra vía</b>         |         |         |         |          |
| t2: Tiempo (seg.)                          | 9.3     | 10.0    | 10.7    | 11.3     |
| <b>3) Vehículo en sentido contrario</b>    |         |         |         |          |
| d3:  | (2/3)d2 | (2/3)d2 | (2/3)d2 | (2/3)d2  |
| <b>4) Dist. entre vehiculos contrarios</b> |         |         |         |          |
| d4:  | 30.00   | 68.50   | 86.00   | 90.00    |

**Tabla 2.2.7.2. Elementos de Distancia de Visibilidad para rebasamiento en vías de dos carriles**

Si  $Vd = 60 \text{ Km/h}$ , se obtiene de la Tabla 2.2.7.2 la siguiente información:

$$t_1 = 3.6 \text{ seg.}$$

$$t_2 = 9.3 \text{ seg.}$$

$$a = 2.24 \text{ Km / (h* seg)}$$

$$m = 26 \text{ Km/h}$$

La distancia  $d_1$  se calcula como sigue :

$$d_1 = 0.14 t_1 (2 Vd - 2m + a t_1)$$

$$d_1 = 0.14 \times 3.6 (2 \times 60 - 2 \times 26 + 2.24 \times 3.6)$$

$$d_1 = 38.34 \text{ m}$$

La distancia  $d_2$  es determinada de la siguiente manera:

$$d_2 = 0.28 Vd \times t_2$$

$$d_2 = 0.28 \times 60 \times 9.3$$

$$d_2 = 156.24 \text{ m}$$

La Tabla 2.2.7.2 indica que la distancia  $d_3$  viene dada de la siguiente expresión:

$$d_3 = (2/3) d_2$$

$$d_3 = (2/3) 156.24$$

$$d_3 = 104.16 \text{ m}$$

De la misma manera la Tabla 2.2.7.2 indica que:

$$d_4 = 30 \text{ m}$$

Por lo tanto la distancia de rebasamiento ( $D_r$ ) es:

$$D_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$D_r = (38.34 + 156.24 + 104.16 + 30) \text{ m}$$

$$\mathbf{D_r = 328.74 \text{ m}}$$

## 2.3. Inventario Vial

Para conocer las condiciones reales en que se encuentra la carretera en estudio es necesario realizar un inventario vial, efectuando una evaluación de la superficie de la capa de rodadura principalmente y de otros parámetros de importancia.

Con los datos que se obtienen del inventario vial es posible proceder a realizar mejoras según convenga tales como: cambio de calzada, bacheo de la calzada, repapeo, aumento de ancho de la calzada, construcción de obras hidráulicas, modificación de curvas, etc.

Los parámetros que conforman el registro del inventario vial para la carretera en mención se describen a continuación:

### 2.3.1 Longitud de la vía

La vía que es objeto de éste proyecto se ha dividido en dos tramos, los mismos que se detallan a continuación:

**Tramo 1:** Desde abscisa 0 + 000 (Fin de tramo de prueba HCP) hasta la abscisa 0 + 904.65 (Salida de vía en bifurcación Y)

*Longitud tramo 1 = 904.65 m*

**Tramo 2:** Desde abscisa 0 + 000 (Entrada de vía en bifurcación Y) hasta la abscisa 0 + 130 (Inicio de bifurcación Y)

*Longitud tramo 2 = 130.00 m*

De esta manera se determinó que la longitud total de la vía en estudio es de **1034.65 m**.



**Foto 2.3.1.1. Abscisa 0 + 000 – Fin de tramo de carretera ensayado por la Cemento Nacional**

**ADICIONAR PLANO DE LONGITUD DE VIA**

**autocad**

### 2.3.2 Alineamiento horizontal

Por medio de ésta etapa es posible ubicar las diferentes curvas horizontales a la derecha o a la izquierda midiendo la longitud de curva “Lc”, radio “R” y los ángulos “ $\alpha$ ” de cada una de ellas.



**Fotos 2.3.2.1. Curvas Horizontales existentes en la vía de proyecto**

**PLANO DE CURVAS HORIZONTALES**  
**autocad**

A continuación se presenta un resumen con las principales características de las curvas horizontales existentes en la carretera de proyecto:

| CURVAS HORIZONTALES |             |         |            |        |              |        |
|---------------------|-------------|---------|------------|--------|--------------|--------|
| No.                 | Orientación | Abscisa |            | Lc (m) | $\alpha$ (°) | R (m)  |
|                     |             | Pc      | Pt         |        |              |        |
| 1                   | Derecha     | 0 + 000 | 0 + 080    | 60.00  | 76           | 45.00  |
| 2                   | Derecha     | 0 + 195 | 0 + 250    | 55.00  | 40           | 79.00  |
| 3                   | Izquierda   | 0 + 300 | 0 + 380    | 80.00  | 54           | 85.00  |
| 4                   | Derecha     | 0 + 500 | 0 + 630    | 130.00 | 53           | 141.00 |
| 5                   | Derecha     | 0 + 770 | 0 + 904.65 | 134.65 | 41           | 188.00 |
| 6                   | Derecha     | 0 + 000 | 0 + 130    | 130.00 | 42           | 177.00 |

**Nota:** La curva horizontal N° 6 corresponde al tramo 2

**Tabla 2.3.2.1. Registro de Curvas Horizontales existentes**

El MOP sugiere para el trazado de curvas horizontales la existencia radios mínimos según la clase de carretera y tipo de terreno como se indica en la siguiente tabla:

| Clase Carretera | Tipo de Terreno |          |            |
|-----------------|-----------------|----------|------------|
|                 | Llano           | Ondulado | Montañoso  |
| I               | 440             | 350      | 210        |
| II              | 440             | 350      | 210        |
| <b>III</b>      | 350             | 210      | <b>115</b> |
| IV              | 280             | 165      | 115        |
| V               | 160             | 115      | 115        |

**Tabla 2.3.2.2. Especificaciones MOP – Radios Mínimos**

Si la carretera de éste proyecto es de Clase III y su tipo de terreno es montañoso, las curvas horizontales deberían tener radio mínimo de 115 m en sujeción a las especificaciones del MOP (Tabla 2.3.2.2), Sin embargo, las curvas horizontales N. 1, 2 y 3 no se encuentran sujetas a éstas recomendaciones, por lo que es importante su consideración en éste estudio.

Además es importante indicar que en ninguna de las curvas horizontales existe la presencia de peralte que garantice la seguridad del conductor, por lo tanto se considera necesario su diseño en la propuesta definitiva, (Ver Capítulo 4).

Es posible mencionar también que la sección transversal de la vía no presenta peralte en casi todo su recorrido, con la excepción de la bifurcación en “Y” donde es perfectamente visible tal inclinación de la sección.



**Foto 2.3.2.2. Curvas Horizontales sin peralte**

De manera similar, la sección transversal de la vía tampoco presenta el bombeo (pendiente transversal de la vía 2%) requerido para el drenaje superficial del agua, por cuanto es otro aspecto a considerar en el diseño definitivo, (Ver Capítulo 4).



**Foto 2.3.2.3. Sección transversal sin bombeo**

### **2.3.3 Alineamiento vertical**

Esta parte del inventario vial consiste en ubicar las pendientes de elevación y depresión de las curvas verticales, su longitud e inclinación con la ayuda de un clinómetro.

Se debe recorrer la vía de proyecto y ubicar los puntos de inicio y final de las pendientes, luego se procede a medir la altura de ojo del operador del clinómetro y ubicado a cierta distancia a la misma altura se lee el porcentaje de la pendiente.



**Foto 2.3.3.1. Pendiente en vía de proyecto**



**Fotos 2.3.3.2. Curvas verticales de la vía de proyecto**

**PLANO DE CURVAS VERTICALES**  
**autocad**

A continuación se enlista cada una de las curvas verticales existentes indicando su tipo, longitud y pendientes de las tangentes que las conforman:

| CURVAS VERTICALES |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| No.               | Tipo    | Lcv (m) |
| 1                 | Cóncava | 78,00   |
| 2                 | Convexa | 65,00   |
| 3                 | Convexa | 150,00  |
| 4                 | Convexa | 60,00   |
| 5                 | Cóncava | 50,00   |
| 6                 | Cóncava | 60,00   |

Tabla 2.3.3.1. Registro de Curvas Verticales existentes

| TANGENTES |           |         |            |
|-----------|-----------|---------|------------|
| No.       | m (%)     | Abscisa |            |
|           |           | Pc      | Pt         |
| m1        | + 2.00 %  | 0 + 000 | 0 + 047    |
| m2        | + 12.00 % | 0 + 047 | 0 + 200    |
| m3        | + 5.50 %  | 0 + 200 | 0 + 435    |
| m4        | - 4.70 %  | 0 + 435 | 0 + 603    |
| m5        | - 10.50 % | 0 + 603 | 0 + 783    |
| m6        | - 6.00 %  | 0 + 783 | 0 + 842    |
| m7        | - 1.00 %  | 0 + 842 | 0 + 904.65 |

Tabla 2.3.3.2. Pendientes de las tangentes

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) recomienda en la siguiente tabla las pendientes o gradientes máximas que deben tener las curvas verticales en función de la clase de vía y el tipo de terreno:

| Clase<br>Vía | Tipo de Terreno |          |           |
|--------------|-----------------|----------|-----------|
|              | Llano           | Ondulado | Montañoso |
| I            | 3               | 4        | 6         |
| II           | 3               | 4        | 6         |
| III          | 3               | 5        | 7         |
| IV           | 4               | 6        | 8         |
| V            | 4               | 6        | 8         |

**Tabla 2.3.3.3. Especificaciones MOP – Pendientes Máximas**

De éste modo, si la Clase de Vía de nuestro proyecto es III y asentada sobre terreno cuya orografía es montañosa se debe restringir el valor de las pendientes en las curvas verticales a un *máximo valor de 7%*.

De los valores obtenidos en la tabla 2.3.3.2 es posible visualizar que las pendientes  $m_2$  y  $m_5$  sobrepasan el 7% recomendado por el MOP para la carretera en estudio, sin embargo, se justifica sus alineamientos y por lo tanto el diseño vertical no será modificado

### 2.3.4 Velocidad

La velocidad que desarrolla un automotor es un factor fundamental en el diseño de vías, así como también permite tomar decisiones oportunas cuando éstas sean reparadas.

En el inventario vial se trata de determinar la velocidad con la que se desplazan los vehículos en los diferentes tramos de la carretera en estudio para lo cual los siguientes métodos son válidos:

- Ubicar *puntos de control* en sitios estratégicos de la carretera en donde se establece la distancia y el tiempo que demora en pasar un vehículo de un punto a otro. Luego se emplea la siguiente expresión matemática para calcular su velocidad en ese tramo:

$$V = \frac{d}{t};$$

Donde:

*V* : Velocidad

*d* : Distancia

*t* : Tiempo

- Utilizar otro vehículo que circula en la carretera a la misma velocidad del vehículo que desea medirse y se lee en el *velocímetro* la velocidad de circulación de dicho automotor.
- Emplear *pistolas de radar* que utilizan los policías de caminos y establecer la velocidad de un vehículo desde un punto fijo con tan solo apuntarlo.

Para determinar la velocidad de circulación de los automotores se ubicaron puntos de control en diferentes sitios de la carretera en mención obteniéndose de ésta manera los siguientes resultados:

| Inicio  | Fin     | d (m)  | t (s) | V (Km/h)     |
|---------|---------|--------|-------|--------------|
| 0 + 000 | 0 + 080 | 80.00  | 8.52  | 33.80        |
|         |         | 80.00  | 7.20  | <b>40.00</b> |
|         |         | 80.00  | 8.15  | 35.34        |
| 0 + 100 | 0 + 160 | 60.00  | 10.55 | <b>20.47</b> |
|         |         | 60.00  | 9.65  | 22.38        |
|         |         | 60.00  | 9.95  | 21.71        |
| 0 + 380 | 0 + 480 | 100.00 | 11.95 | <b>30.13</b> |
|         |         | 100.00 | 15.72 | 22.90        |
|         |         | 100.00 | 17.23 | 20.89        |
| 0 + 610 | 0 + 680 | 70.00  | 9.05  | 27.85        |
|         |         | 70.00  | 8.85  | 28.47        |
|         |         | 70.00  | 8.38  | <b>30.07</b> |
| 0 + 810 | 0 + 900 | 90.00  | 7.54  | 42.97        |
|         |         | 90.00  | 8.25  | 39.27        |
|         |         | 90.00  | 7.36  | <b>44.02</b> |

**Tabla 2.3.4.1. Velocidades experimentales de circulación**

De la tabla 2.3.4.1. es posible mencionar que:

- a) La velocidad mínima de circulación es 20.47 Km./h.
- b) La velocidad promedio de circulación es 30.69 Km./h
- c) La velocidad máxima de circulación es **44.02** Km./h

De la tabla 2.2.6.2. según las especificaciones del MOP se obtiene que la velocidad de circulación para la carretera de éste proyecto es 55 Km./h, y del inventario vial resulta que la máxima velocidad es 44.02 Km./h, por lo tanto, es necesario analizar los resultados obtenidos en esta parte del inventario vial con la finalidad de optimizar la funcionalidad de la vía.

### 2.3.5 Tipo de pavimento

Luego de realizar una visita técnica a la zona y realizar calicatas de inspección en diferentes puntos de la vía se puede concluir que la estructura del pavimento de la carretera está conformada por una carpeta asfáltica apoyada sobre una capa de material de base de regular calidad y ésta a su vez asentada sobre una capa de material de subbase. (Ver detalles en Estudios de Suelo)

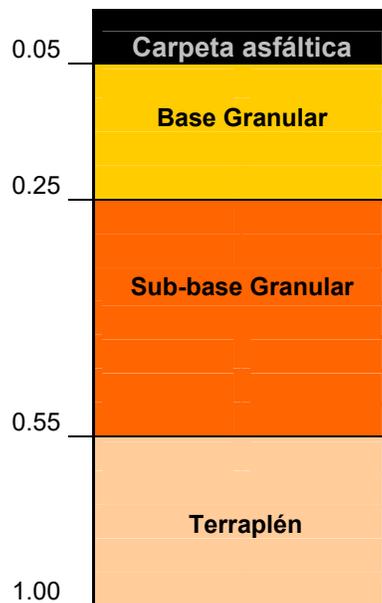


Figura 2.3.5.1. Estructura del Pavimento

De acuerdo a estas consideraciones es posible mencionar que la vía de estudio presenta las características de un **pavimento flexible**.

### **2.3.6 Estado del pavimento**

En ésta etapa se trata de conocer las condiciones en que se encuentra la estructura del pavimento de la vía de éste proyecto, ancho de pavimento, ancho de calzada, espaldones y cunetas.

El estado de la carretera de proyecto es muy desfavorable y crítico. A continuación se presenta una evaluación del estado que actualmente presenta el pavimento:

- La calzada se encuentra muy deteriorada con un porcentaje superior al 40% principalmente de baches a lo largo de todo su recorrido.



**Foto 2.3.6.1. Estado actual de la superficie de rodadura del pavimento flexible**

- La calzada de la vía se encuentra superficialmente muy rugosa y es fácilmente observable como los áridos van quedando descubiertos debido a la pérdida del material de liga.



**Foto 2.3.6.2. Superficie de calzada rugosa**

- En ciertos tramos los bordes de la calzada se están disgregando, ocasionando de ésta manera reducción de la sección transversal de la vía, requiriendo así durante su ejecución del proyecto la reconfiguración de la misma.



**Foto 2.3.6.3. Reducción del ancho de la calzada**

- Es necesario destacar que solo se presenta un tramo de calzada de 85 m de longitud en buen estado, el mismo que se inicia en la abcisa 0 + 000 hasta llegar al reductor de velocidades en la abcisa 0 + 085. Se deja a criterio de la entidad contratante el recapeo del tramo en mención.



**Foto 2.3.6.4. Tramo de vía en buen estado**

Luego de realizar un minucioso recorrido por la vía de proyecto, es posible identificar diferentes tipos de deterioros en la estructura del pavimento y clasificarlos (deformaciones, roturas, desprendimientos y exudaciones). Entre los principales deterioros observados se encuentran:

- **Fisura o Grieta Transversal**



**Foto 2.3.6.5. Línea de rotura transversal al eje de la carretera**

|                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| <b>TIPO DE DETERIORO:</b> | ROTURA                      |
| <b>NOMBRE:</b>            | Fisura o Grieta Transversal |
| <b>Abscisa:</b>           | 0 + 055                     |
| <b>Carril:</b>            | Derecho                     |
| <b>Longitud:</b>          | 3.50 m                      |
| <b>Abertura máxima:</b>   | 30 mm                       |

**Tabla 2.3.6.1. Información técnica de fisura**

- **Áridos Pulimentados**



**Foto 2.3.6.6. Desgaste de los áridos debido al efecto de abrasión por el tránsito**

|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| <b>TIPO DE DETERIORO:</b>  | DESPRENDIMIENTO            |
| <b>NOMBRE:</b>             | <b>Áridos Pulimentados</b> |
| <b>Abscisa:</b>            | 0 + 000 - 0 + 087          |
| <b>Carril:</b>             | Derecho e Izquierdo        |
| <b>Longitud:</b>           | 87 m                       |
| <b>Superficie afectada</b> | 100%                       |

**Tabla 2.3.6.2. Información técnica de áridos pulimentados**

- **Baches**



**Foto 2.3.6.7. Bache característico en la vía**



**Foto 2.3.6.8. Baches de formas irregulares y tamaños variables**

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| <b>TIPO DE DETERIORO:</b>    | DESPRENDIMIENTO                 |
| <b>NOMBRE:</b>               | <b>Baches</b>                   |
| <b>Abscisa:</b>              | 0 + 093 - 0 + 904.65 / 0 + 900' |
| <b>Carril:</b>               | Derecho e izquierdo             |
| <b>Longitud:</b>             | 811.65 m / 807 m                |
| <b>Superficie afectada</b>   | 40% aproximadamente             |
| <b>Número de baches:</b>     | 20 baches en 10 ml de carretera |
| <b>Diámetro promedio:</b>    | 30.05 cm.                       |
| <b>Profundidad promedio:</b> | 4.90 cm.                        |

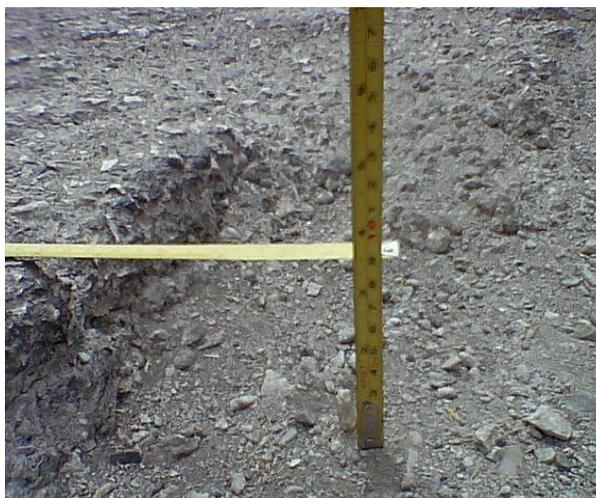
**Tabla 2.3.6.3. Información técnica de baches**

### **Forma Medición y Cuantificación de Baches**

Con la ayuda de instrumentos de medición es posible determinar el diámetro y la profundidad de los baches existentes en la capa de rodadura del pavimento.



**Foto 2.3.6.9. Diámetro de los baches**



**Foto 2.3.6.10. Profundidad de los baches**

Para poder cuantificar los baches existentes en la carretera de proyecto y sus características se ha considerado un tramo representativo de vía cuya longitud sea 10 m y se ha procedido a contar la cantidad de baches sobre la calzada indicando también sus diámetros y profundidad.

Considerando lo anterior, se determina que la vía en estudio presenta un promedio de **20 baches por cada 10 metros lineales de carretera**, los mismos que se detallan a continuación y que presentan los siguientes resultados:

| <b>BACHES</b>            |                       |                          |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| <b>No.</b>               | <b>Diámetro (cm.)</b> | <b>Profundidad (cm.)</b> |
| 1                        | 40.00                 | 9.00                     |
| 2                        | 30.00                 | 6.00                     |
| 3                        | 26.00                 | 4.00                     |
| 4                        | 34.00                 | 4.00                     |
| 5                        | 23.00                 | 3.00                     |
| 6                        | 16.00                 | 8.50                     |
| 7                        | 45.00                 | 5.00                     |
| 8                        | 68.00                 | 8.50                     |
| 9                        | 33.00                 | 6.00                     |
| 10                       | 40.00                 | 6.50                     |
| 11                       | 36.00                 | 3.00                     |
| 12                       | 31.00                 | 4.00                     |
| 13                       | 22.00                 | 3.00                     |
| 14                       | 18.00                 | 2.00                     |
| 15                       | 16.00                 | 3.50                     |
| 16                       | 22.00                 | 4.00                     |
| 17                       | 35.00                 | 5.00                     |
| 18                       | 22.00                 | 6.00                     |
| 19                       | 19.00                 | 2.50                     |
| 20                       | 25.00                 | 4.50                     |
| <b>Valores Promedios</b> | <b>30.05</b>          | <b>4.90</b>              |

**Tabla 2.3.6.4. Registro de baches existentes en un tramo aleatorio de carretera**

- **Fallo de Envuelta**



**Foto 2.3.6.11. Separación de la película ligante**

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| <b>TIPO DE DETERIORO:</b>   | DESPRENDIMIENTO                       |
| <b>NOMBRE:</b>              | <b>Fallo de Envuelta</b>              |
| <b>Abscisa:</b>             | 0 + 295 - 0 + 377                     |
| <b>Carril:</b>              | Izquierdo - Borde exterior de calzada |
| <b>Longitud:</b>            | 82 m                                  |
| <b>Ancho promedio:</b>      | 1.20 m                                |
| <b>Superficie afectada:</b> | 15% aproximadamente                   |

**Tabla 2.3.6.5. Información técnica de fallo de envuelta**

- Peladura



**Foto 2.3.6.12. Capa de rodadura desprendida del firme**

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| <b>TIPO DE DETERIORO:</b>   | DESPRENDIMIENTO     |
| <b>NOMBRE:</b>              | <b>Peladura</b>     |
| <b>Abscisa:</b>             | 0 + 210             |
| <b>Carril:</b>              | Derecho             |
| <b>Longitud:</b>            | 8 m                 |
| <b>Superficie afectada:</b> | 25% aproximadamente |
| <b>Dimensiones:</b>         | 1 de 80 x 60 cm.    |
|                             | 1 de 400 x 70 cm.   |
|                             | 1 de 600 x 265 cm.  |

**Tabla 2.3.6.6. Información técnica de detalle de peladura**

Estos baches existentes sobre la calzada han sido alguna vez rellenados con hormigón simple muy pobre, pero, debido a la erosión y al paso del agua lluvia se han destruido en poco tiempo quedando al descubierto nuevamente y exponiendo de ésta manera la estructura del pavimento a la infiltración de agua superficial hacia sus capas subyacentes originando así el fenómeno de bombeo.



**Foto 2.3.6.13. Baches rellenos con hormigón simple**

### **Ancho de Calzada**

La vía de proyecto presenta un ancho de calzada equivalente a 7.0 m desde la abscisa 0 + 000 hasta la abscisa 0 + 770. A partir de ésta abscisa la longitud de la sección transversal de la vía va en aumento; de éste modo, la abscisa 0 + 800 presenta un ancho de 10 metros y la abscisa 0 + 810 – 110 tiene un ancho de 13.30 metros. A partir de ésta abscisa se derivan las bifurcaciones de entrada y salida de la vía, las mismas que nuevamente presentan 7.00 metros de ancho en su sección transversal.



**Foto 2.3.6.14. Medición del ancho de la calzada**

## **Espaldones**

Se logró observar también que los actuales espaldones se encuentran en mal estado y cubierto con maleza a ambos lados de la vía, por lo tanto es necesario considerar su rediseño en la etapa de estudio del proyecto.



**Fotos 2.3.6.15. Espaldones en mal estado**

Los espaldones de la carretera presentan anchos irregulares a lo largo de su abcisaje e inclusive en algunos tramos de vía no se observa tal estructura. A continuación se presenta los registros obtenidos luego de realizar un recorrido por la zona y obtener en campo los anchos correspondientes:

| Estructura                            | Abcisa  |         | Longitud (m) | Ancho (m)   |
|---------------------------------------|---------|---------|--------------|-------------|
|                                       | Inicio  | Fin     |              |             |
| Espaldón                              | 0 + 000 | 0 + 030 | 30.00        | 1.90        |
| <i>Lado Derecho</i>                   | 0 + 030 | 0 + 050 | 20.00        | 1.40        |
|                                       | 0 + 050 | 0 + 090 | 40.00        | 1.70        |
|                                       | 0 + 090 | 0 + 210 | 120.00       | 1.40        |
|                                       | 0 + 210 | 0 + 260 | 50.00        | 0.90        |
|                                       | 0 + 280 | 0 + 310 | 30.00        | 0.80        |
|                                       | 0 + 310 | 0 + 340 | 30.00        | 1.20        |
|                                       | 0 + 340 | 0 + 360 | 20.00        | 1.00        |
|                                       | 0 + 360 | 0 + 398 | 38.00        | 1.30        |
|                                       | 0 + 455 | 0 + 465 | 10.00        | 0.60        |
|                                       | 0 + 500 | 0 + 580 | 80.00        | 1.50        |
|                                       | 0 + 710 | 0 + 770 | 60.00        | 0.50        |
| <b>Ancho Promedio de Espaldón (m)</b> |         |         |              | <b>1.18</b> |

**Tabla 2.3.6.7. Registro experimental de ancho de espaldones**

### 2.3.7 Condiciones de seguridad

De acuerdo a éste ítem, la vía presenta escasas condiciones de seguridad, tan solo se puede observar la existencia de:

1. *Reductor de velocidad.*- Cuyo eje coincide en la abcisa 0 + 091 y que mide 4.90 m de ancho.



**Foto 2.3.7.1. Reductor de Velocidad  
Abcisa 0 + 091**

2. *Barandas metálicas*.- Ubicadas en dos tramos de la carretera y no así en curvas horizontales muy cerradas en cuyos lados existen despeñaderos de potencial peligro.

| Carril  | Abscisa |         | Longitud (m) | Altura (cm) |
|---------|---------|---------|--------------|-------------|
|         | Inicio  | Fin     |              |             |
| Derecho | 0 + 278 | 0 + 398 | 120          | 60          |
| Derecho | 0 + 498 | 0 + 578 | 80           | 60          |

**Tabla 2.3.7.1. Registro de barandas de seguridad**



**Foto 2.3.7.2. Barandas metálicas existentes en un solo lado de la vía**

### 2.3.8 Señalización Vial

Con respecto al sistema de señalización vial que norma las Leyes de Tránsito y Transporte Terrestre en nuestra provincia, se puede indicar que la vía no presenta ningún tipo de señalización horizontal a lo largo de su trayectoria.

En cuanto a la señalización vertical vale mencionar que solo existe en el último tramo de carretera que se inicia aproximadamente en la abcisa 0 + 790 y continúa con la bifurcación en la "Y" hasta su intersección con la vía principal.

A continuación se muestra un resumen de las señalizaciones actualmente presentes en la vía de proyecto:

| SEÑALIZACIÓN VIAL |                      |                    |                            |                           |
|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|
| Abcisa            | Tipo de Señalización | Señal de Tránsito  | Visibilidad                | Estado                    |
| 0 + 788           | Vertical             | Curva Pronunciada  | Oculto entre la maleza     | Bueno                     |
| 0 + 788           | Vertical             | Dos Vías           | Fácil visibilidad          | Bueno                     |
| 0 + 817           | Vertical             | No Entre / Una Vía | Fácil visibilidad          | Bueno                     |
| 0 + 899           | Vertical             | Pare               | Semioculto entre la maleza | Falta estructura vertical |
| * 0 + 082         | Vertical             | No Entre / Una Vía | Semioculto entre la maleza | Falta estructura vertical |
| * 0 + 004         | Vertical             | De destino         | Fácil visibilidad          | Bueno                     |

<sup>a</sup> Señales de Tránsito existentes en la bifurcación "Y" (Ramal de Entrada)

**Tabla 2.3.8.1. Registro de señalización vial existente**



**Foto 2.3.8.1.- Señal: Curva Pronunciada  
Abscisa 0 + 788**



**Foto 2.3.8.2. Señal: Dos Vías  
Abscisa 0 + 788**



**Foto 2.3.8.3. Señal: No Entre / Una Vía  
Abscisa 0 + 817**



**Foto 2.3.8.4. Señal: Pare  
Abscisa 0 + 899**



**Foto 2.3.8.5. Señal: No Entre / Una Vía  
Abscisa 0 + 102**



**Foto 2.3.8.6. Señal de Destino  
Abscisa 0 + 024**

### 2.3.9 Localización de alcantarillas y cunetas

En esta etapa del inventario vial se trata de obtener toda la información existente de los pasos de agua tales como: alcantarillas de sección circular, alcantarillas tipo cajón, alcantarillas dobles, cunetas, puentes registrando su longitud, diámetro, pendiente, dirección del flujo de agua y las abscisas en que se encuentran ubicadas.

El drenaje de las aguas lluvias está posibilitado parcialmente con cunetas de hormigón simple y que se encuentran en buen estado de conservación. Es importante mencionar que dichas estructura no han sido construidas en toda la extensión a ambos lados de la sección transversal de la vía donde éstas son necesarias. A continuación se presenta un resumen de la ubicación de las cunetas de la vía:

| Ubicación en la Carretera | Abscisas |         | Longitud (m) |
|---------------------------|----------|---------|--------------|
|                           | Inicio   | Fin     |              |
| Lado Derecho              | 0 + 000  | 0 + 277 | 277.00       |
| Lado Izquierdo            | 0 + 000  | 0 + 075 | 75.00        |
| Lado Izquierdo            | 0 + 084  | 0 + 268 | 184.00       |
| Lado Izquierdo            | 0 + 387  | 0 + 519 | 132.00       |
| Lado Izquierdo            | 0 + 605  | 0 + 730 | 125.00       |

**Tabla 2.3.9.1. Registro de cunetas existentes**

Estas cunetas, actualmente operan deficientemente, debido a que la escorrentía superficial se da sobre una carpeta plana y los líquidos solo alcanzan los espaldones por donde se produce la concentración de flujo, lo que ha causado considerablemente su erosión lineal, desplazando el material de base, el mismo que es esparcido puntualmente sobre la superficie de la capa de rodadura.



**Foto 2.3.9.1. Bordillo – cuneta existente en la vía**

La circulación por los espaldones permite el flujo bajo la carpeta de rodadura, circunstancias que entre otras causas han contribuido al deterioro de la carpeta asfáltica, la misma que ha sido construida con agregado muy heterogéneo en su granulometría.

En la abscisa 0 + 072 (Entrada al CENAE) se encuentra ubicada una alcantarilla cuya longitud es 8.40 m y  $\phi = 30$  cm. cuya finalidad es recoger las superficiales que circulan por las cunetas y aquellas que se deslizan desde las laderas adyacentes.



**Foto 2.3.9.2. Alcantarilla sección circular existente en la vía**

## **2.4 Estudios Topográficos**

La topografía es el arte y ciencia que permite mediante un conjunto de procedimientos y métodos conocidos como levantamientos topográficos, efectuar la medición y toma de datos en el campo y la posterior representación sobre el plano de pequeñas extensiones de terreno con todos los detalles y accidentes que estas presentan en la realidad, a una escala conveniente.

Las medidas que deben tomarse en un levantamiento topográfico, se efectúan considerando las tres dimensiones, por ejemplo dos distancias y una altura o cota, deben ser anotadas de manera ordenada en un registro completo que contenga todas las mediciones realizadas que permitan la representación fidedigna de los datos obtenidos en campo.

Un levantamiento topográfico se realiza con diferentes propósitos; sin embargo todos se inician a partir de mediciones en el terreno, necesarias para elaborar planos, sobre los cuales se realiza el proyecto de ingeniería, el mismo que deberá ser replanteado en base al levantamiento inicial.

### **2.4.1 Levantamiento Topográfico**

Todo proyecto de ingeniería, preliminar o definitivo, se realiza sobre un levantamiento topográfico. Además este está sujeto a imperfecciones y errores debido a las desfavorables condiciones atmosféricas, aparatos topográficos descorregidos, imperfecciones en el manejo, y errores accidentales.

Dentro del estudio de la topografía se pueden clasificar dichos levantamientos de acuerdo a la información que estos proporcionan de la siguiente manera:

- Levantamiento Planimétricos
- Levantamientos Altimétricos
- Levantamientos Plani-Altimétricos

#### **Levantamientos Planimétricos.-**

Son aquellos que abarcan pequeñas extensiones de terreno, las cuales se realizan considerando pequeños detalles de accidentes y configuración de los terrenos, en un plano horizontal, sin considerar las alturas de los diferentes puntos del terreno. El aparato topográfico empleado en este tipo de levantamientos es el teodolito.

### **Levantamientos Altimétricos.-**

Consideran únicamente mediciones sobre un plano vertical; o sea distancias y alturas o cotas de los diferentes puntos, los mismos que son representados a través de curvas de nivel que representan la orografía o forma del terreno, por ejemplo la nivelación del eje de una carretera. Las mediciones en sitio se realizan utilizando un nivel topográfico.

### **Levantamientos Plani-Altímetros.-**

Llamados también taquimétricos una combinación de los anteriores, son los más comunes y utilizan mediciones indirectas tomadas a estadia con un teodolito.

Los levantamientos topográficos sirven para determinar la superficie del terreno, división y fraccionamiento, proyecto tales como urbanizaciones y lotización, levantamiento de franjas topográficas para el proyecto y construcción de carreteras, ferrocarriles, calles y avenidas, líneas de transmisión, plataformas de canales de riego, etc.



**Foto 2.4.1.1. Levantamiento Topográfico con teodolito**

## **2.4.2 Perfiles transversales y longitudinales**

En el diseño de carreteras, vías férreas, plataformas de canales de riego, redes de drenaje, alcantarillado, agua potable, etc. se utiliza perfiles longitudinales y secciones transversales obtenidos en base a la medición de distancias y cotas directamente sobre el terreno a lo largo de una línea base que puede coincidir con el eje del proyecto en el caso de los perfiles longitudinales y líneas perpendiculares a éste. (Ver en anexos las secciones transversales de la vía de proyecto).

En el proyecto de obras de ingeniería los perfiles longitudinales asociados con los perfiles transversales, permiten comparar las

cotas originales del terreno de manera simultánea y son la representación grafica de la forma del terreno.

Para la obtención de un perfil longitudinal, a partir de un BM permanente o provisional se determina la cota de estación de partida, a lo largo de la línea principal (eje) se estaca los puntos del terreno a intervalos regulares (20 m) midiendo las correspondientes distancias y efectuando la nivelación para obtener las cotas en las estaciones y puntos intermedios de cambio de inclinación del terreno, en cada punto nivelado a lo largo del eje, se determina los perfiles transversales en forma perpendicular, las cotas a lo largo de la secciones transversales se determina con clinómetro, reglas, nivel, cuando las pendientes transversales son fuertes se toma los perfiles con teodolito fijando en el circulo vertical ángulos de elevación o depresión y midiendo las distancias a estadia.

En base a las cotas de los puntos del eje nivelados y los perfiles de las secciones transversales se emplea diferentes escalas para el dibujo y representación de las distancias y cotas en el perfil longitudinal; en cambio los perfiles transversales en los

que las distancias y cotas no difieren sustancialmente, se emplea la misma escala en el dibujo de cotas y distancias.

Las secciones transversales son necesarias para establecer la mejor alineación para la construcción de un camino, permiten obtener volúmenes de excavación y relleno.

En los anexos se detallan gráficamente las secciones transversales de la vía y el perfil longitudinal de la vía. Las secciones transversales distan 20 metros entre sí en los tramos rectos y 10 metros en las curvas.

### **2.4.3 Nivelación Geométrica**

Existen dos tipos de nivelaciones geométricas, los mismos que dependen de las extensiones del terreno a levantar y son:

- Nivelación Geométrica Simple.
- Nivelación Geométrica Compuesta.

### **Nivelación Geométrica Simple.-**

Este método en altimetría sirve para realizar levantamientos topográficos que tienen las siguientes características:

- 1) La porción del terreno es pequeña
- 2) Desde un solo lugar se observa todos los detalles a levantar
- 3) El terreno no es muy irregular
- 4) El nivel se coloca en una sola estación, a partir, de la cual es posible medir todos los puntos del terreno
- 5) Solo porciones de terreno de 2 a 5 hectáreas.

### **Nivelación Geométrica Compuesta.-**

Es la unión de varias nivelaciones simples por medio de un punto de liga o punto de cambio y sirve para nivelar extensiones de terrenos grandes, arrastres de cotas; en esta clase de nivelación el terreno puede ser muy irregular con elevaciones grandes y no es necesario que desde un mismo punto se observe todos los detalles que se desean levantar.

La nivelación compuesta tiene como finalidad establecer cotas de grandes extensiones por lo tanto existirá errores al realizar este tipo de levantamientos, que deberán encontrarse dentro del margen del error permisible de trabajo.

El error de trabajo es el que se obtiene propiamente de la medición en el campo entre una nivelación de ida y otra nivelación de regreso partiendo de un HITO de cota conocida o un BM arbitrario, entendiéndose éste proceso como nivelación y contranivelación.

Para el avance de éste proyecto es necesario realizar la topografía de la zona donde se emplaza la vía, información que será vital en la fase de estudio y análisis del mismo y que canalicen luego en importantes y correctas decisiones. Esta fase comprende dos etapas perfectamente definidas:

1.- Se realiza el levantamiento planimétrico del sitio, con la finalidad de obtener el trazado exacto de la vía y observar detalles existentes en la misma. En los anexos se adjuntan las libretas de campo y el plano correspondiente al levantamiento planimétrico.

2.- Se realiza el levantamiento altimétrico de la vía, esto es, la nivelación geométrica. Previo a ésta fase del proyecto es necesario también realizar un arrastre de cotas hasta la zona en estudio a partir de un punto de origen de referencia verdadero (HITO IGM) con la finalidad de obtener cotas verdaderas en la nivelación geométrica que se realice en la vía. En los anexos se

adjuntan las libretas de arrastre de cotas y de nivelación de la vía, así como también la ubicación del HITO IGM de referencia utilizado.

Además, se han dejado posicionados tres BM en la vía de proyecto, los mismos que servirán de referencia para futuros trabajos de ingeniería.



**Foto 2.4.3.1. BM # 1 – Abscisa 0 + 000**

## 2.5 Estudios Hidrológicos e Hidráulicos

El conocimiento del régimen hidrológico de una determinada región por donde atraviesa una vía, es primordial, puesto que de las aportaciones pluviométricas depende su estabilidad y vida útil.

Su estudio comprende dos aspectos importantes para su conservación:

1.- Las *aportaciones de las escorrentías* superficiales que esta ligado a las características topográficas del terreno y

2.- Las *aportaciones subterráneas* que descienden por los taludes de corte o de relleno o ascienden por capilaridad dependiendo de las características de los materiales adyacentes y subyacentes a la vía que pueden afectar su estructura.

El objetivo de los estudios hidrológicos es realizar los análisis correspondientes a fin de establecer los *caudales máximos* de diseño de escurrimiento del sector por donde se emplaza el tramo de vía que se ha de rehabilitar. Para tal fin se cuenta con información hidroclimática y topográfica del sitio de proyecto.

Podemos definir a la esorrentía como aquella porción de lluvia que fluye por un punto seleccionado del drenaje de una cuenca, o sea, es la cantidad remanente después de sustraerle a la precipitación las perdidas por infiltración, evaporación y transpiración.

El escurrimiento se calcula dividiendo el volumen escurrido registrado durante un periodo determinado (año, mes, creciente) por la superficie del área tributaria de la cuenca de aportación. El resultado es siempre expresado en mm, en forma análoga a la lluvia media. (Un centímetro de esorrentía representa sobre un Kilómetro cuadrado,  $100 \text{ m}^3$  de volumen de agua escurrida).

### **2.5.1 Intensidades de lluvias**

La lluvia se mide en milímetros a través de instrumentos de lectura diaria llamados pluviómetros. Los utilizados en el Ecuador son de tipo Hellmann y están compuestos por un cilindro, en el cual se recoge el agua en su parte inferior llamado colector y que esta aislado de las superficies exteriores para evitar la evaporación.

Los instrumentos que nos permiten conocer la forma de la lluvia se llaman pluviógrafos y en ellos se registra la información. Las características de una lluvia son:

- Intensidad
- Duración
- Frecuencia

La **intensidad** esta definida como el grado de violencia de la misma; la **duración**, es el tiempo que demora y la **frecuencia**, es el periodo de repetición de la lluvia.

Los datos de varios años, permiten levantar estadísticas, que procesadas dan la posibilidad de trabajar con valores extremos, y más tarde calcular caudales instantáneos, para avenidas de pequeñas cuencas o para alcantarillados.

**Precipitación Media.-** Se conoce con este nombre de precipitación de igual altura, que se considera que ha caído sobre el área en estudio; solo se puede llegar a esta afirmación y a su conocimiento mediante medios aritméticos. La lluvia sobre una zona no se presenta uniforme, variando debido a una serie de factores:

- a) cercanía al mar
- b) orografía
- c) perturbaciones atmosféricas, entre otras

La lluvia media se obtiene a partir de las observaciones de los diversos pluviómetros que se encuentran situados en puntos estratégicos, usando uno de los métodos que se exponen a continuación:

**Método Aritmético.-** Es el más simple de los existentes y se considera que la lluvia media, es igual a la media aritmética de las lluvias registradas en las estaciones pluviométricas de la zona de estudio.

Este método se usa para extensiones planas donde la lluvia es algo uniforme y existe poca variación de una a otra estación.

Si  $P$  es la precipitación media y  $P_r$  la suma de las diferentes precipitaciones en las estaciones ( $P_a, P_b, P_c, \dots, P_n$ ) se tiene:

$$P = \frac{\sum P_r}{n}$$

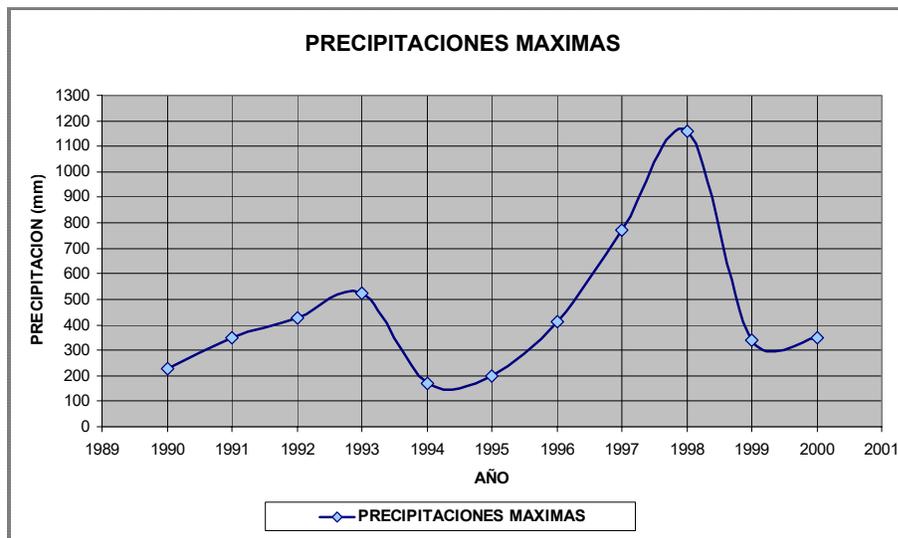
En nuestro país, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI, publica periódicamente análisis estadísticos de intensidades de lluvia que permiten calcular por medio de las ecuaciones pluviométricas, la relación intensidad-frecuencia-duración, para cada una de las denominadas “zonas de intensidades” en que esta dividido el país.

Las precipitaciones normalmente se dan entre los meses de diciembre o enero hasta abril o mayo, periodo que comprende la estación lluviosa denominada invierno.

Los registros de la década 1990-2000 y del resumen estadístico multianual 1959-1999 se muestran respectivamente en la siguiente tabla y gráfica.

| <b>ESTACIÓN:</b> | GUAYAQUIL          |              |              |              |             |             |            |            |            |            |             |              | <b>LATITUD:</b>   | 02°09'12"S   |            |
|------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|------------|
| <b>PRVINCIA:</b> | GUAYAS             |              |              |              |             |             |            |            |            |            |             |              | <b>LONGITUD:</b>  | 79°53'00"W   |            |
| <b>DATOS:</b>    | PRECIPITACIÓN (mm) |              |              |              |             |             |            |            |            |            |             |              | <b>ELEVACIÓN:</b> | 5m           |            |
| <b>AÑO</b>       | <b>ENE</b>         | <b>FEB</b>   | <b>MAR</b>   | <b>ABR</b>   | <b>MAY</b>  | <b>JUN</b>  | <b>JUL</b> | <b>AGO</b> | <b>SET</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b>  | <b>DIC</b>   | <b>ANUAL</b>      | <b>MEDIA</b> | <b>MAX</b> |
| 1990             | 67.3               | 229.5        | 182.5        | 81.2         | 4.1         | 13.5        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 2.5        | 0.0         | 14.5         | <b>595.1</b>      | 49.6         | 229.5      |
| 1991             | 116.7              | 348.0        | 274.9        | 10.7         | 50.0        | 2.0         | 0.1        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 1.6         | 21.0         | <b>825.0</b>      | 68.8         | 348.0      |
| 1992             | 189.9              | 267.8        | 397.6        | 429.1        | 158.3       | 37.8        | 4.8        | 0.6        | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 7.8          | <b>1493.7</b>     | 124.5        | 429.1      |
| 1993             | 158.3              | 525.1        | 193.0        | 332.1        | 133.1       | 0.3         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 86.2         | <b>1428.1</b>     | 119.0        | 525.1      |
| 1994             | 165.0              | 136.8        | 170.1        | 119.5        | 17.3        | 3.6         | 0.0        | 0.0        | 0.2        | 0.0        | 0.6         | 155.0        | <b>768.1</b>      | 64.0         | 170.1      |
| 1995             | 123.7              | 198.8        | 128.4        | 24.7         | 12.8        | 15.0        | 3.1        | 0.0        | 0.1        | 0.5        | 1.4         | 2.3          | <b>497.3</b>      | 41.4         | 198.8      |
| 1996             | 159.5              | 411.4        | 222.6        | 66.4         | 1.2         | 0.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.7        | 0.5         | 17.8         | <b>880.1</b>      | 73.3         | 411.4      |
| 1997             | 108.8              | 298.9        | 560.9        | 262.8        | 202.5       | 28.1        | 80.6       | 10.5       | 14.6       | 89.6       | 571.9       | 772.0        | <b>3001.2</b>     | 250.1        | 772.0      |
| 1998             | 419.8              | 783.3        | 929.3        | 1158.7       | 228.8       | 88.9        | 11.3       | 0.0        | 0.3        | 0.7        | 0.0         | 1.5          | <b>3622.6</b>     | 301.9        | 1158.7     |
| 1999             | 52.2               | 340.8        | 290.7        | 157.7        | 17.1        | 1.8         | 0.0        | 0.0        | 1.7        | 0.2        | 0.3         | 50.2         | <b>912.7</b>      | 76.1         | 340.8      |
| 2000             | 59.0               | 198.6        | 347.1        | 243.8        | 175.9       | 8.5         | 0.0        | 0.0        | 0.5        | 0.0        | 5.2         | 1.4          | <b>1040</b>       | 86.7         | 347.1      |
| 2001             |                    |              |              |              |             |             |            |            |            |            |             |              |                   |              |            |
| 2002             |                    |              |              |              |             |             |            |            |            |            |             |              |                   |              |            |
| 2003             |                    |              |              |              |             |             |            |            |            |            |             |              |                   |              |            |
| 2004             |                    |              |              |              |             |             |            |            |            |            |             |              |                   |              |            |
| <b>MED</b>       | <b>147.3</b>       | <b>339.9</b> | <b>336.1</b> | <b>262.4</b> | <b>91.0</b> | <b>18.1</b> | <b>9.1</b> | <b>1.0</b> | <b>1.6</b> | <b>8.6</b> | <b>52.9</b> | <b>102.7</b> | <b>1369.4</b>     | 114.1        | 448.2      |
| <b>MAX</b>       | 419.8              | 783.3        | 929.3        | 1158.7       | 228.8       | 88.9        | 80.6       | 10.5       | 14.6       | 89.6       | 571.9       | 772.0        | 3622.6            | 301.9        | 1158.7     |

**Tabla 2.5.1.1. Registro de precipitación en Guayaquil en la década 1990-2000**



**Gráfico 2.5.1.1. Precipitaciones anuales máximas en Guayaquil**

Los registros presentados en la Tabla 2.5.1.1 permiten establecer una media de precipitación anual para Guayaquil de 1369.4 milímetros, durante el período comprendido entre 1990 y 2000, (estación meteorológica Guayaquil).

### **2.5.2 Escorrentía Superficial**

En el análisis morfológico se establece que el trazado de la vía corre por terrenos de pendientes fuertes, incluso constituye una divisoria natural de las agua lluvias, condición que favorece para que las precipitaciones tengan una escorrentía generalizada en todas direcciones con una rápida descarga hacia los drenajes naturales y directamente hacia el lago.

La cantidad de agua que escurre por una cuenca, esta determinada por dos grupos de factores, los unos dependen de las características físicas del área drenada.

El primer grupo esta influenciado por las siguientes características:

**Características Climáticas.-**

- 1) Tipo de precipitación
- 2) Intensidad de lluvia
- 3) Duración de la lluvia
- 4) Distribución del área drenada
- 5) Dirección del flujo
- 6) Precipitación antecedente y humedad del suelo
- 7) Otras condiciones climáticas, que afectan la evaporación y transpiración.

Debido a que el escurrimiento crece exponencialmente con la lluvia, la misma cantidad de lluvia puede producir diferentes escurrimientos, así por ejemplo: una lluvia de 100 mm de precipitación produce mucho mayor escurrimiento que 10 lluvias de 10 mm cada una.

El segundo grupo esta influenciado por las siguientes características de la cuenca drenada:

- 1) Uso de la tierra
- 2) Tipo del suelo
- 3) Área de la cuenca a drenar
- 4) Perfil topográfico de la cuenca a drenar
- 5) Elevación sobre el nivel del mar
- 6) Pendiente
- 7) Orientación, etc.

En resumen, en cada cuenca la esorrentía depende de las precipitaciones, pero los factores individuales de la hoya determinan que cantidad de las lluvias caídas llegan a escurrir.

### **2.5.3 Circulación o Flujo**

Como se ha manifestado en los párrafos anteriores la esorrentía superficial pronto alcanza los cauces del área de influencia en donde se concentran produciendo los escurrimientos que por lo general son efímeros y con caudales bajos, dándose la temporalidad de estos, sólo asociados al fenómeno de “El Niño”, donde las precipitaciones son

considerables, casi a diario y con valores altos, caudales que permiten la recuperación del almacenamiento artificial del lago e incluso con excedentes que se descargan por el vertedero de la estructura con caudales de consideración que han sido cuidadosamente observados.

#### **2.5.4 Evaporación**

La evaporación también es un parámetro importante para el estudio hidrológico del sector por donde se emplaza la vía. Los registros del INAMHI reportan valores de más de 23° C con fluctuaciones entre 20 y 25°C, con variaciones extremas para Guayaquil entre 16.5 y 37°C, área geográfica en la que se obtiene una media anual que varía entre 25 y 27°C. Estos valores definen la variabilidad del régimen termométrico, con una incidencia de los máximos entre los meses de enero a abril, en los que se dan las precipitaciones que alimentan casi exclusivamente a la evaporación y transpiración, aunque esta última en menor grado ya que la vegetación corresponde a la de bosque seco tropical.

El índice de evapotranspiración es bajo y fluctúa entre 1.5 y 2 (sub. húmedo).

Las siguientes tablas muestran los valores de la temperatura mínima y máxima absoluta para el área de Guayaquil y que son valores asumidos para el área del Campus Politécnico.

| ESTACIÓN:  |      | GUAYAQUIL                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LATITUD:   |      | 02°09'12"S |  |
|------------|------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------------|--|
| PROVINCIA: |      | GUAYAS                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LONGITUD:  |      | 79°53'00"W |  |
| DATOS:     |      | TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA (°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | ELEVACIÓN: |      | 5 m        |  |
| AÑO        | ENE  | FEB                              | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEPT | OCT  | NOV  | DIC  | MEDIA      | MÍN. |            |  |
| 1990       | 21.4 | 21.9                             | 22.9 | 22.5 | 22.2 | 20.6 | 19.0 | 19.3 | 19.1 | 19.4 | 19.7 | 21.0 | 20.8       | 19.0 |            |  |
| 1991       | 22.5 | 23.0                             | 23.6 | 23   | 23.0 | 20.9 | 20.0 | 19.3 | 19.2 | 20.5 | 20.5 | 22.0 | 21.5       | 19.2 |            |  |
| 1992       | 22.2 | 22.3                             | 23.1 | 22.7 | 22.4 | 21.0 | 20.2 | 19.6 | 18.2 | 19.6 | 19.6 | 20.4 | 20.9       | 18.2 |            |  |
| 1993       | 21.6 | 22.4                             | 21.8 | 22.5 | 22.5 | 20.7 | 19.7 | 19.3 | 19.9 | 19.8 | 19.8 | 20.7 | 20.9       | 19.3 |            |  |
| 1994       | 21.9 | 22.3                             | 22.0 | 21.6 | 21.4 | 20.3 | 18.7 | 18.2 | 18.5 | 20.7 | 21.2 | 20.2 | 20.6       | 18.2 |            |  |
| 1995       | 21.2 | 21.9                             | 21.8 | 22.7 | 22.1 | 20.5 | 20.1 | 19.1 | 19.8 | 19.6 | 20.6 | 21.1 | 20.9       | 19.1 |            |  |
| 1996       | 21.8 | 20.5                             | 21.7 | 21.7 | 20.7 | 19.6 | 18.6 | 19.7 | 19.4 | 19.2 | 19.0 | 21.2 | 20.3       | 18.6 |            |  |
| 1997       | 21.7 | 22.3                             | 22.2 | 22.6 | 23.3 | 22.4 | 23.3 | 22.6 | 22.8 | 22.4 | 22.9 | 23.0 | 22.6       | 21.7 |            |  |
| 1998       | 23.3 | 23.1                             | 23.5 | 23.3 | 22.7 | 22.5 | 21.3 | 19.7 | 20.1 | 20.1 | 18.4 | 20.0 | 21.5       | 18.4 |            |  |
| 1999       | 19.8 | 21.1                             | 21.7 | 21.3 | 19.8 | 18.3 | 17.3 | 16.5 | 18.4 | 18.6 | 18.7 | 20.2 | 19.3       | 16.5 |            |  |
| 2000       |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
|            |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
|            |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
|            |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
| <b>MED</b> | 21.7 | 22.1                             | 22.4 | 22.4 | 22.0 | 20.7 | 19.8 | 19.3 | 19.5 | 20.0 | 20.0 | 21.0 | 20.9       | 18.8 |            |  |
| <b>MÍN</b> | 19.8 | 20.5                             | 21.7 | 21.3 | 19.8 | 18.3 | 17.3 | 16.5 | 18.2 | 18.6 | 18.4 | 20.0 | 19.3       | 16.5 |            |  |

**Tabla 2.5.4.1. Registro de temperatura mínima absoluta para Guayaquil**

| ESTACIÓN:  |      | GUAYAQUIL                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LATITUD:   |      | 02°09'12"S |  |
|------------|------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------------|--|
| PROVINCIA: |      | GUAYAS                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LONGITUD:  |      | 79°53'0"W  |  |
| DATOS:     |      | TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA (°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | ELEVACIÓN: |      | 5m         |  |
| AÑO        | ENE  | FEB                              | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEPT | OCT  | NOV  | DIC  | MEDIA      | MAX. |            |  |
| 1990       | 34.2 | 35.4                             | 37.3 | 34.3 | 32.5 | 33.5 | 33.5 | 32.2 | 34.4 | 34.0 | 34.7 | 36.1 | 34.3       | 37.3 |            |  |
| 1991       | 35.8 | 33.0                             | 37.1 | 36.0 | 36.0 | 35.1 | 32.9 | 33.0 | 33.3 | 33.7 | 34.9 | 36.0 | 34.7       | 37.1 |            |  |
| 1992       | 35.2 | 36.6                             | 36.1 | 36.6 | 34.8 | 33.8 | 33.3 | 32.6 | 31.8 | 32.7 | 33.0 | 35.2 | 34.3       | 36.6 |            |  |
| 1993       | 34.5 | 32.9                             | 33.0 | 33.2 | 34.5 | 33.0 | 33.7 | 33.0 | 33.9 | 34.2 | 33.3 | 35.5 | 33.7       | 35.5 |            |  |
| 1994       | 34.0 | 32.6                             | 33.9 | 33.6 | 33.5 | 32.0 | 31.6 | 31.0 | 33.8 | 33.6 | 33.2 | 35.6 | 33.1       | 34.6 |            |  |
| 1995       | 34.2 | 33.3                             | 35.0 | 34.9 | 34.7 | 34.2 | 33.8 | 33.4 | 33.0 | 32.9 | 33.8 | 34.8 | 34.0       | 35.0 |            |  |
| 1996       | 35.0 | 32.3                             | 33.1 | 33.8 | 34.5 | 32.5 | 31.9 | 33.1 | 33.0 | 33.6 | 33.0 | 34.7 | 33.4       | 35.0 |            |  |
| 1997       | 33.2 | 33.1                             | 32.5 | 32.9 | 33.2 | 32.9 | 33.4 | 33.2 | 35.7 | 33.7 | 35.2 | 34.2 | 33.4       | 35.7 |            |  |
| 1998       | 33.9 | 34.6                             | 33.9 | 33.7 | 33.4 | 32.5 | 32.2 | 33.7 | 34.7 | 33.4 | 34.8 | 35.4 | 33.9       | 34.4 |            |  |
| 1999       | 35.7 | 33.2                             | 33.8 | 34.0 | 32.5 | 31.5 | 31.3 | 31.4 | 31.7 | 33.0 | 18.7 | 34.1 | 33.1       | 35.7 |            |  |
| 2000       |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
|            |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
|            |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
|            |      |                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |      |            |  |
| <b>MED</b> | 34.6 | 33.7                             | 34.6 | 34.3 | 34.0 | 33.1 | 32.8 | 32.7 | 33.5 | 33.5 | 34.0 | 34.1 | 33.8       | 35.8 |            |  |
| <b>MAX</b> | 35.8 | 36.6                             | 37.3 | 36.6 | 36   | 35.1 | 33.8 | 33.7 | 35.7 | 34.2 | 35.2 | 36.1 | 34.7       | 37.3 |            |  |

**Tabla 2.5.4.2. Registro de temperatura máxima absoluta para Guayaquil**

### **2.5.5 Hidrogeología**

Bajo este punto de vista los materiales por donde atraviese la vía se circunscriben principalmente a dos unidades que por su naturaleza litológica y aptitud estructural pueden ser considerados en su mayoría como isotrópicos y anisotrópicos en menor cantidad, a los que se relacionan las principales características hidrogeológicas, esto es porosidad, permeabilidad y transmisibilidad aunque debe puntualizarse que estas unidades pueden ser consideradas respectivamente como acuífugos y acuicludos, es decir, rocas que ni almacenan ni transmiten agua, condiciones estas que, están ligadas a los aglomerados y lutitas respectivamente.

Los aglomerados son las rocas de mayor exposición en la vía, constituyen las facies piroclásticas más relevante del área y pueden ser considerado de textura fina, puesto que los clastos en su mayoría no sobrepasan los cuatro centímetros de diámetro, son de composición litológica variada desde ácida hasta básica y englobados en una matriz asimismo considerada fina, con la cual se relacionan las propiedades hidrogeológicas de éstas rocas, las mismas que en general son de porosidad baja y prácticamente impermeable, en exposiciones frescas,

permitiendo el drenaje subterráneo a nivel superficial, relacionado con el horizonte meteorizado, en el que puntualmente se pueden observar zonas de pequeños manantíos en temporada lluviosa, pero en el área de influencia directa de la vía este fenómeno no se da porque el horizonte meteorizado ha sido retirado.

Las lutitas de menor ocurrencia en el eje de la vía están localizadas en el sector del triángulo de bifurcación de tránsito donde se encuentran bien estratificadas en capas delgadas, fracturadas en mayor y menor grado de acuerdo con su naturaleza litológica por lo que en general se puede establecer que la porosidad es baja y con variaciones debido al fracturamiento que es el responsable de la permeabilidad secundaria, condición que hace que éstas rocas tengan el comportamiento acuífero arriba establecido en relación con el almacenamiento y circulación del agua subterránea.

### **2.5.6 Drenaje**

El drenaje es uno de los factores más importantes dentro del diseño de toda carretera, ya que de ello depende su estabilidad integral y conservación a largo plazo. El estudio de drenaje comprende dos aspectos fundamentales:

1. El drenaje superficial del agua que escurre por la superficie del terreno por donde se emplazada la vía.
2. La interceptación y control del agua subterránea que fluye lateralmente bajo la influencia de la gravedad o que asciende por efecto de capilaridad, afectando la estructura de la carretera.

En este capítulo se considerara el drenaje a nivel de la superficie del terreno, para así evitar futuras erosiones e infiltraciones que afectaran a la vía en estudio. Para tal caso, se considera las estimaciones de los caudales máximos de escurrimiento que se deben drenar y a partir de ello, el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje, tales como: cunetas y alcantarillas. (Ver capítulo 6)

## **2.6 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS**

Este subcapítulo hace referencia a las características que presentan los materiales sobre los cuales se asienta la vía en estudio. Esta información ha sido proporcionada directamente por la ESPOL en base a los estudios realizados por profesionales de la institución. De sus análisis se transcribe la información más relevante para el desarrollo de éste proyecto.

### **Intemperismo**

El proceso geológico de la meteorización del macizo rocoso ha tenido en las precipitaciones, variación térmica y lógicamente en el transcurso del tiempo geológico los principales agentes que han hecho que las rocas vayan cambiando en su parte externa, las condiciones originales y para el caso de los aglomerados alcanzar una meteorización muy rigurosa, esto es que prácticamente la capa superficial se desintegró pasando a conformar un suelo granular, el que fue utilizado como material de construcción para el núcleo de la presa, por lo que en la actualidad las precipitaciones tienen acción sobre el nivel inferior moderadamente meteorizado y cubierto por vegetación arbustiva que atenúa la acción de la escorrentía superficial sobre ésta unidad rocosa, en la que sensiblemente ha disminuido la acción erosiva.

### **Erosión**

Este fenómeno es mínimo en las rocas que cubren la superficie de inmediata influencia de la vía por las razones arriba expuestas, solo se da al nivel de la base sobre los espaldones, donde están presentes los surcos de erosión lineal, posibilitando a la vez circulación de agua, la que ha debilitado la carpeta de rodadura que ha sufrido el deterioro anotado con la proliferación de hoyos, erosión que también tiene lugar por el envejecimiento del asfalto debido a la variada granulometría del agregado utilizado.

### **Sedimentación**

Las cargas sedimentables que en mayor proporción proceden de la erosión de los espaldones se conducen así mismo de modo parcial por las cunetas en el tramo de la vía donde éstas existen con el agravante que la cuneta derecha en el tramo inicial descarga el agua hacia el lago, situación que no debe darse por obvias razones.

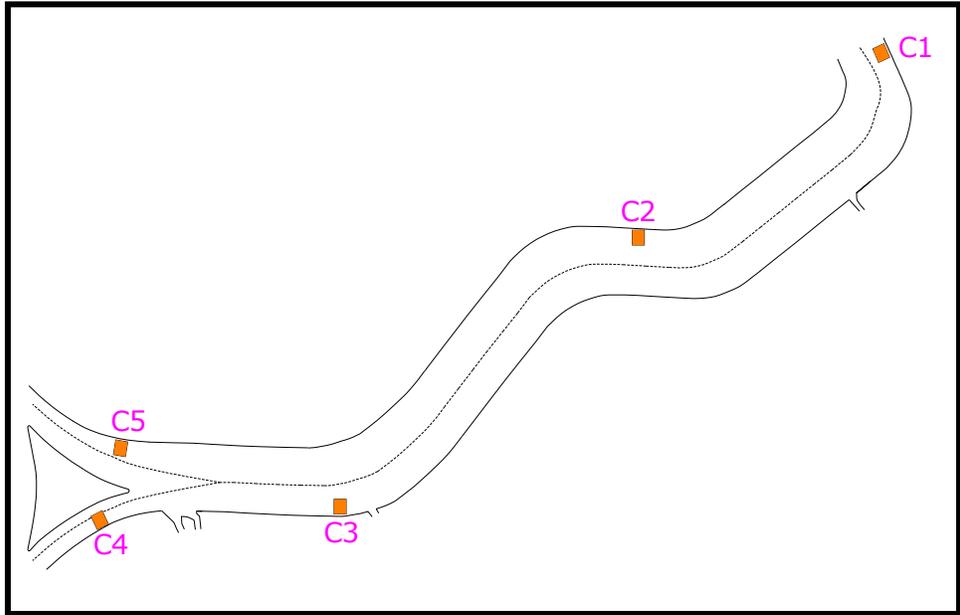
### **Estabilidad de taludes**

Sobre el particular se debe puntualizar que en la vía no existen terrenos granulares, ni estratificados y tampoco fuertemente fracturados en los que se hayan practicado cortes durante la construcción de la actual vía. Los taludes de corte y relleno han sido

construidos en aglomerados de origen volcánico que por su textura y composición han sido definidos como aglomerado fino, taludes que son de poca altura y con pendiente de ¼:1, los mismos que hasta la presente se mantienen estables, como lógica consecuencia de la naturaleza y condiciones petrofísicas de ésta unidad rocosa que además guarda buenas propiedades geomecánicas pese al grado de intemperismo que presenta pero por sobre todo debido al hecho muy significativo de no permitir la infiltración, razón por la cual no hay movimiento natural de agua subterránea que es el factor de mayor acción desestabilizante.

### **2.6.1 Estudios de Suelo**

En este Subcapítulo se hace mención a los estudios de suelo realizados en laboratorio tales como, Granulometría, Proctor y CBR, extrayendo para tal propósito se han utilizado muestras de material existente en las diferentes calicatas que se han perforado en la vía de proyecto. A continuación se muestra la ubicación de tales calicatas.



**Figura 2.6.1.1. Ubicación de la Perforación de Calicatas**



**Foto 2.6.1.1. Perforación de las calicatas**

➤ **Granulometría**

Para la realización de este ensayo, se toman muestras en cada una de las calicatas a 20 y 50 cm. de profundidad para extraer material de Base y Sub.-base respectivamente.

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) establece las especificaciones de la granulometría que deben satisfacer los materiales de base y sub-base que conforman la estructura de un pavimento, así tenemos:

| GRANULOMETRIA DE SUB-BASE |   |          |           |
|---------------------------|---|----------|-----------|
| Tamiz                     | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |          |           |
|                           | Clase I   | Clase II | Clase III |
| 3" (76.2 mm)              | ---   | ---      | 100       |
| 2" (50.4 mm)              | ---   | 100      | ---       |
| 1 1/2" (38.1 mm)          | 100   | 70 - 100 | ---       |
| No. 4 (4.75 mm)           | 30 - 70   | 30 - 70  | 30 - 70   |
| No. 40 (0.425 mm)         | 10 - 35.  | 15 - 40  | ---       |
| No. 200 (0.075 mm)        | 0 - 15  | 0 - 20   | 0 - 20    |

**Tabla 2.6.1.1. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de Sub-Base**

| <b>GRANULOMETRIA DE BASE CLASE I</b> |  |               |
|--------------------------------------|--|---------------|
| <b>Tamiz</b>                         | <b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b> |               |
|                                      | <b>Tipo A</b>  | <b>Tipo B</b> |
| 2" (50.4 mm)                         | 100  | ---           |
| 1 1/2" (38.1 mm)                     | 70 - 100   | 100           |
| 1" (25.4 mm)                         | 55 - 85  | 70 - 100      |
| 3/4" (19 mm)                         | 50 - 80  | 60 - 90       |
| 3/8" (9.5 mm)                        | 35 - 60  | 45 - 75       |
| No. 4 (4.75 mm)                      | 25 - 50  | 30 - 60       |
| No. 10 (2 mm)                        | 20 - 40  | 20 - 50       |
| No. 40 (0.425 mm)                    | 10 - 25.   | 10 - 25.      |
| No. 200 (0.075 mm)                   | 2 - 12.  | 2 - 12.       |

**Tabla 2.6.1.2. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de Base Clase I**

| <b>GRANULOMETRIA DE BASE CLASE II</b> |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Tamiz</b>                          | <b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b> |
| 1" (25.4 mm)                          | 100  |
| 3/4" (19 mm)                          | 70 - 100   |
| 3/8" (9.5 mm)                         | 50 - 80  |
| No. 4 (4.75 mm)                       | 35 - 65  |
| No. 10 (2 mm)                         | 25 - 50  |
| No. 40 (0.425 mm)                     | 15 - 30  |
| No. 200 (0.075 mm)                    | 3 - 15.  |

**Tabla 2.6.1.3. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de Base Clase II**

| GRANULOMETRIA DE BASE CLASE III |   |
|---------------------------------|---|
| Tamiz                           | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
| 3/4" (19 mm)                    | 100   |
| No. 4 (4.75 mm)                 | 45 - 80   |
| No. 10 (2 mm)                   | 30 - 60   |
| No. 40 (0.425 mm)               | 20 - 35   |
| No. 200 (0.075 mm)              | 3 - 15.   |

**Tabla 2.6.1.4. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de Base Clase III**

| GRANULOMETRIA DE BASE CLASE IV |   |
|--------------------------------|---|
| Tamiz                          | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
| 2" (50.8 mm.)                  | 100   |
| 1" (25.4 mm.)                  | 60 - 90   |
| Nº 4 (4.76 mm.)                | 20 - 50   |
| Nº 200 (0.075 mm.)             | 0 - 15  |

**Tabla 2.6.1.5. Especificaciones del MOP - Granulometría del Material de Base Clase IV**

Luego de realizar los ensayos de granulometría de las diferentes muestras extraídas de las calicatas y comparar sus resultados con los valores recomendados en las especificaciones del MOP, se concluye que:

- La **Sub-Base** presenta características **Clase 1** y la
- **Base** corresponde a **Clase 1 - Tipo B**

(Ver Ensayos Granulométricos en ANEXOS)

**IMPRIMIR GRANULOMETRIA sub. BASE calicata 5**

**IMPRIMIR GRANULOMETRIA BASE calicata 2**

➤ **CBR**

De la misma manera se determina la capacidad portante de las capas del pavimento existente en cada una de las calicatas mediante el ensayo CBR (Ver ANEXOS).

La siguiente tabla presenta las Especificaciones Técnicas del MOP que deben cumplir los diferentes tipos de materiales que conforman cada una de las capas de un pavimento.

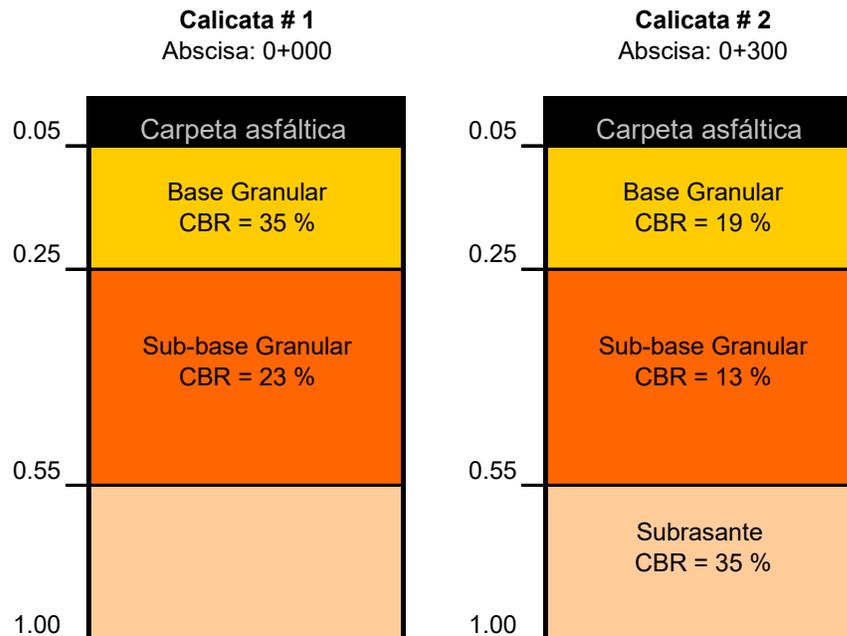
| <b>Especificaciones MOP</b> |                   |                 |             |
|-----------------------------|-------------------|-----------------|-------------|
|                             | <b>Subrasante</b> | <b>Sub-base</b> | <b>Base</b> |
| CBR                         | 20%               | > 30 %          | >80 %       |
| IP                          | < 9               | < 6             | < 6         |
| WL max.                     | 35                | 25              | 25          |

**Tabla 2.6.1.6. Especificaciones del MOP para diferentes ensayos de materiales**

A continuación se muestran los resultados obtenidos luego de haber realizado los ensayos respectivos en el laboratorio con las diferentes muestras extraídas:

| Calicata        | Abscisa | C B R       |          |      |
|-----------------|---------|-------------|----------|------|
|                 |         | Sub-rasante | Sub-base | Base |
| 1               | 0 + 000 | ---         | 23%      | 35%  |
| 2               | 0 + 300 | 35%         | 13%      | 19%  |
| 3               | 0 + 650 | 14%         | 16%      | 31%  |
| 4 (Entrada "Y") | 0 + 050 | 21%         | 20%      | 37%  |
| 5 (Salida "Y")  | 0 + 830 | ---         | 10%      | 19%  |

**Tabla 2.6.1.7. Resultados del Ensayo CBR**



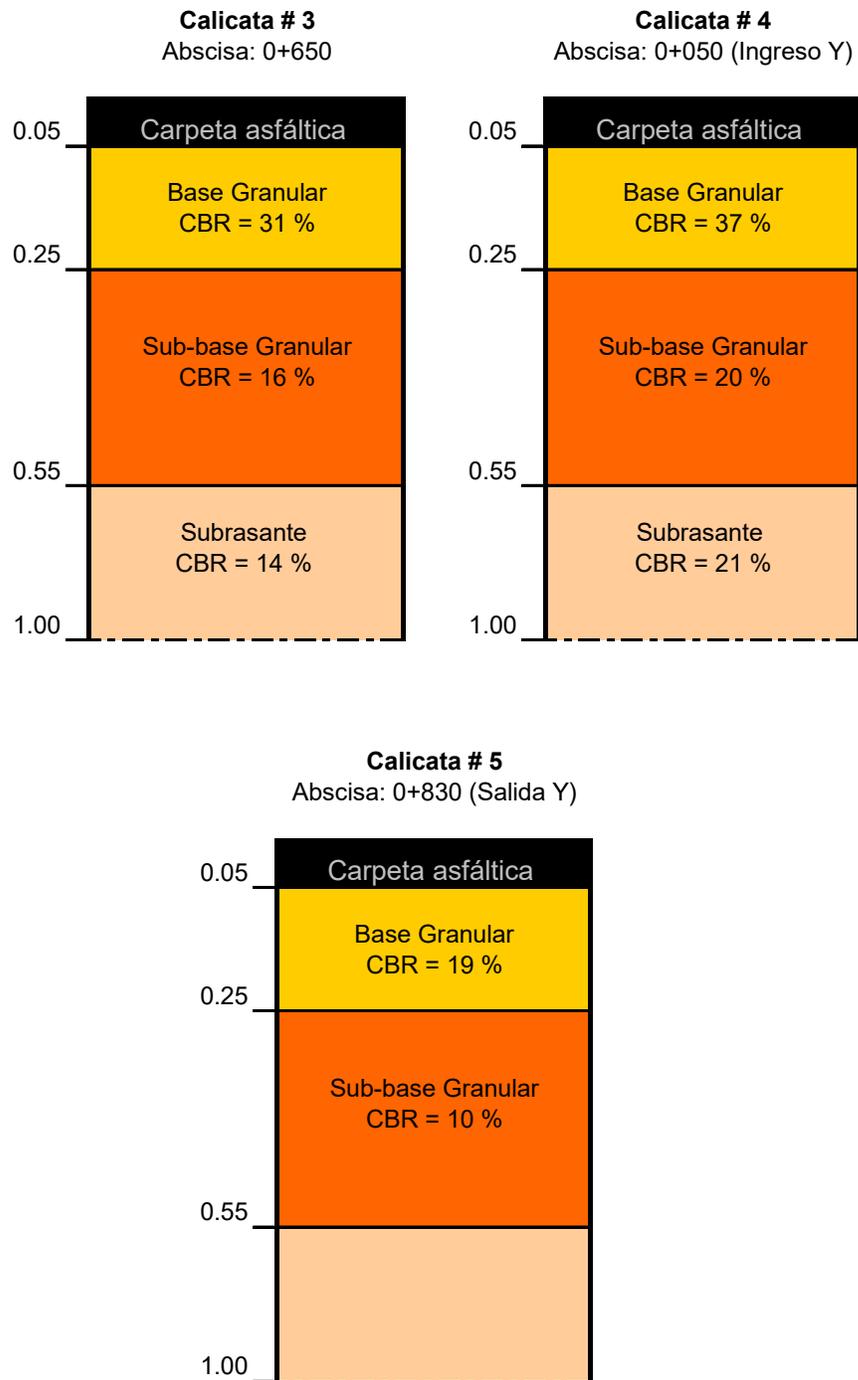


Figura 2.6.1.2. Resultados del Ensayo CBR de las diferentes capas

➤ **Proctor**

Este ensayo se realizó mediante procedimiento del Proctor Modificado, mediante el cual es posible determinar la densidad máxima y la humedad óptima de compactación. (Ver ANEXOS)

**2.6.2 Materiales:**

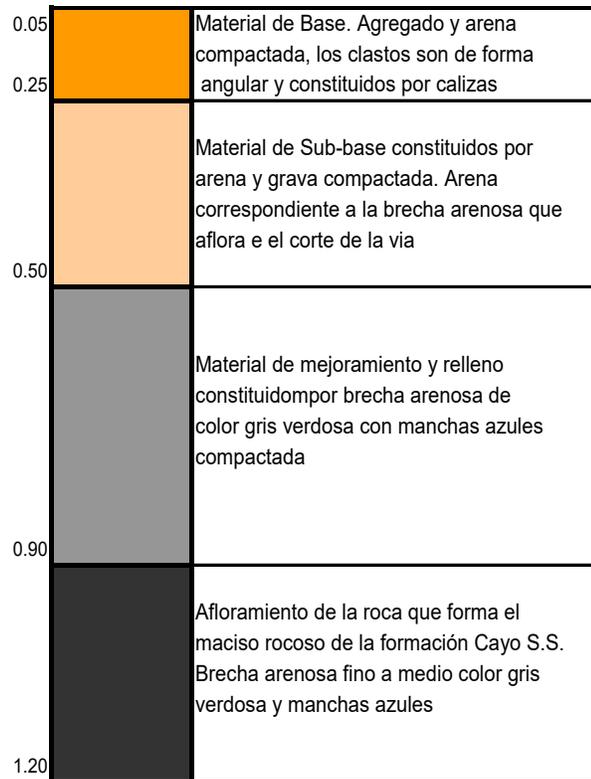
De los estudios realizados en campo por la institución, se describe un perfil estratigráfico para cada una de las calicatas realizadas a lo largo de todo el trazado de la vía que permite interpretar de manera más clara la distribución de los diferentes estratos de roca y suelo existentes en el tramo donde se realizarán las obras de rehabilitación propuestas en el presente estudio.

A partir de los datos de las calicatas excavadas en el trabajo de campo, se obtiene la columna estratigráfica en cada sitio investigado en función de la cual se determina el tipo de material que se encuentra en profundidad y tomando en cuenta las características de la actual capa de rodadura se recomienda el espesor para el pavimento.

Con los registros de las calicatas verticales se presenta la siguiente descripción estratigráfica para cada calicata con su respectiva distribución de materiales.

### **CALICATA N° 1**

Calicata 1 ubicada en la abscisa 0+000, en la actual superficie de rodadura existe una capa de asfalto de pocos centímetros de espesor, bajo esta capa se encuentra el material de base que tiene un espesor de 20 cm. El cual esta constituido por grava y arena compactada. Los clastos de material de base son de roca caliza principalmente. Siguiendo en profundidad se encuentra el material de sub-base que esta conformado por arena y grava compactada de 30 cm. de espesor. Soportando la sub-base se encuentra el material de mejoramiento de la vía y que esta constituido por arenisca brechosa compactada y que tiene la misma textura y composición del aglomerado descrito en el subcapitulo de geología. Soportando a los materiales anteriormente descritos se encuentra la roca natural que esta constituida por aglomerado volcánico de la formación Cayo miembro Cayo Sensu-estricto.

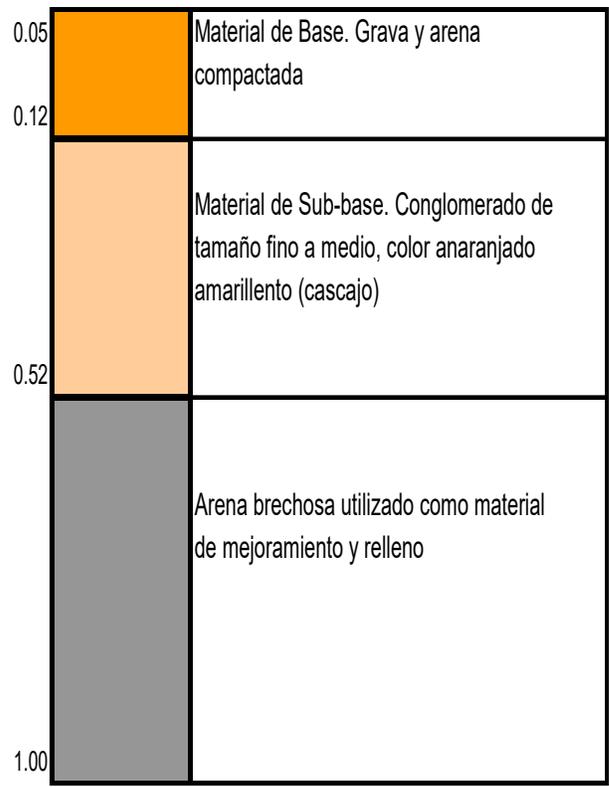


**Figura 2.6.2.1. Estratigrafía Calicata # 1 – Abscisa 0 + 000**

## **CALICATA Nº 2**

Está localizada en la abscisa 0+300. Bajo la capa de asfalto que forma la capa de rodadura se ubica el material de base que esta constituida por grava y arena compactada que tiene un espesor en sitio de 12 cm. y los clastos corresponde a la roca caliza. Seguidamente se encuentra 40 cm. de material de sub-base que corresponde al material importado constituido por cascajo

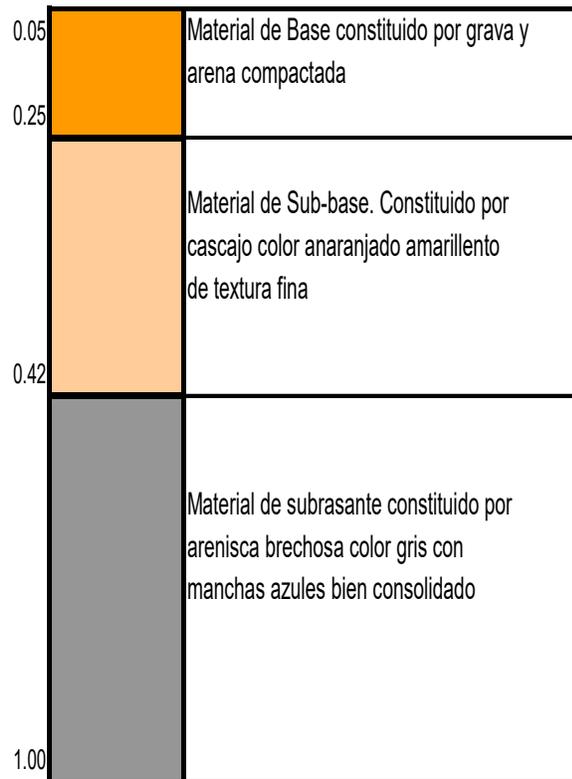
de color anaranjado con clastos de lutitas de la formación Cayo del nivel superior del miembro Cayo Sensu-estricto. Soportando a los materiales anteriormente descritos se encuentra el material de mejoramiento que tiene un espesor superior a 1 m. que esta constituido por la compactación del aglomerado volcánico que fue extraído del corte realizado en la colina alta inmediatamente cercana al sitio



**Figura 2.6.2.2. Estratigrafía Calicata # 2 – Abscisa 0 + 300**

### **CALICATA N° 3**

La calicata 3 esta localizada en la abscisa 0+650 y tiene la siguiente descripción estratigráfica. Bajo la capa de rodadura se encuentra el material de base que tiene 20 cm. de espesor que esta constituido por grava y arena compactados por clastos de caliza. Bajo la capa de base se encuentra la sub-base que tiene un espesor de 22 cm. y esta constituido con material importado de las canteras ricas en lutita. En este sitio en particular aflora la roca que soporta los materiales antes mencionados que esta constituida por aglomerado de grano fino bien consolidado y en buen estado natural de conservación. Este afloramiento el de roca masiva competente con buenas propiedades de soporte que por su textura prácticamente se podría definir como poco permeable.

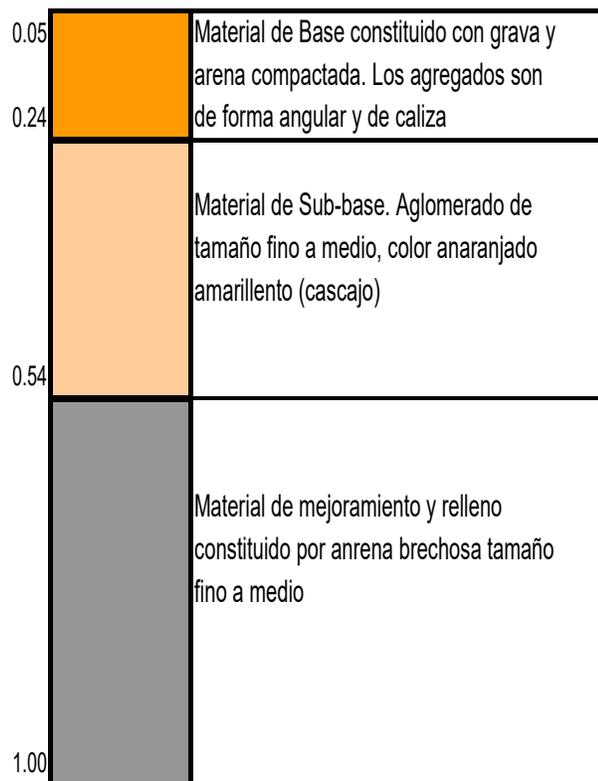


**Figura 2.6.2.3. Estratigrafía Calicata # 3– Abscisa 0 + 650**

#### **CALICATA N° 4**

Localizada en la abscisa 0+850 pero en el tramo de la salida a la altura de la bifurcación. Bajo la capa de rodadura se encuentra el material de base que esta constituido por grava y arena compactada con clastos de caliza y un espesor de 24 cm. bajo el material de base se encuentra el material de sub-base constituido por cascajo de tamaño fino de color anaranjado cuya composición corresponde a lutitas fracturadas y meteorizadas,

el espesor es de 30 cm. bajo estos materiales se encuentra la capa de mejoramiento que corresponde al cascajo de color anaranjado de textura gruesa. El espesor esta por encima de 1 m., bajo todos estos materiales mencionados esta la roca lutita de la formación Cayo miembro Cayo Sensus estricto que aflora en este sector del Campus.



**Figura 2.6.2.4. Estratigrafía Calicata # 4 – Abscisa 0 + 850**

### CALICATA N° 5

Ubicada en la abscisa 0+050 en el tramo de ingreso a la vía por la Y, bajo la capa de rodadura se encuentra el material de base constituido por grava y arena compactada con clastos de caliza, tiene un espesor de 16 cm. Bajo la base esta la sub-base que corresponde a cascajo compactado color anaranjado-rojizo constituido por lutita fracturada y meteorizada con un espesor de 20 cm. seguidamente esta el material de mejoramiento que esta apoyado sobre la lutita y tiene un espesor mayor a 1 metro.

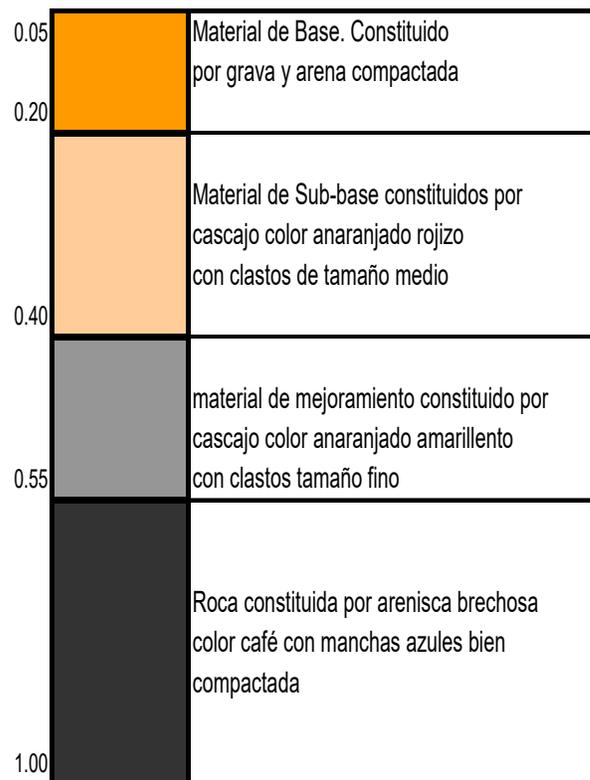


Figura 2.6.2.5. Estratigrafía Calicata # 5 – Abscisa 0 + 050

De cada una de las calicatas descritas anteriormente se tomaron muestras alteradas representativas de los distintos materiales que conforman la base, sub-base y relleno de mejoramiento..

En cada muestra se realizaron ensayos geomecánicos relacionados con el contenido de humedad, límites de Atterberg, granulometría con lavado, CBR, expansión controlada y expansión.

El contenido natural de humedad varía de conformidad con el tipo de material y la posición topográfica la misma que esta condicionada a la morfología del terreno.

De conformidad con los ensayos de laboratorio, los suelos que existen en la vía se clasifican de la siguiente manera:

#### Suelo Gravoso

Corresponde a las gravas y arenas de río que en las condiciones actuales de la vía son parte de la base y sub-base.

El espesor de este material es variable dependiendo de la morfología del terreno y la ubicación del material de la subrasante, teniendo en general un espesor promedio de 20

cm. Este suelo se caracteriza por ser no plástico y no expansivo.

#### Suelo Gravoso con Limo

Bajo los materiales granulares anteriormente descritos se encuentran en un suelo constituido por grava limosa que corresponde a la capa de sub-base que tiene un espesor promedio de 30 cm. este material en ciertos lugares han sido colocados con porcentajes más finos por lo que la granulometría se corresponde con suelos arenosos-limosos de baja plasticidad con una expansión  $6.5 T/m^2$  como promedio. En la mayoría de los casos este material corresponde a material importado de las canteras de Guayaquil que normalmente es comercializado como cascajo.

#### Suelo Gravoso con Arcilla

Los suelos clasificados como grava arcillosa se encuentran conformado el estrato de material de mejoramiento que ha sido colocado sobre el nivel de la subrasante que en ciertos lugares tiene un espesor mayor a 1.5 m. este suelo es ligeramente plástico y registra una expansión de  $6.6 T/m^2$ .

Los suelos anteriormente descritos conforman el diseño del pavimento de la vía que ha soportado el tráfico normal de los vehículos y no se registran problemas de asentamiento excepto en los sitios donde se ha producido la ruptura de la tubería del sistema principal de agua potable el mismo que tiene un trazado ubicado en el eje de la vía, situación que se deberá resolver durante la ejecución de la rehabilitación vial definitivo.

# **CAPITULO 3**

## **3. ESTUDIO Y DISEÑO PARA REUBICACION DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE EXISTENTE**

### **3.1 Trazado Actual de la red de AAPP del tramo en estudio**

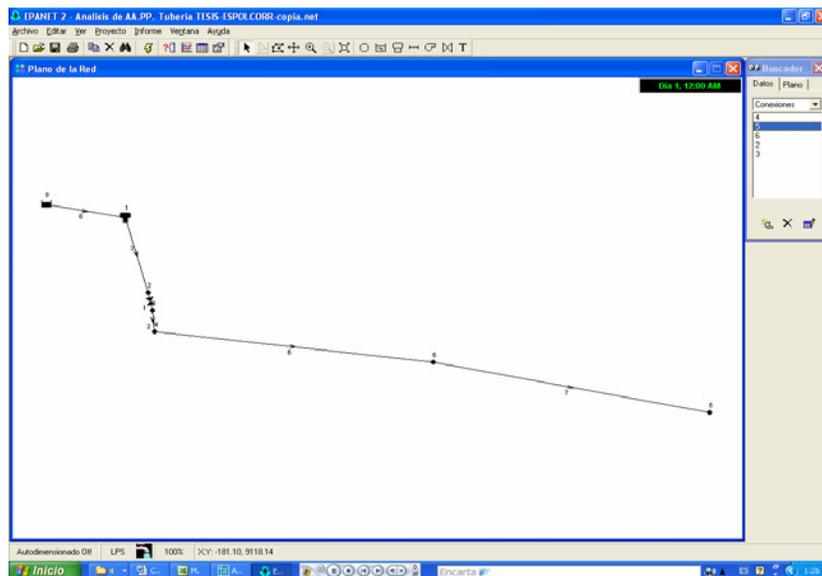
#### **3.1.1 Descripción**

La tubería de AAPP de interés se encuentra ubicada a lo largo del eje de un tramo de la vía en estudio, tiene las características de diámetro y longitud mostrada en los planos adjuntos en los anexos de este proyecto de tesis. Según información proporcionada por las unidades correspondientes de la ESPOL, el Tanque (reservorio de AAPP), se encuentra ubicado a pocos metros de las suites de profesores.

El reservorio de agua se halla en la cota 110 m, presenta una altura de 20 m y su volumen máximo de almacenamiento es de 1262.79 m<sup>3</sup>.



**Foto 3.1.1.1. Trazado Actual de la Tubería de AAPP**



**Figura 3.1.1.1. Modelación del trazado actual de la tubería en EPANET**

Es a partir de éste reservorio donde se inicia la tubería principal cuya longitud aproximada es 180 m y  $\phi = 400$  mm hasta intersectarse con la vía de éste proyecto. Esta tubería continúa a lo largo del eje de la carretera de proyecto una longitud aproximada de 200 m hasta intersectarse con la vía principal de la ESPOL para continuar su recorrido de abastecimiento al Núcleo de Ingenierías.

De manera similar, a 45 m del punto de inicio del trazado de la red (Reservorio de agua) se encuentra ubicada una “T” que permite derivar el flujo de AAPP hacia el sector de Tecnologías. Este ramal tiene una longitud aproximada de 215 m y  $\phi = 315$  mm.



**Foto 3.1.1.2. Derivación del flujo por medio de una “T”**

Es importante mencionar también que a la salida del reservorio de agua se encuentra ubicada una válvula de compuerta con su respectiva cámara de inspección.



**Foto 3.1.1.3. Válvula de compuerta existente**

### **3.1.2 Levantamiento**

Para la identificación del trazado de la tubería, se realizó trabajos de campo tales como el levantamiento de la línea de dicha tubería, el mismo que se puede apreciar en los planos anexos adjuntos.

Para la realización de tal levantamiento se empleó equipo topográfico y personal de la Unidad de Mantenimiento de la ESPOL, quienes nos dirigieron por la línea donde se encuentra ubicada la tubería. Las cotas calculadas luego del levantamiento topográfico (nivelación) son las del terreno sobre la tubería, considerando que la línea de distribución sigue la misma pendiente de la vía en estudio. Esta tubería se encuentra enterrada a una profundidad aproximada de 1.80 m bajo la capa superficial de rodadura.

### **3.2 Estudio Hidráulico Preliminar**

Para el cálculo de los parámetros que definen el dimensionamiento de la tubería, se cuenta con información proporcionada por las unidades técnicas encargadas de ésta labor en la ESPOL. Dichos parámetros son: registros de niveles de agua del tanque (reservorio), volúmenes del tanque según el nivel del agua, etc.

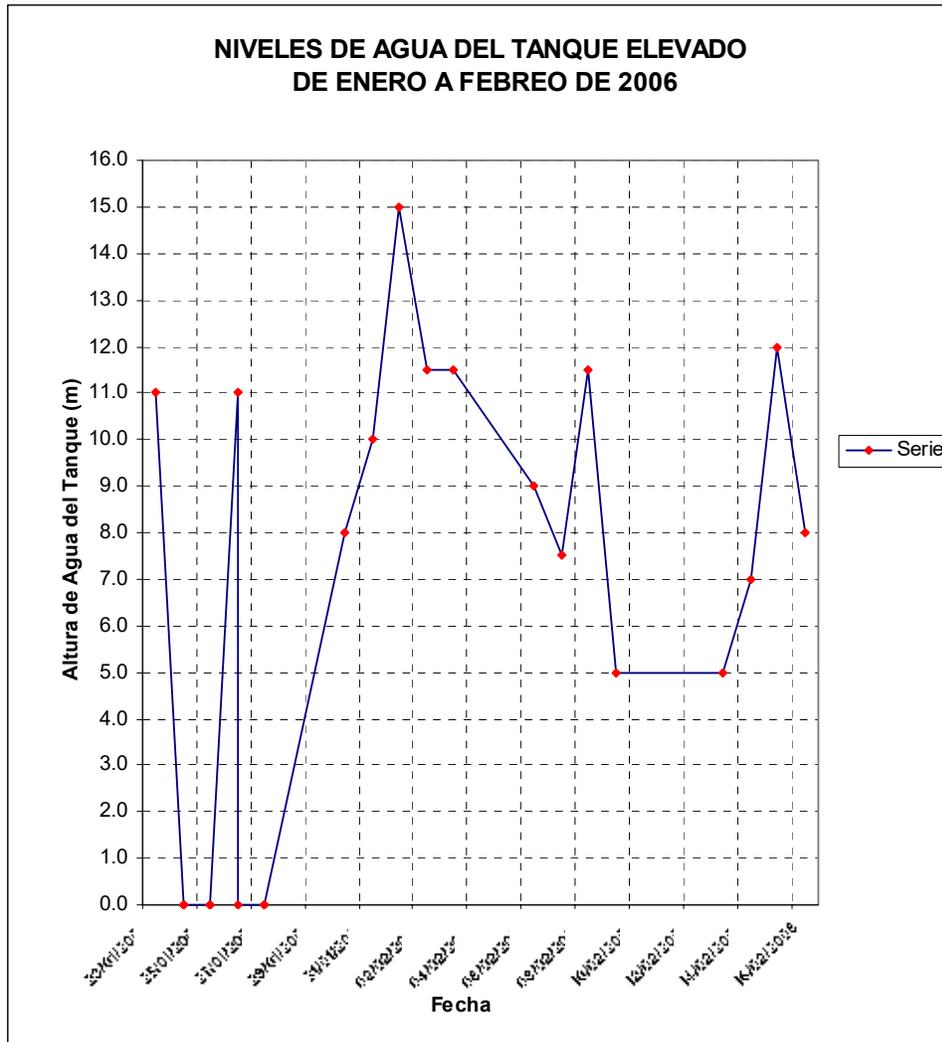


**Foto 3.2.1. Reservorio de agua de la ESPOL**

Las tablas que a continuación se presentan son los datos de los parámetros mencionados:

| FECHA     | HORA      | NIVEL (m) | BOMBEO PROGRAMADOS (horas) |
|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| 23-ene-06 | 08 hoo    | 11.0      | 3 horas                    |
| 24-ene-06 |           |           | No                         |
| 24-ene-06 |           |           | No                         |
| 24-ene-06 |           |           | No                         |
| 25-ene-06 |           |           | No                         |
| 25-ene-06 |           |           | No                         |
| 26-ene-06 | 13 hoo    | 11.0      | 3 horas                    |
| 26-ene-06 |           |           | No                         |
| 27-ene-06 |           |           | No                         |
| 27-ene-06 |           |           | No                         |
| 30-ene-06 | 09 hoo    | 8.0       | 5 horas                    |
| 31-ene-06 | 09 hoo    | 10.0      | 4 horas                    |
| 01-feb-06 | 10 hoo    | 15.0      | No                         |
| 02-feb-06 | 08 hoo 30 | 11.5      | 3 horas                    |
| 03-feb-06 | 09 hoo    | 11.5      | No                         |
| 06-feb-06 | 10 hoo    | 9.0       | 4 horas                    |
| 07-feb-06 | 08 hoo 20 | 7.5       | 4 horas                    |
| 08-feb-06 | 08 hoo 30 | 11.5      | No                         |
| 09-feb-06 | 08 hoo 15 | 5.0       | 5 horas                    |
| 13-feb-06 | 8 hoo 30  | 5.0       | 5 horas                    |
| 14-feb-06 | 08 hoo 30 | 7.0       | 4 horas                    |
| 15-feb-06 | 09 hoo    | 12.0      | No                         |
| 16-feb-06 | 08 hoo 15 | 8.0       | 5 horas                    |

**Tabla 3.2.1. Registro del Nivel de Agua Potable del Tanque Elevado en el 2006**



**Gráfico 3.2.1. Variación de los niveles de agua en el reservorio**

Debido a que el tanque (reservorio) presenta geometría irregular, se calcula el volumen existente en función de la altura de agua para cuando la bomba se encuentra encendida.

| ALTURA (m) | VOLUMEN (m3) |
|------------|--------------|
| 5          | 161.12       |
| 6          | 212.94       |
| 7          | 272.51       |
| 8          | 340.33       |
| 9          | 416.93       |
| 10         | 502.82       |
| 11         | 598.52       |
| 12         | 704.56       |
| 13         | 808.99       |
| 14         | 902.32       |
| 15         | 985.13       |
| 16         | 1058.03      |
| 17         | 1121.63      |
| 18         | 1176.55      |
| 19         | 1223.4       |

Tabla 3.2.2. Variación del Volumen en función de la altura de agua

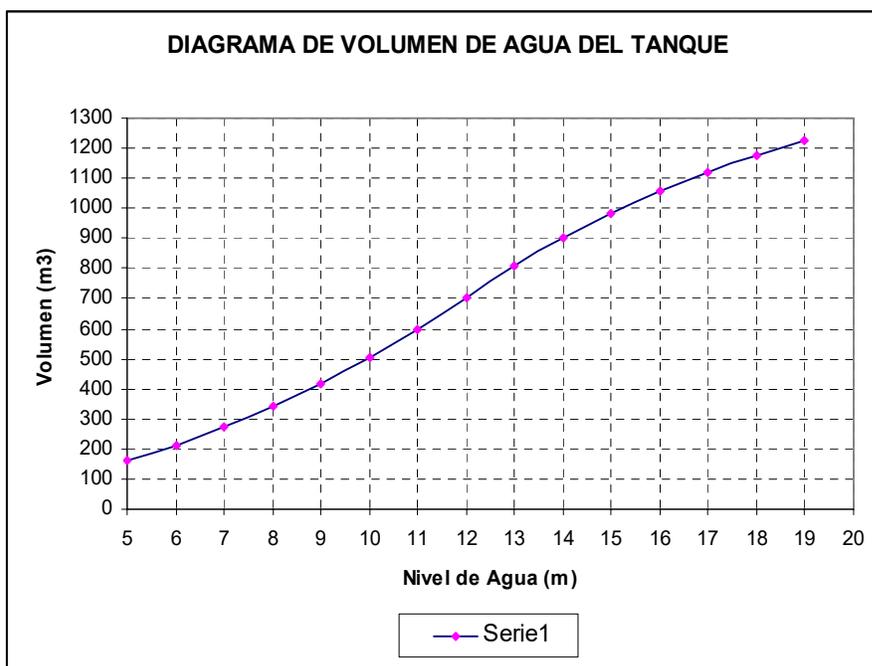


Gráfico 3.2.2. Volumen del Tanque en función de la altura de agua

### 3.2.1 Caudal

Para el cálculo del caudal se debe considerar las siguientes dotaciones que dependen del grado de desarrollo de la población y del factor climático así como también de la calidad del mismo, establecidas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| Zonas rurales           | <b>120 Lts/hab./día</b> |
| Hasta 20000 habitantes  | 200 Lts/hab./día        |
| Hasta 50000 habitantes  | 250 Lts/hab./día        |
| Mas de 50000 habitantes | 300 Lts/hab./día        |

**Tabla 3.2.1.1. Dotaciones establecidas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental**

Para el desarrollo de éste estudio se debe adoptar una dotación de 120 Lts./Est/día correspondiente a zonas rurales. La fórmula para el cálculo del caudal en (Lts./seg.) es:

$$Q = \frac{2 \times \text{Dotación} \times \text{Habitantes}}{86400}$$

### **Población Futura**

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Donde:

$$Pa = 7442 \text{ (Sector Ingenierías + Tecnologías)}$$

$$r = 8\%$$

$$n = 20 \text{ años}$$

Por lo tanto:

$$Pf = 7442 * (1 + 0.08)^{20}$$

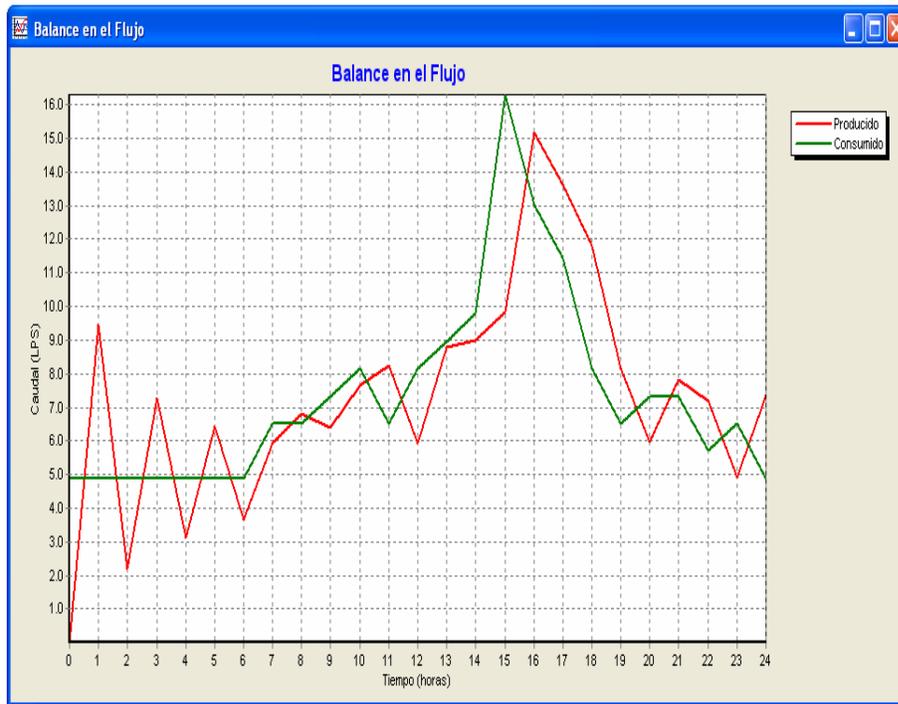
$$Pf = 34687 \text{ habitantes}$$

### **Caudal proyectado**

Con los datos anteriores es posible determinar el Caudal proyectado que se utilizará en el diseño de la siguiente manera:

$$Q = \frac{2 \times 120 \times 34687}{86400}$$

$$Q = 101.35 \text{ Lts. /seg.}$$



**Gráfico 3.2.1.1. Consumo diario de agua potable**

### 3.2.2 Presión

La presión es el parámetro que controla la eficiencia de un sistema de distribución, los mismos que fueron calculados usando el Software para diseño de redes de agua potable EPANET desarrollado por Water Supply and Water Resources Division (formerly the Drinking Water Research Division) of the U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory. Traducido por el Grupo Mecánica de Fluidos de la Universidad Politécnica de Valencia.

En la Tabla 3.2.2.1.- se presenta las presiones mínimas de servicio relativas al número de pisos de las edificaciones servidas.

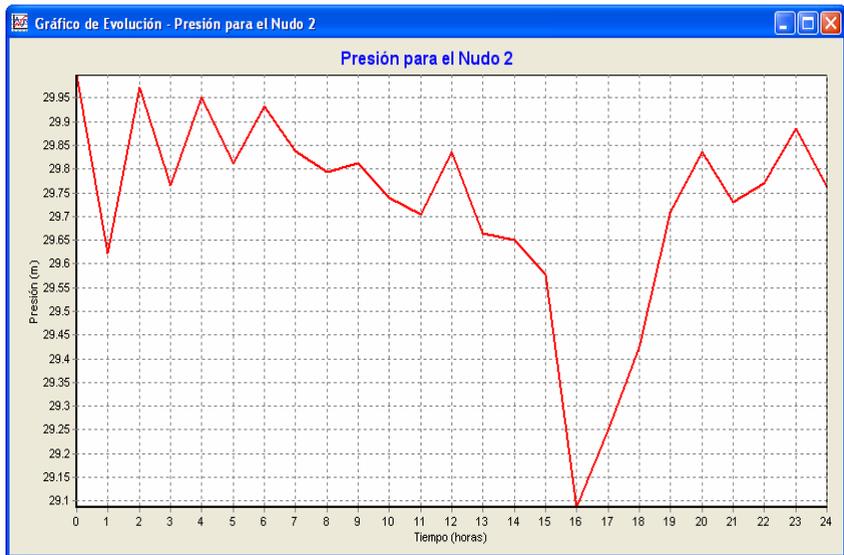
| Número de Pisos | Presión Mínima (mca) |
|-----------------|----------------------|
| 1               | 11                   |
| 2               | 15                   |
| 3               | 18                   |
| 4               | 22                   |
| 5               | 25                   |

**Tabla 3.2.2.1. Presiones mínimas según el número de pisos de las edificaciones servidas**

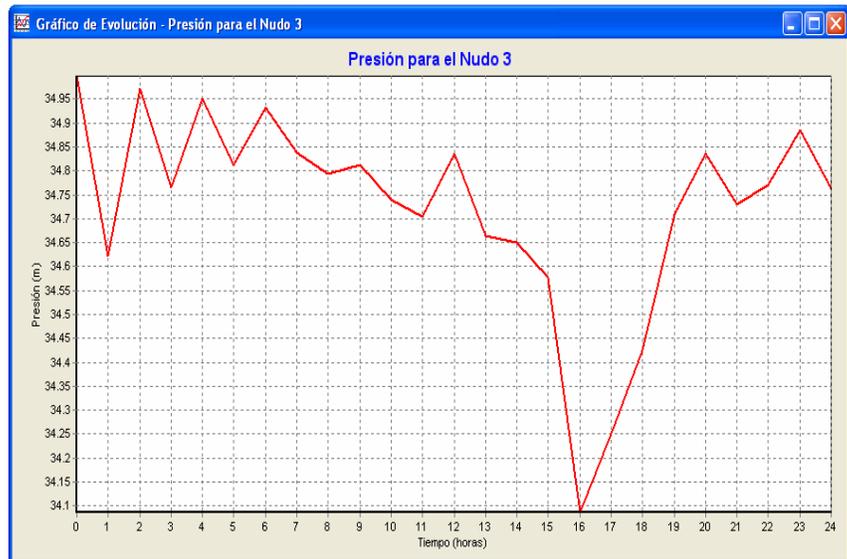
En la Tabla 3.2.2.2 se presentan estos valores después de la modelación en EPANET.

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m |
|---------|-------------|----------|-----------|
| Conex 4 | 0.98        | 130.00   | 37.00     |
| Conex 5 | 0.98        | 130.00   | 50.00     |
| Conex 6 | 0.98        | 130.00   | 46.00     |
| Conex 2 | 0.98        | 130.00   | 30.00     |
| Conex 3 | 0.98        | 130.00   | 35.00     |
| Depó 8  | -0.01       | 130.00   | 0.00      |
| Tanq 1  | -4.88       | 130.00   | 19.00     |

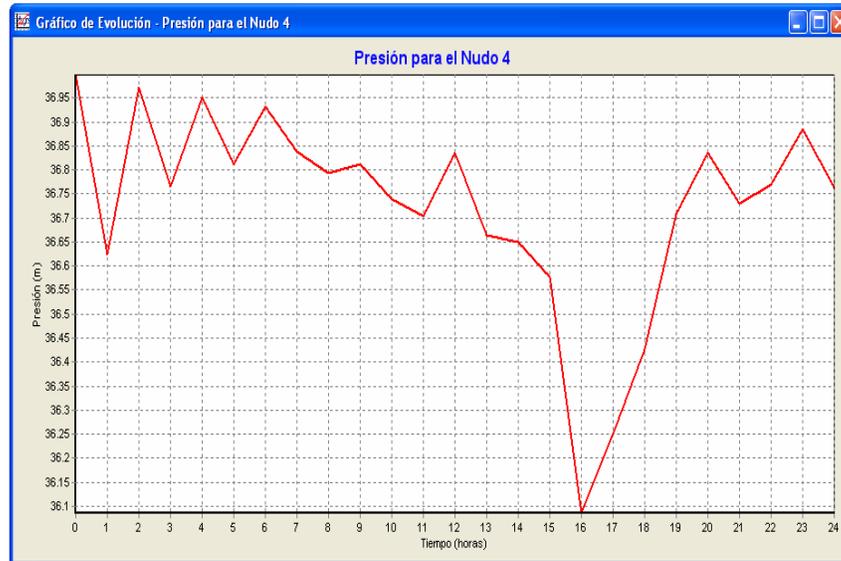
**Tabla 3.2.2.2. Presiones resultantes en los nodos**



**Gráfico 3.2.2.1. Variación diaria de presión en el nudo 2**



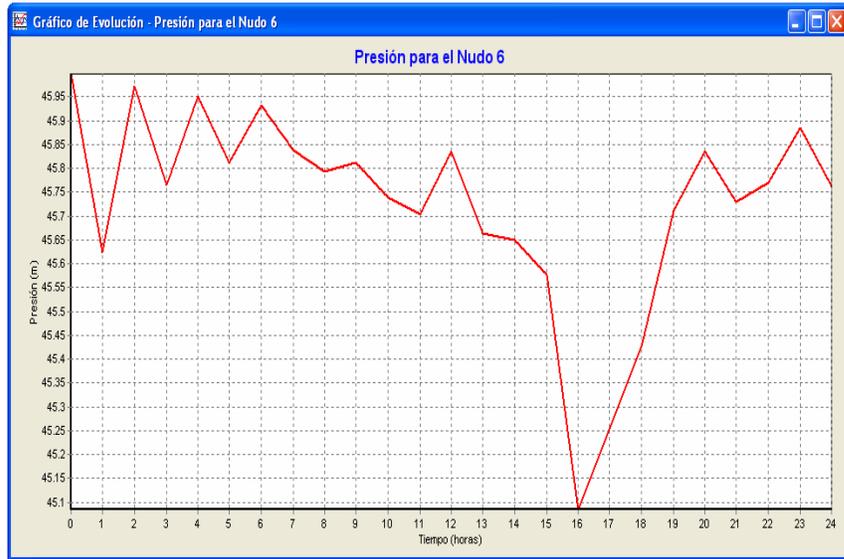
**Gráfico 3.2.2.2. Variación diaria de presión en el nudo 3**



**Gráfico 3.2.2.3. Variación diaria de presión en el nudo 4**



**Gráfico 3.2.2.4. Variación diaria de presión en el nudo 5**



**Gráfico 3.2.2.5. Variación diaria de presión en el nudo 6**

### 3.2.3 Diámetro

El diámetro utilizado para el cálculo de los caudales, son los mismos que existen la actual línea de distribución, y que se presentan detallados en los planos adjuntos en los anexos de esta tesis y que se resumen a continuación:

- Sector Ingenierías.....  $\phi = 400$  mm
- Sector Tecnologías.....  $\phi = 315$  mm

### 3.2.4 Velocidad de Flujo

Este parámetro esta ligado al caudal que conduce la tubería y que deben estar en el rango de los límites de velocidades máximos y mínimos, que según la norma son:

Velocidad Mínima = 0.6 m/seg.

Velocidad Máxima = 2.0 m/seg.

La tabla que a continuación se presenta, contiene las velocidades máximas y caudales máximos según el diámetro de la tubería:

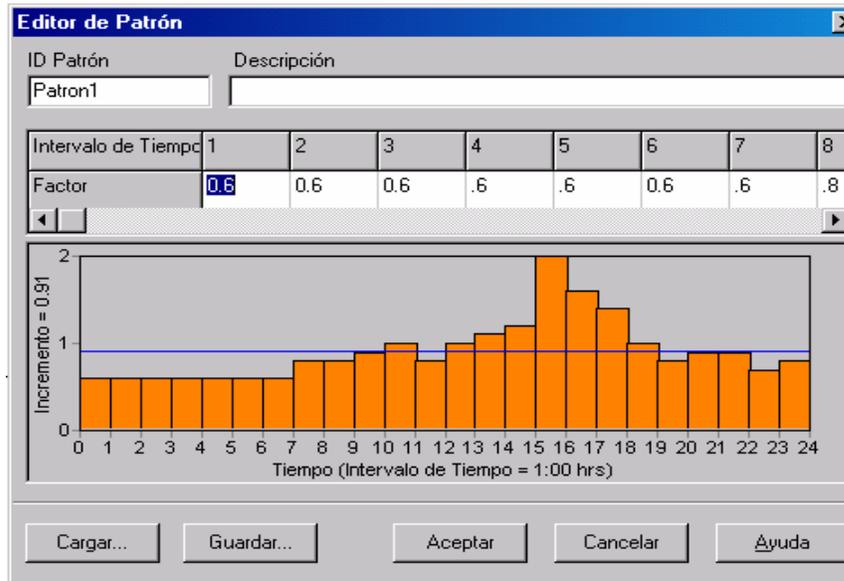
| $\Phi$ (mm) | $V_{\max}$ (m/s) | $Q_{\max}$ (Lt/s) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 90          | 0.75             | 3.77              |
| 110         | 0.75             | 5.89              |
| 160         | 0.80             | 14.14             |
| 200         | 0.90             | 28.27             |
| 250         | 1.00             | 49.09             |
| 300         | 1.10             | 77.75             |
| 350         | 1.20             | 115.45            |
| 400         | 1.25             | 157.10            |
| 450         | 1.30             | 206.76            |
| 500         | 1.40             | 274.90            |

**Tabla 3.2.4.1. Velocidad y Caudal Máximo en función del diámetro de la tubería**

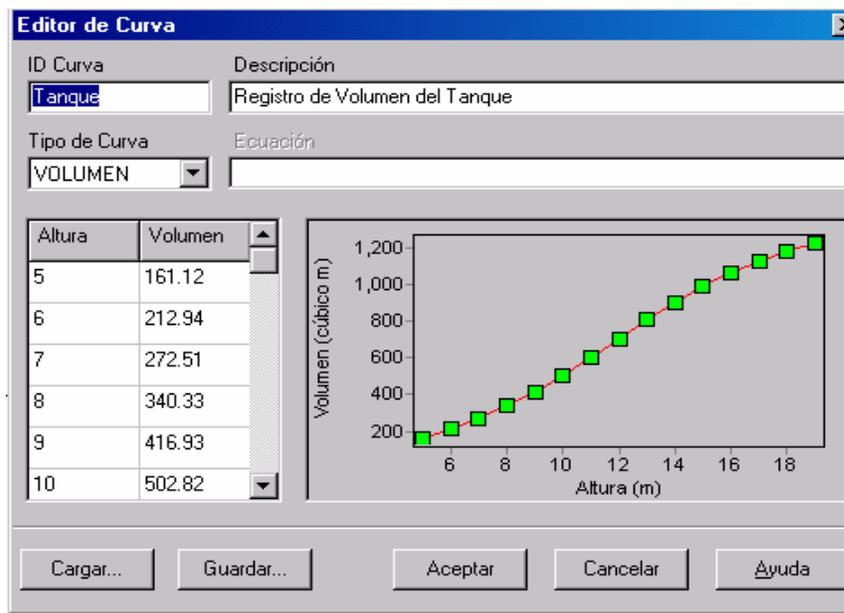
En la tabla 3.2.4.2 se presenta estos valores de velocidades de flujo después de una simulación en EPANET.

| ID Línea | Longitud m | Caudal LPS | Velocidad m/s | Factor de Fricción |
|----------|------------|------------|---------------|--------------------|
| Tube 6   | 99.65      | 1.96       | 0.02          | 0.027              |
| Tube 7   | 100.07     | 0.98       | 0.01          | 0.036              |
| Tube 8   | 28.53      | 0.01       | 0.00          | 0.000              |
| Tube 2   | 70         | 2.93       | 0.02          | 0.025              |
| Tube 3   | 110        | -4.89      | 0.07          | 0.023              |
| Válv 1   | #N/A       | 3.91       | 0.06          | 0.000              |

**Tabla 3.2.4.2. Velocidades y Caudales de las líneas de trazado**



**Gráfico 3.2.4.1. Patrón de demanda en 24 horas**



**Gráfico 3.2.4.2. Variación del volumen de agua en el reservorio**

### **3.3. Problemas que presenta la tubería de AAPP**

#### **3.3.1 Identificación**

El personal de la Unidad de Mantenimiento de la ESPOL, encargada de la red de abastecimiento de agua potable, determina que la tubería principal que desciende por la vía en estudio presenta fugas en su recorrido, las mismas que han sido detectadas por afloramientos de agua en los costados de la superficie de la vía. Actualmente no se han definido exactamente los puntos de fuga debido a que la pendiente de esta vía se presta al drenaje subterráneo por gravedad, y que se hallado dichos afloramientos en las partes mas bajas de ésta.

De los caudales y presiones mostrados anteriormente del análisis hidráulico simulado en EPANET, se concluye que la red actual de abastecimiento de AAPP no presenta problemas por altas presiones según primeras hipótesis. Por lo tanto las fugas están ocurriendo por dos razones importantes:

- 1) La tubería de AAPP no se asienta sobre cama de arena alguna, sino que se apoya directamente sobre la capa de agregados, los mismos que actúan como cuñas en la tubería de PVC.
- 2) Las fugas se presentan en el cambio de dirección de la tubería a la altura de la intersección con el eje de la vía de proyecto.

### **3.3.2 Propuesta**

Luego de realizar los estudios hidráulicos preliminares, identificar las posibles causas del problema, se propone realizar un nuevo trazado de la tubería que actualmente se encuentra en el eje de la vía, dejando de así fuera de servicio la existente.

Para tal propósito se plantea prolongar el tramo que desciende desde el reservorio de agua hacia el espaldón del borde derecho de la carretera del carril de salida a la vía principal de la ESPOL. Este nuevo trazado de la red de abastecimiento para el sector de Ingenierías se colocará manteniendo la misma profundidad y pendiente que la existente, con la finalidad de conservar las mismas presiones y caudales de flujo. Además se adicionará dos cámaras de inspección con su respectiva válvula de compuerta (Su ubicación y detalles se presenta en los planos anexos).

La razón por la cual es conveniente ubicar el nuevo trazado en los espaldones, es brindar facilidad en el proceso de excavación y relleno de la zanja para futuros mantenimientos de la tubería que será colocada. De ésta manera no se destruye la capa de rodadura de proyecto por cuanto puede incidir en el tránsito vehicular.

### **3.4 Diseño Definitivo de la Alternativa Propuesta**

El diseño definitivo de la alternativa planteada en este proyecto, se encuentra gobernado por las características y parámetros de la tubería existente, los mismos que se mantendrán para la propuesta definitiva por las razones hidráulicas antes mencionadas. (Ver Sección 3.1, 3.2, 3.3).

#### **3.4.1 Cálculos Hidráulicos**

##### **3.4.1.1 Diámetro**

El diámetro de la tubería escogida para el nuevo trazado de la red de AA.PP, será la misma que presenta la existente, es decir, 400 mm.

##### **3.4.1.2 Longitud**

La longitud de la tubería del nuevo trazado es equivalente a la del tramo que se encuentra en el eje de la vía, siendo esta, aproximadamente 200 m.

##### **3.4.1.3 Accesorios**

Los accesorios requeridos para la instalación de la nueva tubería, consiste en proporcionar válvulas de compuerta con su respectiva cámara de inspección, codos y demás necesarios para su buen funcionamiento y que se detallan en el análisis de precios que se describe posteriormente.

### **3.5. Reubicación de la Tubería de Agua Potable**

Como se menciona en el numeral 3.3.2., se propone realizar un nuevo trazado de la red de AA.PP que abastece al sector de ingeniería considerando:

- El nuevo trazado de la red será ubicada en el espaldón del carril derecho de la vía de proyecto hacia la salida de la misma (bifurcación en Y).
- Mantener el diámetro, pendiente, alineamiento y profundidad de la tubería del trazado existente por ser hidráulicamente suficiente como ha sido demostrado
- Apoyar la tubería del nuevo trazado sobre cama de arena según se indica en las especificaciones constructivas.
- Ubicar 2 cámaras de inspección con sus respectivas válvulas de compuerta que permitan reparaciones futuras.

Para la instalación de la tubería de agua potable a ejecutarse, se tendrán en consideración todas las recomendaciones y especificaciones señaladas en la sección 3.5.4 de Especificaciones Técnicas de Construcción.

### **3.5.1 Análisis de Precios Unitarios AAPP**













### **3.5.2 Presupuesto Referencial AAPP**

### **3.5.3 Especificaciones de Diseño**

Las especificaciones para el diseño definitivo para la tubería de agua potable, son las mencionadas anteriormente en la sección 3.2 de Estudios Hidráulicos Preliminares.

### **3.5.4 Especificaciones Técnicas de Construcción**

#### **OBRAS PRELIMINARES**

##### **Caseta de Bodega y Guardianía**

ALCANCE.

El Contratista deberá proporcionar a su personal, los campamentos y servicios necesarios, atendiendo a lo estipulado por las disposiciones legales y de seguridad industrial, en vigor.

El costo de los trabajos descritos queda incluido en los rubros de costos directos i/o indirectos, que forma parte de los precios unitarios o generales de los trabajos contratados.

Consiste en proporcionar toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipos de transporte, necesarios para completar

todos los trabajos preliminares constantes en Planos y en estas Especificaciones, incluyendo los siguientes:

Caseta y Bodega de Obra.

Rótulos.

Guardianía diurna y nocturna.

#### CASETA DE GUARDIAN.

El Contratista adecuará tan pronto como sea posible, una Caseta de Guardián segura para la vivienda y SSHH del guardián, de dimensiones mínimas 4.00 x 2.45 x 2.57m.

#### BODEGA DE OBRA

El Contratista adecuará tan pronto como sea posible, una Bodega de materiales de construcción, de dimensiones mínimas 6.04 x 2.45 x 2.57m.

**Nota: El Contratista puede Alquilar una bodega o casa cercana a la Obra.**

#### ROTULOS.

El Contratista de la Obra hará elaborar y colocar rótulos de las siguientes dimensiones:

- Letrero de Obra: 1,20 x 2,40 m.
- Letreros de señalizaciones: 0,60 x 0,60 m:

El sitio que indique el Profesional Fiscalizador, y sito en cada una de las 4 esquinas del lugar de trabajo.

#### GUARDIANIA.

La guardiana deberá iniciarse con la Obra misma, y será permanente, hasta la finalización de los trabajos y recepción de Obras. La guardianía será diurna y nocturna.

#### **Replanteo y Nivelación Lineal**

El Contratista realizará con Profesionales y equipo de precisión adecuados, el replanteo de todas las obras a realizarse, estableciendo y localizando todas las dimensiones y niveles de dichos elementos, siendo responsable por su localización correcta.

Los trabajos se deberán realizar ciñéndose a los planos del Proyecto; para lo cual, se deberán emplear sistemas de precisión basándose en los ejes de diseño y puntos del levantamiento topográfico con sus respectivas referencias.

Deberá adicionalmente, dejar hitos (B.M.) de los puntos principales que permitan una fácil comprobación de la ubicación y niveles de las Obras.

## **Excavación**

### **a) Procedimiento de Trabajo**

Todas las excavaciones serán hechas en tal forma y dimensiones que provean un amplio espacio para construir las obras proyectadas de instalación de las tuberías de AA.PP. y para el entibado que pudieran ser necesario. Cualquier variación en los anchos de la zanja mostrados en los planos requerirá aprobación previa.

Anchos mayores podrán ser autorizados si fuesen necesarios para asegurar la compactación adecuada del relleno alrededor de la tubería.

En el plano de detalle del proyecto se han indicado la sección típica de zanja para las tuberías de la conducción, mostrando dimensiones mínimas. En todo caso se respetarán los límites especificados por el fabricante de las tuberías. Los límites de las excavaciones serán fijados de acuerdo a la naturaleza de los materiales que se encuentran a medida que el trabajo progrese.

El contratista podrá excavar las zanjas utilizando cualquier método satisfactorio a la Fiscalización.

El largo de la zanja con anterioridad a la colocación de la tubería y no se dejará más de 10 metros de zanja sin relleno, luego de haber

colocado los tubos y efectuados las paredes, siempre y cuando las condiciones del terreno y climáticas sean las adecuadas.

Este largo no excederá más allá de las medidas indicadas en los planos y previa aprobación del Fiscalizador, y tendrá que empatare a la tubería existente antes de llegar a la calzada de la vía principal, para no tener que romper ni perjudicar la losa actual.

Si es necesario el entibamiento en las tuberías, cuando las condiciones del trabajo sea tales que pongan en peligro la seguridad de los trabajadores, la obra misma o construcciones existentes, ajuicio del Fiscalización, se deberán chocar los tablestacados y apuntalamientos que se juzguen necesarios. La omisión de esta orden o la aceptación de la fiscalización de los entibados construidos no releva al constructor de la responsabilidad sobre los mismos.

#### **b) Medición y Pago**

La forma de medición y pago de estos trabajos será el metro cúbico

#### **Relleno Compactado con material del sitio**

##### **a) Procedimiento de Trabajo**

No se deberá proceder a ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito de la Fiscalización. Menos que la Fiscalización ordene lo contrario y exceptuado lugares donde haya

obras de hormigón fresco sujeto a posibles daños, todas las excavaciones y zanjas serán rellenadas inmediatamente después de terminadas y las tuberías allí instaladas.

La primera parte del relleno se hará empleando el mejor material seleccionado libre de piedras, preferentemente arena o arcilla neutra y autorizada por el Fiscalizador. Este material se colocará en la parte inferior y superior (colchón de arena) de la tubería hasta el nivel indicado en los planos, y consolidando el relleno de manera tal que resulte en un lecho salido para toda la tubería.

Hasta un nivel de 30 centímetros por encima de la clave superior de la tubería instalada, el relleno será colocado en capas que no excedan 15 centímetros de profundidad que no contengan piedras mayores de 9 milímetros. Cada capa será cuidadosa y perfectamente compactada por medios mecánicos con las herramientas adecuadas en forma tal que no ocurra asentamiento una vez que el relleno esté terminado.

El relleno de la zanja, pasado los 30 centímetros sobre la tubería instalada, será compactada en capas no mayores de 30 centímetros.

Por lo tanto se recomienda que se determine el espesor de las capas de relleno de acuerdo al material disponible para relleno. El porcentaje de piedra en el material de relleno no deberá ser excesivo para

asegurar que todos los intersticios queden relleno con material fino. Cada capa será cuidadosa y perfectamente compactada por medios mecánicos en tal forma que no ocurra asentamiento una vez que el relleno esté terminado.

Este será cuidadosamente colocado para evitar asentamiento excesivo y para asegurar que las piedras queden distribuidas uniformemente en todo el material. La compactación Proctor mínima será del 90%. Se tomará cuidado al rellenar para evitar daños por la caída, rodamiento o deslizamiento del material. Todo asentamiento del relleno será separado por el Contratista a su propio costo. Bajo calzadas de calles públicas o caminos la compactación deberá ser mínima del 95% Proctor Modificado.

#### **b) Medición y Pago**

La medicino y forma de pago de este rubro será el metro cúbico

## **INSTALACION DE TUBERIA DE AA.PP.**

### **a) Generalidades**

Se entenderá por “Instalación o tendido de tubería” el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o ordene el fiscalizador, las tuberías que se requieran en la construcción de las líneas de tuberías.

Estas operaciones incluyen el suministro y transporte hasta el lugar de su colocación, el acarreo de la tubería, la descarga de la misma y las maniobras y acarreos locales que deba hacer el contratista para distribuirla a lo largo de la zanja. Incluyen igualmente la operación de bajar la tubería a la zanja, y su instalación propiamente dicha, ya sea que se conecte con otros tramos de tubería o con piezas especiales, y la limpieza, prueba y desinfección de las tuberías para su aceptación por parte del fiscalizador.

El contratista deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería no sufra daños durante su traslado al sitio de su utilización. Igualmente para bajar la tubería de los equipos de transporte al fondo de las zanjas deberán usarse, de ser necesario, gradas, bandas o cualquier otro dispositivo adecuado que impida que las tuberías se goleen o se dejen caer durante la operación.

Las especificaciones proporcionadas a continuación son válidas para la mayoría de los productos. Las especificaciones particulares del producto suministrado serán proporcionadas al contratista a través del proveedor antes de comenzar la ejecución de las obras.

- Apilamiento de tuberías. Cuando no es posible que la tubería sea colocada a lo largo de la zanja, el contratista la podrá almacenar en los sitios que autorice la fiscalización.
- Protección contra los rayos del sol. La tubería deberá almacenarse bajo techo. Queda estrictamente prohibida que los tubos de PVC queden expuestos a los rayos solares por períodos mayores a 5 días. La protección contra la radiación ultravioleta del sol es especialmente importante para la tubería de PVC, cuya textura cambia bajo la influencia prolongada de los rayos del sol, acción que continúa aún después de estar sujeta a la radiación.

Se evitará cubrir las tuberías y accesorios de PVC con películas de polietileno, lonas u otro material que aumente considerablemente la temperatura en el sitio de almacenamiento.

Todos los demás accesorios, deben estar almacenados en bodegas cerradas.

## **Tubería de PVC 400 mm**

### **a) Procedimiento de Trabajo**

Previamente a su instalación la tubería deberá estar limpia de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos del tubo que se insertarán en las juntas correspondientes.

Los trabajos de instalación deben seguir estrictamente las instrucciones de los proveedores.

En la colocación preparatoria por la unión de las tuberías generalmente se observarán las normas siguientes:

- a. Una vez bajada al fondo de las zanjas deberán ser alineadas y colocadas de acuerdo con los datos del proyecto, procediéndose a continuación a instalar las juntas correspondientes.
- b. Se tenderá la tubería de manera que apoye en toda la longitud sobre la superficie del lecho de asiento, para tal fin deberá éste en los puntos de la campana del tubo.
- c. Las piezas de los dispositivos mecánicos o de cualquier otra índole usada para mover las tuberías, que se pongan en

contacto con ellas, deberán ser de madera, cuero, yute o lona, para evitar que las dañe.

- d. La tubería se manejará e instalará de tal modo que no sufra esfuerzos causados por flexión. Sin embargo es permisible doblar la tubería de PVC ligeramente, de cuerdo a cada diámetro nominal para hacerlas seguir una curva. Valores permisibles varían con el fabricante y deberán obtenerse de los respectivo manuales suministrado por el proveedor.
- e. Al proceder a su instalación se evitará que penetre en su interior cualquier sustancia que ensucie las partes interiores de las juntas y de la tubería en general.
- f. La fiscalización comprobará mediante el procedimiento que juzgue conveniente, que tanto en planta como en perfil la tubería quede instalada con el alineamiento debido señalado por el proyecto.
- g. Al tender un tramo de tubería en líneas de conducción o entre dos cruceros en redes, deberá evitarse que se formen curvas verticales convexas hacia arriba. Si esto no pudiera evitarse, se instalará en tal tramo una válvula de aire debidamente protegida.

- h. Cuando se presenten interrupciones en los trabajos o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no este terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materia extrañas, tierras, basuras, animales, etc.

La unión entre tubos se ejecutará de la siguiente manera:

1. Una vez puestos los anillos, se alineará el tubo para colocarse de tal forma que no exista una desviación mayor de lo que es permisible según el proveedor y/o establecido por la fiscalización.
2. La unión, propiamente dicha, se hará montando el equipo adecuado sobre los tubos por unir, ajustándolo al diámetro de la tubería, llevándolo hasta su posición correcta. No se permitirá el uso de grasa o lubricantes que n están aprobados por el proveedor de los tubos y/o fueron aprobados por el fiscalizador.
3. Para prever los movimientos de expansión y contracción del tubo, la junta se proveerá de un espacio entre los dos tubos, para lo cual se aplica las recomendaciones y/o instrucciones del proveedor.

#### **b) Pendiente de la Tubería**

Los diferentes tramos de la tubería deberán tener en lo posible una pendiente uniforme. En las partes planas se evitarán las pendientes nulas, ya que pequeños hundimientos pueden producir puntos altos no previstos.

En caso de divergencias entre los planos de construcción y la situación real de la obra, el contratista informará a la fiscalización sobre el asunto con la finalidad de obtener una solución al caso y mantener las pendientes necesarias para su buen funcionamiento.

#### **c) Corte de Tubería en Obra**

Los cortes de la tubería a realizar en obra serán ejecutados en ángulo recto en relación al eje de la tubería por medio de anillos de corte o equipo similar, después de haberse cortado la tubería, se biselará el borde. No se permitirán cortes con diferentes ángulos.

#### **d) Medición y Forma de Pago**

La colocación de las tuberías se medirá por metro lineal instalado en función al diámetro, no incluye accesorios, estos se pagara independientemente.

### **Cámara de Inspección (Inc. Tapa)**

#### **a) Descripción del rubro.**

Las Cámaras de Inspección son estructuras subterráneas ubicadas estratégicamente en la red de canalización, para inspección, control y mantenimiento del sistema. Su diseño responde a las características propias del sistema, pudiendo ser de forma cilíndrica o de sección rectangular con dimensiones variables.

#### **b) Procedimiento de trabajo. Materiales.**

##### **Excavación para Cámaras de Inspección.**

Se efectuarán con los medios mecánicos o manuales que sean procedentes, considerando las características del terreno y las condiciones previstas en los costos unitarios del presupuesto. Las excavaciones se harán a profundidad total y en el ancho requerido, previendo un ancho adicional de 30 cm. en su contorno. Las excavaciones serán debidamente entibadas y arriostradas para evitar derrumbes, abufamientos, deslizamientos o asentamientos de manera que todas las obras existentes en el área de trabajo o exterior a ella, estén completamente protegidas. Debe eliminarse todo el material flojo que pueda representar peligro para el personal o la obra. Si se produjera algún daño por falta del entibado o arrostramiento, el Contratista realizará las reparaciones o reconstrucciones a su costo.

**Material inestable.**

Sí se determina que la calidad del suelo tuviera características que pudieran perjudicar la estabilidad de la obra de fundación, el Contratista deberá notificar inmediatamente a la Fiscalización para que este decida la solución adecuada, pudiendo incluso determinar un cambio en el sistema de la fundación.

**Preparación del terreno de fundación.**

El Contratista preparará el terreno sobre el cual se colocará la capa o capas de relleno de fundación de las cámaras de una manera adecuada. Sí se hicieran excavaciones más allá de los límites indicados por la Fiscalización, este será relleno por cuenta y costo del Contratista, usando material de las mismas características que el de la capa de fundación.

**Capa de fundación.**

Sobre la superficie natural de la excavación, correctamente acabada, se colocará una capa de cascajo de 50 cm o 1/8 de la altura total, usando la mayor que resulte. En caso de material inestable la capa de fundación tendrá el espesor definido en sitio por el Fiscalizador. El material a usarse para la capa de fundación será cascajo libre de materia orgánica, impurezas, rocas o material

duro de más de 10cm de diámetro, tendrá un índice plástico menor que 15 y será debidamente compactado.

### **Relleno**

El relleno en torno a las cámaras se efectuará con material del lugar, sí es adecuado a criterio del Fiscalizador.

Si no lo fuera adecuado este material, se usará el descrito para la capa de fundación, debidamente compactado. La compactación deberá alcanzar las mismas características descritas para la capa de fundación.

### **Compactación de capa de fundación.**

El material usado para la capa de fundación se colocará hasta alcanzar los niveles de proyecto y se compactará en capas de 10 cm. de espesor, usando medios mecánicos de tal manera que la densidad resultante no sea menor al 95% de la densidad máxima obtenida con la humedad óptima, como se determina en el método T-99-70 de ASSHO –D.

### **Desalojo.**

El material de excavación que no se utilice como relleno, será desalojado a sitios o botaderos autorizados por la Fiscalización. En caso que no se cumpla con este requerimiento, el Fiscalizador

puede disponer el desalojo y sus costos correrán a cargo del Contratista.

### **Estructura.**

Las cámaras se construirán con hormigón clase A (280 kg/ cm<sup>2</sup>). La base utilizada para dar forma al INVERT, será de hormigón clase B (175 kg/cm<sup>2</sup>). Las características y formas estarán determinadas en los diseños tipo, realizados por INTERAGUA que se ilustran en las láminas adjuntas. El acero de refuerzo serán varilla de tipo corrugado grado intermedio con una resistencia mínima a la fluencia de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  de conformidad con ASTM A-615. El invert se formará en el hormigón fresco de la base de las cámaras o colocando un tubo de alcantarilla, el cual será cortado a la mitad, después que la base de hormigón de la cámara tenga suficiente consistencia. Las juntas de construcción serán a prueba de agua, no se permitirá filtraciones ni infiltraciones. En caso que estas se produzcan, el Contratista por su cuenta y costo deberá subsanar dicho problema, aplicando material impermeabilizante aprobado por la Fiscalización al interior y exterior de la cámara. Los morteros de cemento se aplicarán sin presencia de agua y se protegerán de la misma, hasta 6 horas después de colocados. Las conexiones a las cámaras quedarán previstas antes de proceder al vaciado del hormigón, mediante un tramo de tubo de campana, del diámetro

requerido y a la cota prevista, el cual quedará empotrado en las paredes de la cámara. La campana del tubo a empotrarse deberá quedar en posición aguas arriba (exterior a la cámara) y será taponada convenientemente hasta su conexión definitiva, a fin de evitar filtraciones. En caso de producirse filtraciones o infiltraciones, se procederá a su impermeabilización en los sitios de ocurrencia.

#### **Marcos y tapas de cámaras.**

Todas las tapas de las cámaras serán prefabricadas, reservándose INTERAGUA el derecho de entregar al contratista tapas de hierro dúctil, para que este las instale en las respectivas cámaras. Las tapas serán redondas de los diámetros indicados en los planos, fundidas con hormigón clase A de 280 kg/cm<sup>2</sup>, de resistencia a la compresión a los 28 días, de las características que se señalan en estas especificaciones. La estructura de las tapas se formara por una armadura con acero cuyo límite de fluencia  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup> adherida a un marco metálico de las características y dimensiones que constan en los planos. Las tapas descansarán en las losas de las cámaras respectivas, para lo cual se deberá seguir, a satisfacción de la fiscalización, las instrucciones de los diseños estructurales respectivos a fin de que Las tapas puedan embutirse en ellas.

# **CAPITULO 4**

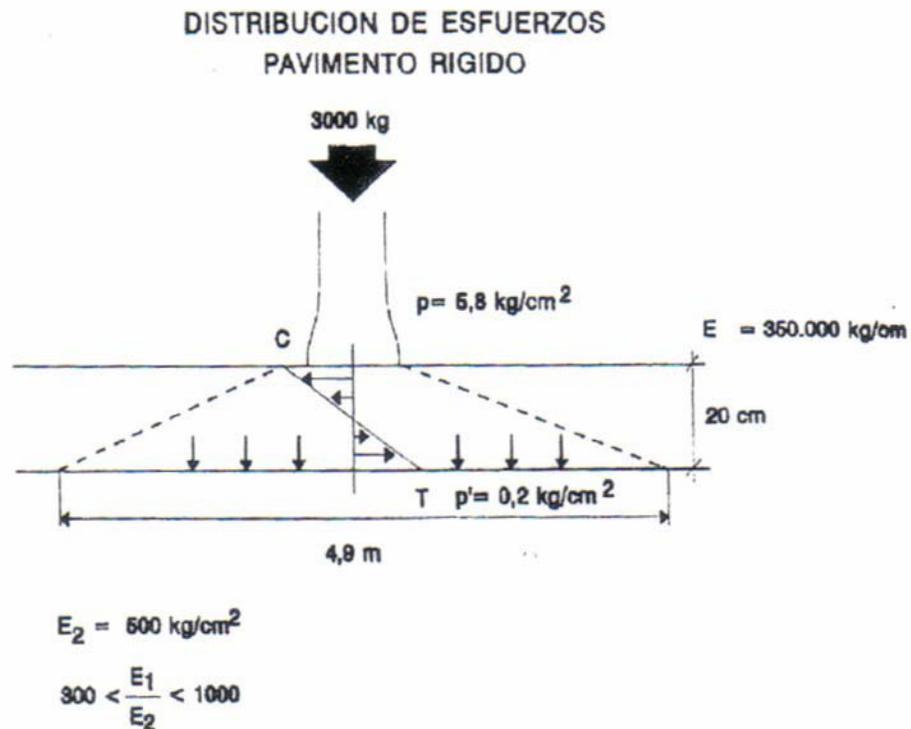
## **4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

### **4.1. Alternativa 1.- Pavimento Rígido: Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP)**

#### **Pavimentos Rígidos**

Se denominan pavimentos rígidos, aquellos cuya capacidad estructural depende fundamentalmente de la elevada rigidez de una losa de hormigón hidráulico, la cual trabaja a flexión bajo la acción de las cargas impuestas por el tráfico y de los agentes atmosféricos.

Debido a la elevada rigidez de la losa, la carga aplicada por el tránsito se distribuye a través de un área grande, siendo las tensiones unitarias, transmitidas por la losa a la sub-base o la subrasante muy pequeñas. Por lo anterior, el factor más importante que influye en la capacidad estructural de un pavimento rígido es la resistencia estructural del hormigón, en contraposición con el pavimento flexible en el cual la resistencia de la subrasante juega un papel fundamental.



**Figura 4.1.1. Distribución de Esfuerzos en Pavimentos Rígidos**

En los pavimentos rígidos, el tránsito debe circular directamente sobre la superficie de las losas, ya que el hormigón hidráulico es un material que resiste satisfactoriamente el efecto directo de las cargas del tránsito, especialmente, todo el tráfico intenso pesado y los esfuerzos horizontales producidos por el frenado de los vehículos y la tracción en las rampas y las zonas de las intersecciones, donde además se producen cargas estáticas.

Capa de sub-base.- Aunque desde el punto de vista de la capacidad estructural de los pavimentos rígidos, no es imprescindible el uso de sub-base, esta sí es necesaria para garantizar las condiciones de trabajo que se suponen en las hipótesis de cálculo de los espesores de las losas. Las sub-bases garantizan un apoyo estable y uniforme a las losas, facilitan el drenaje cuando son permeables (para subrasantes arcillosas), evitan la salida del material fino a través de las juntas, garantizan una plataforma estable y resistente a la humedad durante la construcción. Cuando la sub-base es permeable, debe extenderse hasta los taludes.

Luego de realizar los ensayos de laboratorio de las muestras extraídas de las calicatas de éste proyecto y analizar minuciosamente sus resultados, se propone **rediseñar** la estructura del pavimento considerando que:

1. La capa de *sub-base existente no cumple con los mínimos valores de CBR* recomendados en las especificaciones del MOP, esto es, CBR mayor o igual al 30%.
2. De manera similar, *la capa de base existente tampoco satisface los mínimos valores de CBR* recomendados en las especificaciones del MOP, esto es, CBR mayor o igual al 80%.
3. En virtud de lo expuesto en los numerales anteriores, se propone rediseñar la estructura del pavimento existente mediante nueva estructura de pavimento rígido, considerando *que la capa de base actualmente existente sea la nueva capa de sub-base*. Esto propuesta se justifica, puesto que según los resultados obtenidos en los ensayos realizados, los valores de CBR del material de base *satisfacen* los mínimos recomendados en las especificaciones del MOP para el material de sub-base.  
(Ver Sub-capítulo 2.6.1)

Como se mencionó anteriormente, la estructura propuesta en ésta alternativa corresponde a estructura de pavimento rígido, pero no de tipo convencional, sino mediante la aplicación de una moderna técnica constructiva como lo es el HORMIGON COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP).

#### **4.1.1 Introducción**

EL HCP de utilización vial es un hormigón de consistencia dura, sin asentamiento en el cono de Abrams que es colocado y compactado, utilizándose el mismo equipo del que habitualmente se dispone para la construcción de pavimentos asfálticos.

Se presenta un método de diseño racional de HCP de uso vial que toma en consideración los avances más recientes en la materia tanto latinoamericanos como internacionales. Este método tiene en cuenta el comportamiento real del HCP tanto a flexión como a fatiga, por lo que posibilita aprovechamiento integral de las ventajas de este material. Se ha cuidado muy especialmente la simplicidad del método de diseño, sin poner en riesgo el rigor científico de la propuesta.

La razón del desarrollo del HCP se fundamenta en el hecho de haberse podido demostrar tres ventajas básicas de su utilización y que son:

- ECONOMIA
- RAPIDEZ
- FLEXIBILIDAD
- RESISTENCIA

Originalmente se utilizaron procedimientos de diseño basados en pavimentos convencionales de hormigón, pero de ésta forma se penaliza con amplios coeficientes de seguridad (suma de incertidumbre más desconocimiento), el buen comportamiento a fatiga y a flexión del HCP. Por lo tanto se considera llegado el momento de presentar un criterio de diseño específico para HCP que aproveche las ventajas de éste material. En la elaboración de éste criterio, se tienen en cuenta los adelantos tecnológicos más recientes registrados en Latinoamérica y en otros países.

Este método fue ya utilizado en diseño de pavimento en Ecuador, obteniéndose buenos resultados.

### **Propiedades del HCP**

Las principales propiedades del HCP que afectan la elección del espesor de un pavimento son su módulo de rotura a flexión, su comportamiento a fatiga y su módulo de elasticidad. Cuando para una utilización específica se desconozcan los valores reales de éstas propiedades se podrán emplear las relaciones empíricas, que en función de la resistencia a tracción por compresión diametral, o de la resistencia a compresión del pavimento, se establecen los siguientes artículos:

### ▪ **Módulo de Rotura a Flexión**

El módulo de rotura a flexión (carga en los tercios de la luz) de un HCP resulta, en general, superior al de un hormigón convencional. Se han encontrado valores que varían según el contenido de cemento, desde 3.5 MPa hasta algo más de 5.0 MPa a la edad de 28 días.

Hasta el momento el proyectista no dispone de un método efectivo y aceptable para determinar la resistencia a flexión más apropiada a utilizar en el proyecto. Esto origina estimaciones demasiado conservadoras de la resistencia en el estado de proyecto, desperdiciándose la ventaja de la alta resistencia potencial del HCP.

La relación recomendada y aplicada por la técnica europea, y que se ha empleado en Latinoamérica, vincula la resistencia a tracción por compresión diametral y la resistencia a flexión a la edad de 28 días, mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_f = C_1 * \sigma_t \quad (1)$$

Siendo:

$\sigma_f$  = la resistencia a flexión, en MPa;

$\sigma_t$  = la resistencia a tracción por compresión diametral, en MPa;

$C_1$  = constante que depende de los diferentes diseños de mezclas del HCP y cuyo valor puede variar entre 1.25 y 1.67.

La bibliografía norteamericana propone, en base a los resultados de ensayos sobre testigos calados y vigas pertenecientes a tramos de HCP en servicio, la siguiente relación empírica entre la resistencia a compresión y a flexión a la edad de 28 días:

$$\sigma_f = C_2 * (\sigma'_b)^{0.5} \quad (2)$$

$\sigma_f$  = la resistencia a flexión, en MPa;

$\sigma'_b$  = la resistencia a compresión, en MPa;

$C_2$  = constante que depende de los diferentes diseños de mezclas del hormigón y cuyo valor es aproximadamente 0.74.

Las relaciones empíricas mencionadas anteriormente fueron determinadas en base a un gran número de mezclas de HCP. Estos valores son útiles en los estudios previos al proyecto, dado que para el análisis del proyecto final se deberán realizar ensayos sobre las muestras de HCP elegida para determinar los valores reales de sus propiedades.

- **Comportamiento a fatiga**

Al igual que el hormigón convencional, el hormigón compactado a pavimentadora está sujeto a los efectos de la fatiga.

Las investigaciones realizadas hasta el momento sobre los efectos de la fatiga por flexión en los pavimentos de HCP han demostrado que su comportamiento a fatiga es algo mejor al esperado en los pavimentos de hormigón convencional.

Los diversos estudios realizados hasta el momento en Japón, EE.UU. y México, han permitido obtener diferentes expresiones para describir la relación entre SR y el logaritmo del número “N” de repeticiones permitidas de las cargas.

Luego de realizar un estudio comparativo entre todas ellas, se propone emplear la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} SR &= 1.20 - 0.10 \log N && \text{para } N \geq 100 \\ SR &= 1.0 && \text{para } N < 100 \end{aligned} \quad (3)$$

Siendo:

$SR$  = la relación entre la tensión debida a la carga y el módulo de rotura a flexión del HCP

$N$  = el número de repeticiones de las cargas

Cuando las continuas repeticiones de las cargas producen tensiones que no exceden el 50% del módulo de rotura a flexión del HCP ( $SR \leq 0.50$ ) el pavimento soportará un número ilimitado de tales tensiones sin que ocurran fallas por fatiga. Cuando las tensiones producidas exceden el 50% del módulo de rotura a flexión ( $SR > 0.50$ ), el número de repeticiones de las cargas se limita para asegurar que el HCP no experimente fallas por fatiga. Este número límite, o permitido de repeticiones de las cargas se puede determinar mediante la utilización de la curva de fatiga del HCP.

Cuando el pavimento esté solicitado por tránsito mixto se deberá calcular el “consumo de fatiga” producido por cada grupo de cargas de rueda.

▪ **Módulo de Elasticidad**

Los estudios realizados hasta el momento sugieren que el valor del Módulo de Elasticidad E de un HCP es algo inferior al que tendría un hormigón convencional de igual resistencia a compresión, por lo que resulta recomendable su estudio para cada obra.

En caso de no encontrarse con ensayos referidos a un pavimento en particular, se recomienda adoptar como primera aproximación, la siguiente relación empírica:

$$E = C_3 * (\sigma'_b)^{0.5} \quad (4)$$

Siendo:

$\sigma'_b$  = la resistencia a la compresión, del HCP, en MPa

$C_3$  = constante cuyo valor varía entre 4600 a 5200 según las diferentes mezclas ensayadas.

## 4.1.2 Especificaciones de Diseño

### Procedimiento para el Diseño del Espesor

Para determinar el espesor de un pavimento de HCP se necesita la siguiente información:

1. Valor soporte de la subrasante (o de la combinación de subbase y subrasante)
2. Características del vehículo (o de los diferentes vehículos)
  - ✓ Cargas de rueda
  - ✓ Separación entre ruedas
  - ✓ Presión de inflado de los neumáticos
3. Número de repeticiones de las cargas esperable durante la vida útil de diseño.
4. Módulo de Rotura a flexión del HCP ( $\sigma_f$ )
5. Módulo de Elasticidad ( $E$ )

#### ▪ **Valor soporte de la subrasante**

Los requerimientos de la subrasante o la subbase son tan importantes como para pavimentos de hormigón convencional, dado que sin una fundación estable es imposible lograr el requerimiento de densidad de los pavimentos de HCP.

Para asegurar el comportamiento satisfactorio del pavimento de hormigón, es necesario que el suelo de la subrasante posea características y densidad uniformes. .

La capacidad soporte de la subrasante adquiere especial importancia en los pavimento de HCP por razones constructivas, ya que el peso del equipo de construcción puede generar problemas, debido que no se logran la densidad deseada o se contamina con el material de la subrasante si ésta tiene baja capacidad soporte. Pero esto se recomienda, casi generalmente, la colocación de una subbase que sirva como plano constructivo sólido.

Las sub-bases pueden ser especificadas para cumplir con una o más de las siguientes finalidades, destinadas a obtener un soporte uniforme y asegurar un buen comportamiento en servicio:

1. Prevenir contracciones de hinchamientos excesivos de los suelos caracterizados por grandes cambios volumétricos.
2. Ayudar a controlar los levantamientos diferenciales o excesivos por acción de las heladas.
3. Prevenir el " bombeo " de los suelos finos. El bombeo puede ocurrir cuando los pavimento de hormigón se colocan directamente sobre suelos plásticos de granulometría fina.

Las especificaciones de la **AASHTO** para evitar el bombeo aconsejan:

1. Material de un tamaño máximo no mayor que un tercio del espesor de la subbase.
2. Un máximo del 25% del material de pasar el tamiz 75  $\mu\text{m}$ .  
(ASTM No. 200)
3. Índice de plasticidad menor de 6.
4. Límite líquido menor de 25.
5. Una granulometría que permita la compactación de la subbase.

Si el HCP se coloca sobre una subrasante resiliente (elástica), como por ejemplo una arcilla, será muy difícil o casi imposible lograr altos niveles de compactación en el HCP debida a la elasticidad de la subrasante.

Por el contrario una fundación resistente (con módulo de reacción de la subrasante mayor de 138 MPa/m brindará mejor soporte a pavimento resultando menor el proceso de fisuración.

Las capas de base que son usualmente especificadas y construidas rara vez son buenas capas de drenaje. Por esta razón, si el pavimento de HCP a construir estuviera sujeto a la acción de ciclos de congelamiento y deshielo, su capa de base debería ser específicamente diseñada para tener alta permeabilidad, recoger toda el agua que penetre la estructura del pavimento y conducirla lejos de él. Por ello se recomienda colocar una capa filtrante entre la capa de base y la subrasante para prevenir el bombeo del material fino del suelo granular de la subrasante en el interior de la granulometría abierta y permeable de la base.

En algunas recomendaciones internacionales se especifica que la capa de base debe ser una capa anticongelante, consistente en una bien graduada grava partida de 75 mm. de tamaño máximo.

Para el diseño de pavimentos de carreteras, caminos y calles suelen usarse los valores del módulo " k" de la subrasante indicados en la siguiente tabla.

| k<br>(MPa/m) | Tipo de suelo  | Comportamiento |
|--------------|----------------|----------------|
| 28           | limo y arcilla | satisfactorio  |
| 55           | arenoso        | bueno          |
| 83           | grava arenosa  | excelente      |

**Tabla 4.1.2.1. Valores del módulo "k" de la subrasante**

Cuando el proyecto especifique la utilización de una subbase tratada con cemento, el valor de "k " se incrementará de acuerdo con lo especificado en la Tabla que se presenta a continuación.

| Valor "k"<br>de la subrasante<br>(MPa/m) | Valor "k" en función del espesor de la<br>subbase tratada con cemento, en MPa/m |       |       |
|--|---|-------|-------|
|  | 0,10 m  | 0,125 | 0,150 |
| 28                                       | 84  | 112   | 140   |

**Tabla 4.1.2.2. Valores del módulo "k" en función de la Sub-Base tratada con cemento**

Cuando se emplee una subbase granular, no cementada, el valor de "k " se incrementará de acuerdo con los valores dados en la siguiente tabla.

| Valor "k"<br>de la subrasante<br>(MPa/m) | Valor "k" en función del espesor de la<br>subbase granular , en MPa/m |        |         |        |
|--|---|--------|---------|--------|
|  | 0,10 m  | 0,15 m | 0,225 m | 0,30 m |
| 28                                       | 38  | 41     | 47      | 56     |
| 55                                       | 64  | 67     | 78      | 78     |
| 83                                       | 93  | 96     | 107     | 125    |

**Tabla 4.1.2.3. Valores del módulo "k" en función de la Sub-Base granular no cementada**

### ▪ Cargas Vehiculares

La estimación del tráfico esperado es un factor muy importante en el diseño del pavimento. La información requerida acerca del tráfico incluye las magnitudes de las cargas de rueda, la configuración de las ruedas y la frecuencia de operación de los vehículos más pesados que se desplazarán sobre el pavimento.

Usualmente el vehículo que tenga la carga de rueda más pesada será el que controlará el diseño, aunque es conveniente verificar el espesor obtenido para otras combinaciones de carga correspondiente a distintos tipos de vehículos, fundamentalmente por el problema de fatiga. La máxima carga de rueda es la mitad de la carga del eje más pesado del vehículo de diseño cargado su máxima capacidad.

El dibujo de las improntas, es decir, el dibujo de las áreas de contacto de la losa con cada neumático transportando la máxima carga de rueda, se puede asimilar, con suficiente aproximación y desde el punto de vista práctico a un círculo de radio " a " de igual área.

En el procedimiento de diseño que se propone, "a" es uno de los parámetros y se define como el radio del área equivalente de contacto y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$a = \left( \frac{P}{p * \pi} \right)^{0.5} \quad (5)$$

Siendo:

$P$  = la carga de rueda, en MPa.

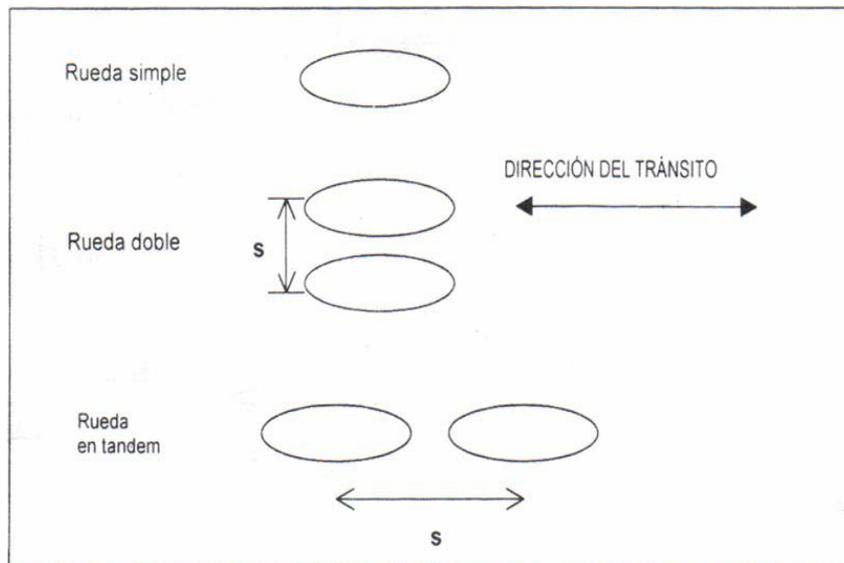
$p$  = la presión de de inflado del neumático, en MPa.

Otro factor importante de diseño es la distancia entre las ruedas del vehículo. Si el espacio entre ruedas es pequeño (cuando la distancia entre ruedas es menor que 3 veces el radio de rigidez relativa "l") es necesario considerar el efecto de más de una carga de rueda en el cálculo de la tensión que soportará el pavimento.

La configuración de rueda de casi todos los vehículos se puede clasificar en:

- Carga de rueda simple: consiste una rueda simple a cada lado del eje. (Ver figura 4.1.2.1)

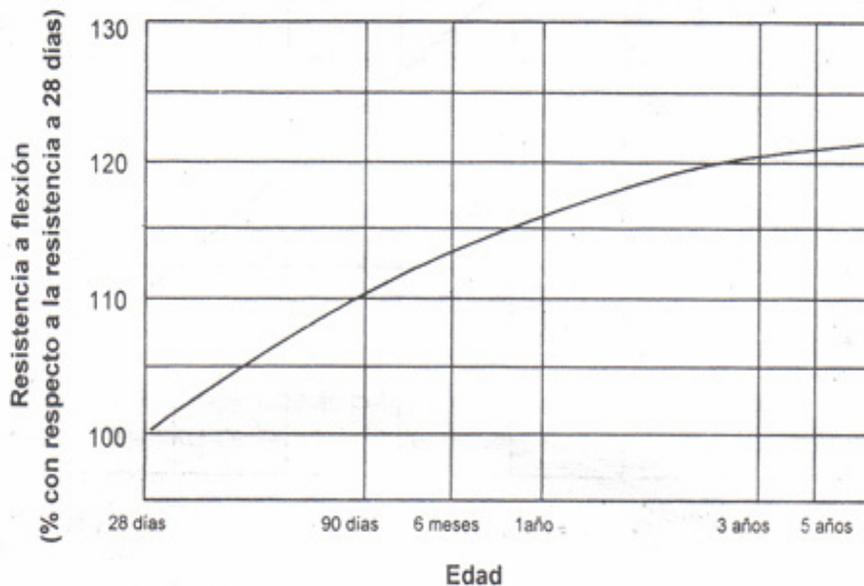
- Carga de rueda doble: consiste en dos ruedas a cada lado de un eje, lo suficientemente cerca una de otra como para que su efecto combinado deba ser considerado al proyectar el pavimento. Una carga constituida por ruedas dobles origina una tensión menor en el pavimento que la misma carga generada por una rueda simple.
- Algunos vehículos muy pesados tienen una configuración de ruedas en tandem, es decir, dos ruedas espaciadas una detrás de la otra, como se muestra la en la figura 4.1.2.1.



**Figura 4.1.2.1. Configuración de rueda de los vehículos**

- **Estimación del módulo de rotura a flexión, para edades mayores a 28 días**

Para el diseño se propone el valor del módulo de rotura a flexión a la edad de 28 días. En casos especiales (para pavimentos industriales, aeropuertos, etc.) se puede definir una edad superior, por ejemplo 90 días. En el gráfico de la figura que se muestra a continuación se propone una forma de estimar el módulo de rotura a flexión a edades superiores, en función del valor a 28 días.



**Gráfico 4.1.2.1. Relación entre la resistencia a flexión y la edad del HCP**

▪ **Tensión admisible del pavimento**

El espesor de diseño se debe seleccionar de tal manera que la tensión de trabajo del pavimento sea menor que la tensión admisible  $\sigma_{f adm}$ .

La tensión admisible  $\sigma_{f adm}$  del pavimento depende del número de repeticiones de las cargas de rueda de diseño que se espera se produzcan durante el periodo proyectado de vida útil.

La relación de tensiones SR se tiene la expresión (3) en función del número de repeticiones de carga.

El número de repeticiones de carga se obtiene en función de las repeticiones diarias y del período de diseño.

Con este valor de SR es posible determinar  $\sigma_{f adm}$ .

$$\sigma_{f adm} = SR * \sigma_f \quad (6)$$

Siendo:

$\sigma_{f adm}$  = la tensión admisible de flexión, en MPa.

$\sigma_f$  = el módulo de rotura a flexión a la edad de 28 días, en MPa.

## **Determinación de los espesores del pavimento de HCP**

El procedimiento de diseño para determinar el espesor de pavimento de HCP consiste en:

1. Seleccionar un espesor de pavimento tentativo.
2. Determinar la relación " a/l "

Siendo:

a = El radio del área equivalente de contacto, en m calculada mediante la expresión (5)

l = El radio de rigidez relativa, en m, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I = \left( \frac{E * h^3}{12 (1 - \mu^2) k} \right)^{0.25} \quad (7)$$

Siendo:

E = El módulo de elasticidad del hormigón, en MPa.

h = El espesor tentativo del pavimento, en m.

$\mu$  = El coeficiente de Poisson (0.15 para HCP)

K = El módulo de reacción de la subrasante, en MPa.

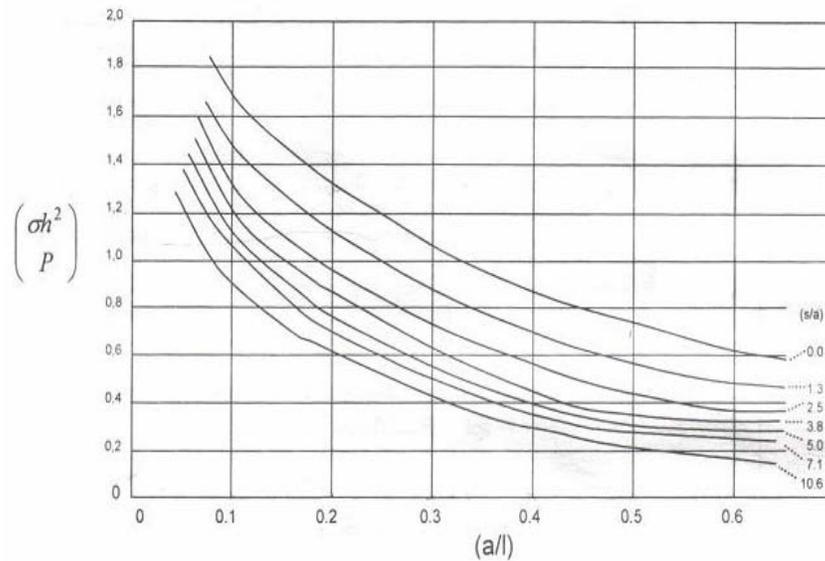
3. Determine la relación " s/a "

Siendo:

s = La separación entre los centros de las ruedas, en m. (s = 0 para el caso de rueda simple)

4. Entrar al gráfico 4.1.2.2 con el valor de " a/l " en el eje de las abscisas hasta interceptar la curva correspondiente el valor " s/a", y determinar, en ordenadas, el valor correspondiente a la expresión:

$$\left( \frac{\sigma^* h^2}{P} \right)$$



**Gráfico 4.1.2.2. Estimación de la expresión  $\left( \frac{\sigma h^2}{P} \right)$**

Este gráfico, cuya característica sobresaliente es que las relaciones representadas son adimensionales, es válido tanto para carga de rueda simple como para carga de rueda doble o tandem y utiliza los siguientes parámetros de diseño:

- El radio " a " del área equivalente de contacto, en m.
- El radio " l " de rigidez relativa, en m.
- La separación " s " entre centros de las ruedas, en m.

5. Determinar "  $\sigma$  "

6. Verificar si "  $\sigma \leq \sigma_{f adm}$  "

Si "  $\sigma$  " resulta sensiblemente inferior a  $\sigma_{f adm.}$ , el diseño resultará antieconómico, por lo que se recomienda iterar adoptando un valor tentativo de " h " menor hasta que sus valores sean lo más próximo posibles.

#### 4.1.3 Diseño Estructural HCP

##### **PROCEDIMIENTO:**

De acuerdo a la introducción al diseño estructural de pavimentos de hormigón compactado con pavimentadora (HCP) presentado en los incisos anteriores, se procede a realizar el diseño de la capa de rodadura que presentará la vía correspondiente a ésta alternativa del proyecto. A continuación se detalla paso a paso su análisis, el mismo que permite determinar su espesor definitivo.

##### **DATOS:**

- **Módulo de Elasticidad (E)**

El Módulo de Elasticidad del HCP para éste proyecto se puede determinar mediante la ayuda de la siguiente expresión matemática como se explicó anteriormente:

$$E = C_3 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

Sin embargo, tal expresión, se encuentra en función de la resistencia a la compresión del HCP, por lo que a continuación se presenta una tabla que muestra valores que se obtuvieron en proyectos locales e internacionales y que pueden con gran acercamiento ser adoptados en nuestro diseño:

| Pais    | Edad del Núcleo | Cemento (Kg/m3) | Espesor de Capa (cm) | Resistencia Compresión (MPa) |
|---------|-----------------|-----------------|----------------------|------------------------------|
| CANADA  | 4 años          | 331             | 15 y 20              | 29                           |
|         | 8 años          | 312             |                      | 40.5                         |
|         | 3 años          | 192             |                      | 32.3                         |
|         | 1 año           | 312             |                      | 32.4                         |
| USA     | 9 meses         | -               | 17.8                 | 46.6                         |
|         | 19 meses        | -               | 16.5                 | 32.7                         |
|         | 28 meses        | -               | 17.8                 | 32.3 / 29.2                  |
|         | 32 meses        | -               | 21.6                 | 47.5 / 33.9                  |
| ECUADOR | 8 años          | 200             | 15                   | 20.1                         |
|         | 7 años          | 260             | 18                   | 29.2                         |
|         | 15 meses        | 280             | 18                   | 31.3                         |
|         | 14 meses        | 280             | 15                   | 31.2                         |

**Tabla 4.1.3.1. Resistencia a la compresión simple del HCP**

Considerando los resultados mostrados en la tabla anterior y por tratarse de un proyecto a realizarse en nuestro país es posible asumir que la resistencia a la compresión simple  $\sigma'_b$  para el HCP de nuestro diseño sea 31.2 MPa. Por lo tanto:

$$E = C_3 * (\sigma'_b)^{0.5} ; \text{asumir } C_3 = 4900$$

$$E = 4900 * (31.2)^{0.5} \text{ MPa}$$

$$E = 27369.91 \text{ MPa}$$

De donde se asume  $E = 28000 \text{ MPa}$

- **Coefficiente de Poisson ( $\mu$ )**

De acuerdo a las propiedades mecánicas del HCP es posible mencionar que:

$$\mu = 0.15$$

- **Módulo de Reacción de la Subrasante (k)**

Como se mencionó anteriormente, se propone rediseñar la estructura del pavimento existente mediante la alternativa de pavimento rígido de HCP, para lo cual la base que existe actualmente conformaría la sub-base de ésta nueva estructura.

Los estudios de suelo (Ver Capítulo 2) concluyen que la subrasante de éste proyecto corresponde a material constituido por grava arenosa, por lo tanto, el valor “k” de la subrasante es 83 MPa/m obtenido con la ayuda de la tabla 4.1.3.2 de la siguiente manera:

| k<br>(MPa/m) | Tipo de suelo  | Comportamiento |
|--------------|----------------|----------------|
| 28           | limo y arcilla | satisfactorio  |
| 55           | arenoso        | bueno          |
| → 83         | grava arenosa  | excelente      |

**Tabla 4.1.3.2. Valores del módulo “k”**

Luego, la carpeta de rodadura de HCP estará apoyada sobre una capa de sub-base, por lo tanto, el módulo de reacción “k” corresponde a la combinación entre sub-base y la subrasante.

La tabla 4.1.3.3 permite incrementar el valor de “k” cuando la capa de rodadura de HCP se apoya sobre una sub-base granular como se presenta en ésta propuesta. Si el espesor de la capa de sub-base es 0.16 m, el valor de “k” incrementado es 96 MPa/m.

| Valor "k"<br>de la subrasante<br>(MPa/m) | Valor "k" en función del espesor de la<br>subbase granular , en MPa/m |        |         |        |
|--|---|--------|---------|--------|
|  | 0,10 m  | 0,15 m | 0,225 m | 0,30 m |
| 28                                       | 38  | 41     | 47      | 56     |
| 55                                       | 64  | 67     | 78      | 78     |
| 83                                       | 93  | → 96   | 107     | 125    |

**Tabla 4.1.3.3. Valores del módulo “k” en función de la Sub-Base granular no cementada**

Por lo tanto:

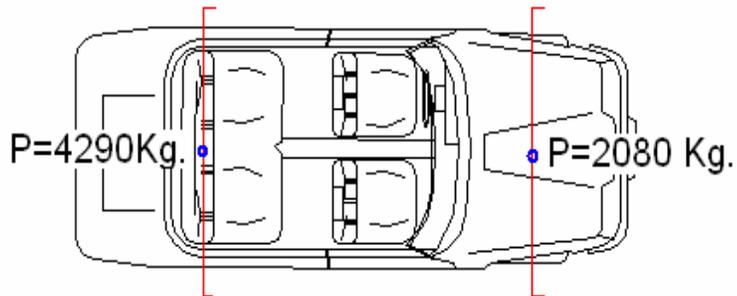
$$\text{Módulo de Reacción de la Subrasante (K)} = 96 \text{ MPa / m}$$

- **Máxima Carga de Rueda Simple**

Considerando que los vehículos livianos son los que rigen el diseño de éste pavimento, la carga de rueda simple es entonces la carga de rueda de diseño, lo que corresponde:

$$\text{Máxima carga de Rueda Simple (P)} = \frac{\text{Carga del eje más pesado}}{2}$$

Un vehículo liviano tipo cargado a su máxima capacidad presenta la siguiente configuración de cargas en sus ejes simples:



**Figura 4.1.3.1. Cargas por eje de vehículos livianos**

Por lo tanto,

$$\text{Máxima carga de Rueda Simple (P)} = \frac{\text{Carga del eje más pesado}}{2}$$

$$\text{Máxima carga de Rueda Simple (P)} = \frac{4290 \text{ Kg.}}{2}$$

$$\text{Máxima carga de Rueda Simple (P)} = 2145 \text{ Kg. (0.021 MPa)}$$

- **Presión de Inflado de Neumáticos**

Se asumirá que la rueda simple aceptada en el diseño tenga la siguiente presión de inflado (valor crítico):

$$\text{Presión de Inflado } (p) = 0.69 \text{ MPa}$$

- **Número de Ruedas (N)**

En el Aforo de Trafico se puede observar que casi en su totalidad los vehículos que utilizan la vía en estudio son *livianos*, por lo tanto:

$$\text{Número de ruedas} = 4, \text{ de donde:}$$

$$\text{Número de ruedas en cada punta de eje} = 1$$

- **Separación entre los Centros de las Ruedas (s)**

De la figura 4.1.2.1 se puede observar que para la configuración de ruedas simple en el diseño, no existe separación entre ellas, por lo tanto:

$$\text{Separación entre los centros de las ruedas } (s) = 0$$

- **Radio del Área Equivalente de Contacto (a)**

Con los datos arriba proporcionados es posible calcular el Radio del Área Equivalente de Contacto (a) de los neumáticos en el pavimento utilizando la expresión:

$$a = \left( \frac{P}{p * \pi} \right)^{0.5}$$

$$a = \left( \frac{0.021 \text{ MN}}{\pi * 0.69 \text{ MPa}} \right)^{0.5}$$

$$a = 0.098 \text{ m}$$

- **Radio de Rigidez Relativa (I)**

El Radio de Rigidez Relativa se calcula mediante la expresión:

$$I = \left( \frac{E * h^3}{12 (1 - \mu^2) k} \right)^{0.25}$$

$$I = \left( \frac{28000 * 0.12^3}{12 (1 - 0.15^2) 96} \right)^{0.25}$$

$$I = 0.455 \text{ m}$$

• Relación “s/a”

$$\frac{s}{a} = \frac{0 \text{ m}}{0.098 \text{ m}}$$

$$\frac{s}{a} = 0$$

• Relación “a/l”

$$\frac{a}{l} = \frac{0.098 \text{ m}}{0.455 \text{ m}}$$

$$\frac{a}{l} = 0.216$$

• Relación  $\left( \frac{\sigma^* h^2}{P} \right)$

En el gráfico se determina en ordenadas el valor correspondiente

a  $\left( \frac{\sigma^* h^2}{P} \right)$ , ingresando en las abscisas con el valor de la relación

“a/l=0.218” calculado en el paso anterior e intersectando la curva que corresponde al valor de “s/a=0”.

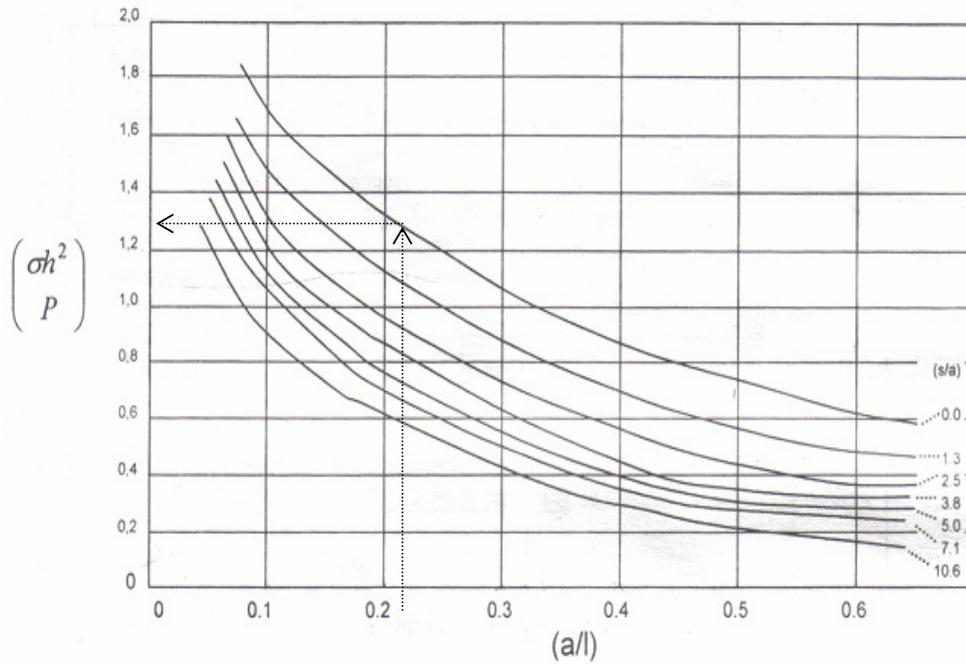


Gráfico para determinar el espesor del pavimento de HCR.

Por lo tanto  $\left(\frac{\sigma^* h^2}{P}\right) = 1.30$

- **Determinar “σ”**

Calcular el valor correspondiente a la tensión debida a la carga despejando “σ” en la ecuación anterior,

$$\sigma = \left(\frac{1.30 * P}{h^2}\right)$$

$$\sigma = \left(\frac{1.30 * 0.021}{0.12^2}\right)$$

$$\sigma = 1.90 \text{ MPa}$$

- **Módulo de Rotura del HCP**

Como se enunció anteriormente, el Módulo de Rotura a Flexión del Hormigón Compactado con Pavimentadora está en función de la Resistencia a la Compresión del Hormigón a la edad de 28 días y que viene dada por la siguiente expresión:

$$\sigma_f = C_2 * (\sigma'_b)^{0.5} \quad (2)$$

Donde:

$\sigma_f$  = la resistencia a flexión, en MPa;

$\sigma'_b$  = la resistencia a compresión, en MPa;

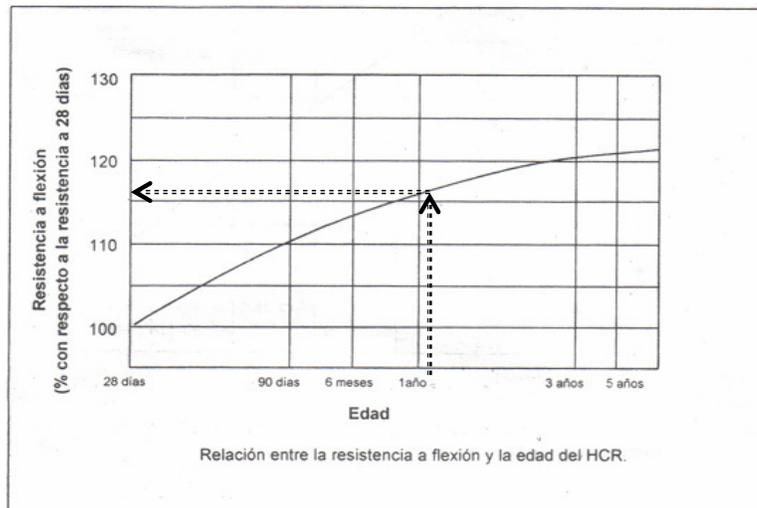
$C_2$  = constante que depende de los diferentes diseños de mezclas del hormigón y cuyo valor es aproximadamente 0.74.

De acuerdo a la tabla 4.1.3.1 y por tratarse éste de un proyecto en nuestro país, se tomará como referencia el núcleo ensayado a la edad de 14 meses cuyo valor de Resistencia a la Compresión en este periodo de tiempo es 31.2 MPa.

Pero, la expresión matemática que permite calcular el Módulo de Rotura a Flexión se encuentra en función de la Resistencia a la

compresión obtenida a los 28 días. Por lo tanto, es necesario realizar un ajuste en el valor de la misma con la ayuda del gráfico de la siguiente manera:

1. En el eje de las abscisas se ubica la edad del núcleo ensayado, para éste proyecto se adopta el núcleo ensayado a los 14 meses.
2. Se prolonga una recta vertical hasta obtener un punto que corresponde a la intersección con la curva.
3. En el punto de intersección se grafica una recta horizontal hasta hacer coincidir con el eje de las ordenadas donde se encontrará el % con respecto a la resistencia a la edad a los 28 días.



**Gráfico 4.1.3.1. Porcentaje de resistencia a la flexión del HCP**

Sea 117% la resistencia a la compresión obtenida del gráfico para el núcleo ensayado a los 14 meses con respecto a la resistencia a la compresión a los 28 días, de donde se permite establecer la siguiente expresión:

$$\sigma'_{b \ 14 \text{ meses}} = 1.17 * \sigma'_{b \ 28 \text{ días}}$$

Por lo tanto:

$$\sigma'_{b \ 28 \text{ días}} = \frac{\sigma'_{b \ 14 \text{ meses}}}{1.17}$$

$$\sigma'_{b \ 28 \text{ días}} = \frac{31.2 \text{ MPa}}{1.17}$$

$$\sigma'_{b \ 28 \text{ días}} = 26.67 \text{ MPa.}$$

Finalmente, empleando la expresión (2), se calcula entonces el valor del Módulo de Rotura a Flexión del HCP de la siguiente manera:

$$\sigma_f = C_2 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

$$\sigma_f = 0.74 * (26.67)^{0.5}$$

$$\sigma_f = 3.82 \text{ MPa.}$$

- **Número diario de repeticiones (A) de la carga de rueda simple**

En el capítulo 2 se ha calculado el TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) al que estará sujeto la Vía Rehabilitada canalizadas en el pavimento, por lo tanto se considera su valor:

$$A = 825 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Per\u00edodo de Dise\u00f1o (Per)**

La rehabilitaci\u00f3n de la v\u00eda de proyecto para \u00e9sta alternativa ser\u00e1 estimada para un periodo de dise\u00f1o de 20 a\u00f1os, tiempo durante el cual deber\u00e1 responder efectivamente ante las solicitudes de tr\u00e1fico impuestas sobre ella.

$$Per = 20 \text{ a\u00f1os}$$

- **Crecimiento de Tr\u00e1fico Anual (r)**

Seg\u00fan registro de datos existentes referente al crecimiento del tr\u00e1fico anual (r) en la Escuela Superior Polit\u00e9cnica del Litoral (Campus Prosperina) se puede establecer que:

$$\text{Crecimiento de Tr\u00e1fico Anual (r)} = 3.0 \%$$

- **Factor de Crecimiento de Tráfico Anual (F)**

La siguiente expresión permite calcular el factor de crecimiento de Tráfico Anual:

$$F = \frac{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^{per} - 1}{\frac{r}{100}}$$

$$F = \frac{\left(1 + \frac{3.00}{100}\right)^{20} - 1}{\frac{3.00}{100}}$$

$$F = 26.87$$

- **Número de repeticiones de la carga de rueda simple durante el período de diseño (N)**

La cantidad de solicitaciones de carga impuestas por el tráfico durante el período de diseño se calcula como sigue:

$$N = Per * A * 365 * \left(1 + \frac{F}{100}\right)$$

$$N = 20 * 825 * 365 * \left(1 + \frac{26.87}{100}\right)$$

$$N = 7640768.30$$

- **Relación SR entre la Tensión debida a la carga y el Módulo de Rotura del HCP**

Esta relación se determina en función del número de repeticiones de la carga ( $N=7640768.30$ ), de la siguiente manera:

$$SR = 1.20 - 0.10 \log N \quad \text{para } N \geq 100$$

$$SR = 1.0 \quad \text{para } N < 100$$

Siendo:

$SR$  = la relación entre la tensión debida a la carga y el módulo de rotura a flexión del HCP

$N$  = el número de repeticiones de las cargas

Anteriormente se obtuvo  $N = 3844688.58$ , por lo tanto la expresión a utilizar es:

$$SR = 1.20 - 0.10 \log N$$

$$SR = 1.20 - 0.10 \log 7640768.30$$

$$SR = 0.512$$

- **Tensión admisible “ $\sigma_{f adm}$ ”**

Si  $SR = \frac{\sigma_{f adm}}{\sigma_f}$ , entonces:

$$\sigma_{f adm} = SR * \sigma_f$$

$$\sigma_{f adm} = 0.512 * 3.82 MPa$$

$$\sigma_{f adm} = 1.95 MPa$$

### **Verificación**

Finalmente, se verifica que  $\sigma \leq \sigma_{f adm}$

Si la desigualdad anterior no se cumple, se debe aumentar el valor del espesor “h” y repetir los cálculos desde el paso 1 hasta satisfacer la condición.

Con la ayuda de una hoja electrónica es posible iterar varias veces hasta ajustar el valor de “h” (espesor de la losa de HCP) de tal forma que las cargas impuestas sean ligeramente menores o iguales a las cargas admisibles por el material.

Para el desarrollo explicativo de éste diseño se ha adoptado el valor de “h” definitivo para simplificar los cálculos, de donde se verifica:

$$1.90 MPa < 1.95 MPa \dots \textbf{(DISEÑO SATISFACTORIO)}$$

Considerando lo anterior se presenta un resumen con los siguientes resultados que corresponde al definitivo valor de “h”:

| PARAMETROS   |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Carga de cada rueda                                | P =                 | 0.021 MN      |
| Presión de inflado de neumático                    | p =                 | 0.69 MPa      |
| Separación entre centro de ruedas                  | s =                 | 0 m           |
| Módulo de Rotura a Flexión                         | $\sigma_f$ =        | 3.82 MPa      |
| Módulo de Reacción de la Subrasante                | K =                 | 96 MPa/m      |
| Periodo de Diseño                                  | PD =                | 20 años       |
| Número diario de repeticiones de la carga de rueda | A =                 | 825 Veh/día   |
| Tasa de Crecimiento (%)                            | r =                 | 3.00 %        |
| Esesor tentativo del Pavimento                     | h =                 | <b>0.12 m</b> |
| Módulo Elástico                                    | E =                 | 28000 MPa     |
| Coefficiente de Poisson                            | $\mu$ =             | 0.15          |
|  | $(\sigma^*h^2/P) =$ | 1.30          |

| RESULTADOS                                  |                  |            |
|---|------------------|------------|
| Radio del área equivalente                  | a =              | 0.098 m    |
| Factor de Crecimiento                       | F =              | 26.87      |
| Número de repeticiones en periodo de diseño | N =              | 7640768.30 |
| Relación Tensión / Módulo de Rotura         | SR =             | 0.512      |
| Tensión Admisible                           | $\sigma_{adm}$ = | 1.95 MPa   |
| Radio de Rigidez Relativa                   | l =              | 0.455      |
|   | a/l =            | 0.216      |
|   | s/a =            | 0          |
|   | $\sigma$ =       | 1.90 MPa   |

CONCLUSION .....

**DISEÑO SATISFACTORIO**

Por lo tanto se determina:

**Esesor de Losa HCP = 12 cm.**

## **IMPRIMIR ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**























#### **4.1.5 Presupuesto Referencial HCP**

**IMPRIMIR PRESUPUESTO REFERENCIAL**

#### **4.1.6 Especificaciones Técnicas de Construcción HCP**

En el presente Proyecto se proporcionan todos los Estudios de Ingeniería y Arquitectura a ser considerados en la construcción de la losa de HCP que servirá de capa de rodadita al pavimento rehabilitado; sin embargo, y de acuerdo a las condiciones del terreno y del mercado local, el Contratista deberá proponer, mediante el mecanismo establecido en las Condiciones Generales y Particulares de estas Especificaciones, cualquier cambio o modificación que tienda a mejorar la construcción.

### **OBRAS PRELIMINARES**

#### **Cerramiento Provisional**

##### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la construcción de palitroques apoyada en una base de hormigón simple de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos. Estos elementos deberán ser colocados en las áreas de restricción al acceso vehicular.

##### **b) Materiales y equipos**

Estos elementos serán contruidos de cañas duras y resistentes, apoyados sobre una base de hormigón simple y espaciados entre sí a

una distancia no mayor a 2.10 m y con una altura de 1.50 m, unidos por cinta de material plástico. La cinta demarcatoria serán de plástico reflectivo con fondo reflectivo y letras negras con la leyenda “peligro”.

**c) Medición y forma de pago**

La cantidad a medirse en éste rubro será el metro lineal correctamente espaciado y aceptado por la fiscalización.

**Limpieza y Desbroce de Espaldones**

**a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra especie vegetal; además de tocones y hojarascas. También se incluye en este rubro la remoción de la capa vegetal hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición en forma satisfactoria al Fiscalizador de todo el material de la operación de desbroce, desbosque y limpieza. Además contemplará la conservación evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

**b) Materiales y equipos**

Los equipos y herramientas utilizados para la ejecución de estos trabajos serán los descritos en los documentos contractuales y aceptados por el Fiscalizador,

**c) Medición y forma de pago**

La medición y pago se realizará en metro cuadrados, completas colocadas en el sitio determinado por el Fiscalizador. El costo incluirá la mano de obra, materiales, equipos.

**Limpieza de alcantarillas**

**a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la remoción y retiro de materiales que puedan obstruir el flujo normal de drenaje de las aguas lluvias de las alcantarillas existentes, tales como: vegetación, palos, piedras, etc.

**b) Medición y forma de pago**

La medición y pago para este rubro será en metro cúbicos debidamente aprobados por el Fiscalizador.

### **Limpieza de cunetas**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la remoción y retiro de materiales que puedan obstruir el flujo normal de drenaje de las aguas lluvias de las cunetas existentes, tales como: vegetación, palos, piedras, etc.

#### **b) Medición y forma de pago**

La medición y pago para este rubro se realizará en metro cúbicos de cantidades aprobadas por el Fiscalizador.

### **Replanteo y nivelación lineal**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Replanteo lineal se entenderá como la ubicación y comprobación en terreno de los diseños definitivos propuestos para la rehabilitación de dicho proyecto, así como la ubicación en terreno de todas las estructuras a construirse como cunetas, alcantarillas, etc., con base a las indicaciones de los planos respectivos y de la fiscalización como paso previo a su intervención y construcción, respectivamente.

Todos estos trabajos de ubicación, implantación y sus niveles serán sometidos a la aprobación de la Fiscalización.

### **b) Materiales y equipos**

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como estaciones totales, distanciómetros, teodolitos, niveles, cintas métricas, etc. y por personal técnico, capacitado y experimentado.

Para que la Fiscalización y cualquier Supervisión puedan verificar las mediciones, se deberá colocar mojones de hormigón o señales metálicas perfectamente identificadas con las cotas y abscisas correspondientes. Donde lo señale la Fiscalización se colocarán mojones de hormigón o puntos de referencia debidamente identificados, con cota y abscisa correspondiente.

Todos los mojones, estacas y puntos de referencia establecidos deberán ser conservados por el Contratista y en caso de perderse, serán repuestos sin costo adicional alguno.

### **c) Medición y forma de pago**

La cantidad a medirse en éste rubro será el metro lineal, una vez que se hayan realizado todos los trabajos de replanteo y comprobación final de los trabajos realizados.

Esta cantidad se pagará al precio unitario contractual, y constituirá la compensación total por los trabajos de replanteo y nivelación de todo

aquello señalado en planos y solicitado y aceptado por la Fiscalización, hasta su comprobación final para la elaboración de los planos definitivos de construcción. Dentro del precio están contemplados también todos los materiales y transporte necesario para los trabajos de replanteo y nivelación.

### **Demolición y desalojo de reductor de velocidad**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la remoción de hormigón de cemento Pórtland. La remoción se efectuará en los lugares de acuerdo con los límites señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

#### **b) Materiales y equipos**

Los equipos y herramientas utilizados para efectuar estos trabajos serán los descritos en los documentos contractuales y aprobados por el Fiscalizador.

#### **c) Medición y forma de pago**

La medición y pago este rubro será el metro cuadrado y serán cancelados después de la disposición final de los escombros situados en los lugares que la entidad contratante o el Fiscalizador autorice.

## **Escarificación de carpeta asfáltica**

### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Se procesará a realizar el corte del asfalto una vez realizada la marcación en el proceso de trazado y replanteó en esta faena de corte se deberá utilizar una maquina de disco cortadora de asfalto y posteriormente se realizará la levantada del asfalto mediante la utilización de un recuperador de banda.

Esta actitud concluye con la disposición temporal del material de carpeta recuperada para luego ser reutilizado y compensar el volumen necesario de los espaldones para llegar a las cotas de proyecto.

### **a) Materiales y equipos**

Los equipos y herramientas utilizados para ejecutar este trabajo serán los descritos en el procedimiento de trabajos ya mencionados.

### **c) Medición y forma de pago**

Los trabajos referentes a la levantada de la carpeta asfáltica incluyendo su respectivo disposición final, se medirán por metros cuadrados \*realmente ejecutados y aprobados por el Fiscalizador.

## **Conformación y compactación de Sub-base clase 1**

### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base, necesarias para llegar a las cotas de proyecto especificados en los planos, previo la colocación de la capa de base, y deberá ser compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

### **b) Materiales y equipos**

El material de Sub-base que se utilizara para la ejecución de este rubro será el de clase 1, el mismo que deberá ser tendido y compactado según recomendaciones de la Especificaciones del MOP. El Contratista deberá ejecutar ensayos de compactación (Densímetro nuclear) una vez compactados con la motoniveladora y el rodillo, para

la determinación de las densidades máximas de todos los materiales que utilizará en los rellenos.

**c) Medición y forma de pago**

La cantidad a medirse en éste rubro será el metro cúbico, una vez culminados y aprobados por el Fiscalizador.

**OBRAS CIVILES**

**Suministro de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP)**

**Descripción**

Este ítem comprende la losa de hormigón hidráulico compactado para pavimentos.

**a) Características requeridas para el hormigón de la losa:**

$M_r = 3.82$  MPa. (Modulo de rotura a la flexión).

Los agregados para la mezcla deberán estar encuadrados en la siguiente especificación granulométrica.

| TAMIZ<br>PULGADAS | % QUE PASA<br>ACUMULADO |     |
|-------------------|-------------------------|-----|
| 1                 | 100                     | 100 |
| $\frac{3}{4}$     | 83                      | 100 |
| $\frac{1}{2}$     | 72                      | 93  |
| $\frac{3}{8}$     | 66                      | 85  |
| No 4              | 51                      | 69  |
| No 8              | 38                      | 56  |
| No 16             | 28                      | 46  |
| No 30             | 18                      | 36  |
| No 50             | 11                      | 27  |
| No 100            | 8                       | 20  |
| No 200            | 2                       | 8   |

**Tabla 4.1.6.1. Granulometría para Hormigón compactado con pavimentadora (HCP)**

**Características físico mecánicas de los agregados:**

- % de desgaste a la abrasión (método de los Ángeles): menor al 40%
- % al desgaste del sulfato de sodio menor de 12.
- % los agregados gruesos (retenidos en el tamiz No 4) deberán ser triturados no se admitirá agregado plano (laja), deberán tener aristas vivas.
- Los agregados finos deberán estar constituidos por arena limpia, sin contaminación de material orgánico, ni limos ni arcillas.
- La relación agua cemento debe estar comprendida entre el rango de (0.40 a 0.50).

### **Espesor de la losa**

El diseño del espesor de la losa de "HCP" se realiza utilizando el Método Parmigiani-Di Pace obteniendo así un espesor de 12 cm., valor que recomendamos como diseño definitivo, considerando experiencias obtenidas en el país, tales como la avenida Juan Tanca Marengo de la ciudad de Guayaquil cuya losa tiene un espesor de 20 cm.; de igual manera la avenida de salida hacia el Puente de la Unidad Nacional tiene el mismo espesor. Estas avenidas indudablemente tienen un tráfico superior al que circula por la vía de proyecto, por lo cual se asegura que el espesor diseñado para esta vía es el apropiado.

### **Método constructivo y equipo utilizado**

Para el tendido del hormigón se utilizará una pavimentadora apropiada que tenga la capacidad de ir tendiendo y vibrando una capa de espesor uniforme, se podría también utilizar una FINISHER, adicionalmente se requiere de un rodillo metálico tandem de 10 toneladas de mas vibratorio provisto de controles para la amplitud y frecuencia de la honda vibratoria, también se requerirá de un rodillo neumático para un mejor acabado de la losa de hormigón.

Dadas las características de la mezcla se especifica que para un mejor control de la calidad del hormigón se utilice hormigón premezclada cuyas características ya fueron indicadas. La mezcla de hormigón será transportada utilizando volquetas.

### **Procedimiento de compactación**

Es norma general que la compactación del HCP se la realice mediante 2 pasadas iniciales sin vibrar (una ida y una vuelta) para asentar el hormigón. Luego se pasa vibrando un número de veces hasta obtener la densidad deseada, la cual se puede verificar con la ayuda de un densímetro nuclear (no menos de 4 pasadas). Luego se puede pasar varias veces un rodillo de neumáticos de 10 a 20 toneladas de masa para cerrar huecos o fisuras que puedan haberse formado y alisar la superficie; finalmente se pasa el rodillo sin vibrar 2 o 3 veces para eliminar huellas dejadas en los procesos anteriores. La densidad requerida es la máxima densidad que previamente se habrá determinado en el laboratorio.

### **Curado del hormigón**

Este aspecto es de vital importancia debido al bajo contenido de agua de HCP, normalmente habría que mantener húmeda la losa permanentemente durante 7 días y abrir al tráfico luego de 14 días de fundida, pero en Europa es practica común permitir el tráfico a las 24 horas de concluida la fundición, evitando la escamación mediante la utilización de una emulsión asfáltica o preferentemente una delgada capa de hormigón asfáltico (1 pulgada). La cual contribuye notablemente al curado del hormigón.

Nuestra recomendación es de que se coloque una emulsión asfáltica que a mas de colaborar con el curado del hormigón proporciona mayor comodidad para el tráfico vehicular evitando las vibraciones en los vehículos ocasionadas por las juntas, también es una mejora estética.

### **Ensayos de laboratorio**

**Áridos.-** en el laboratorio habrá de certificarse la calidad requerida de los áridos que es la siguiente:

- a) abrasión (método de los Ángeles) < 40%.
- b) Desgaste al sulfato de sodio (5 ciclos) < 5%
- c) Granulometría la ya indicada anteriormente.

Antes de su utilización la mezcla de hormigón esta debela ser diseñada en el laboratorio y comprobar que posea un modulo de rotura no menor a 4.5Mpa., como ya se indico se deberá realizar cilindros para ser comprobados a la compresión simple para de esta manera obtener valores de equivalencia entre el modulo de rotura a la flexión y el  $f_c$ .

Para determinar la densidad máxima en laboratorio se utilizara la norma ASSTHO T-180D

### **Medición y forma de pago**

La unidad de medida será el metro cúbico compactado .El pago se lo realizara de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el contrato y por el volumen compactado efectivamente realizado conforme a los planos y perfiles correspondientes.

### **Juntas de dilatación (Incluye relleno)**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

- Las juntas serán construidas de acuerdo al diseño, dimensiones y separación que indiquen los planos.
- Las juntas deberán construirse aserrando el hormigón, tan pronto éste tenga consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado. El aserrado se efectuará de tal manera que su borde

quede perfectamente vertical. El aserrado de juntas se lo puede ejecutar en dos etapas: un primer corte con sierra delgada y de poca profundidad a las 3 ó 4 horas de terminada la compactación, y un nuevo corte con sierra del espesor y profundidad requerido por el diseño, después de las 12 horas posteriores a la compactación.

- Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con espaciamientos, según el diseño, de entre 9 a 20 metros y con una profundidad igual a la cuarta parte del espesor de la losa.
- Las juntas se rellenaran dentro del menor plazo posible, contado a partir del aserrado de las mismas. Antes de proceder al relleno, las juntas se deberán limpiar con aire a presión. Los materiales que se emplean para rellenar las juntas serán los indicados en el contrato o por la entidad contratante.

### **Medición y forma de pago**

La longitud a pagarse por las juntas transversales aserradas será la longitud realmente aserrada, debidamente rellenada, medida en metros lineales.

### **Imprimación asfáltica MC- 0 en espaldones (Ancho 2.50 m)**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido sobre la superficie de los espaldones para su impermeabilización considerando los anchos, alineamientos y pendiente indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación esta incluido la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

#### **b) Materiales y Equipos**

El material bituminoso utilizado para la impermeabilización de los espaldones estará constituido por asfalto diluido de curado medio MC-0. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subseccion 810-3 de las Especificaciones Generales de Caminos y Puentes (MOP).

El contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de un barredora mecánica, con soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado

### **c) Medición y Forma de Pago**

El pago de la imprimación de los espaldones se efectuara por metro cuadrado medido en obra y aceptadas por el Fiscalizador.

Las cantidades de obra que hayan sido determinados en el párrafo anterior se pagaran a los precios señalados en el contrato

### **Construcción de reductor de velocidad**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la construcción de un rompe velocidades de acuerdo a las alineaciones y pendientes establecidos en los planos indicados por el Fiscalizador.

#### **b) Materiales y Equipos**

El hormigón a emplearse en la construcción del los rompe velocidades deberá ser clase A y cumplir con lo dispuesto en sección 801 de las Especificaciones Generales de Caminos y Puentes (MOP).

#### **c) Medición y Forma de Pago**

La medición del rompe velocidades se realizara por metro cuadrado de superficie debidamente acabada y aprobado por el Fiscalizador.

Las cantidades aceptadas y entregado de acuerdo a lo anteriormente especificado, se pagaran al precio unitario de medida establecido en el contrato.

## **4.2. Alternativa 2: Hormigón Asfáltico**

### **4.2.1 Introducción**

Son pavimentos constituidos por un conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas de tránsito y que las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: Anchura, trazado horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y agrietamientos, además de una adecuada adherencia entre el vehículo y la capa de rodadura en condiciones de humedad. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Puesto que los esfuerzos de un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento flexible obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa, el objetivo es darle el espesor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que un material que no se acomoda adecuadamente se consolida por efecto de las cargas y es entonces cuando se producen las deformaciones permanentes.

## Pavimentos Flexibles

Se denomina de esta forma, aquellos que tienen la capacidad de adaptarse a pequeños asentamientos diferenciales de la explanación sin que se produzcan agrietamientos y manteniendo su integridad estructural capacidad de transmisión de cargas. El clásico firme flexible, de acuerdo con la definición anterior, es una capa de piedra triturada de graduación densa. Pero esta capa no soporta la acción directa del tránsito y permite el paso del agua hacia la subrasante, por lo que se cubre con una capa de hormigón asfáltico. La siguiente figura presenta una sección transversal típica de un pavimento flexible.

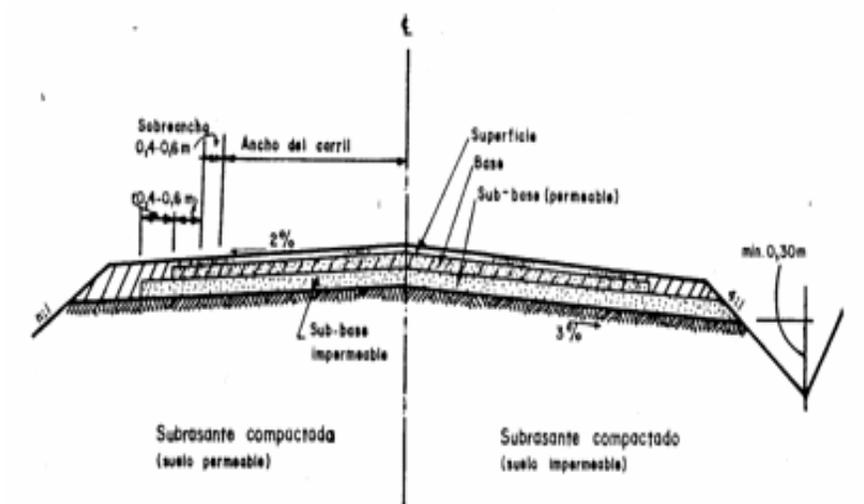


Figura 4.2.1.1. Sección típica de un pavimento flexible

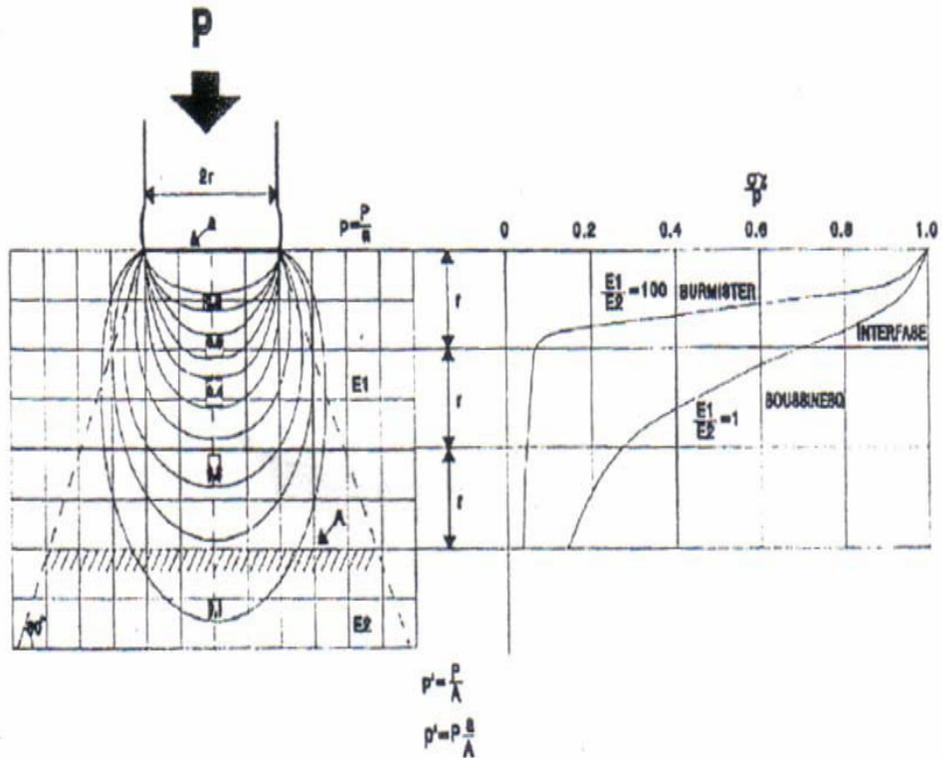
Su estructura ésta compuesta normalmente por tres capas:

1. Superficie
2. Capa de Base
3. Capa de Sub-base

La calidad de estas capas es decreciente con la profundidad, de acuerdo con la distribución normal de tensiones a través de la estructura de un pavimento flexible. La capacidad estructural de un pavimento flexible depende de la capacidad de distribución de las cargas por cada una de las capas y de la capacidad portante de la subrasante.

En medida que es mayor la rigidez de cada capa, la presión recibida en su superficie en un área determinada, es transmitida a la superficie de la capa inferior en un área cada vez mayor y con un valor de presión cada vez menor, con lo cual se logra una distribución vertical de tensiones que se atenúan más rápido con la profundidad. Así en la medida que se aumente la calidad de las capas estructurales del pavimento, el espesor total de éste se reduce ya que la magnitud de la presión vertical límite que soporta la subrasante, dependerá solamente de las características del suelo de las capas superiores de la explanación.

## DISTRIBUCION DE ESFUERZOS PAVIMENTO FLEXIBLE



**Figura 4.2.1.2. Transmisión de esfuerzos en las capas de un pavimento flexible**

Las tensiones horizontales que se generan en la superficie del pavimento se atenúan rápidamente con la profundidad y afecta solamente las capas superiores, tendiendo a producir el deslizamiento de estas.

## **Funciones de las capas de un pavimento flexible**

### **La Sub-base**

Su función es netamente económica ya que permite ahorrar dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base (no siempre se emplea en pavimentos). Por las características granulométricas de sus materiales puede servir como drenaje y por su propio peso contrarresta cambios volumétricos en la subrasante asociados con la presencia en ella de materiales de naturaleza expansiva. Los materiales a emplearse deberán tener un coeficiente de desgaste máximo del 50%, de acuerdo con el ensayo de Abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

De acuerdo a las normas del Ministerio de Obras Públicas (MOP), las sub-bases se clasifican en tres clases, de acuerdo al tipo de material a emplearse, estos son:

**Sub-base Clase 1:** Son sub.-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o grava, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816 de las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, de la Tabla 4.2.1. Por lo menos el 30% del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

**Sub-base Clase 2:** Son sub.-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP y graduados uniformemente dentro de límites indicados para la granulometría Clase 2 de la Tabla 4.2.1.1

**Sub-base Clase 3:** Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816 de las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3 de la Tabla 4.2.1.1.

| TAMIZ            | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |          |         |
|------------------|---|----------|---------|
|                  | CLASE 1   | CLASE 2  | CLASE 3 |
| 3" (76.2 mm)     | --  | --       | 100     |
| 2" (50.4 mm)     | --  | 100      | --      |
| 1 1/2" (38.1 mm) | 100   | 70 - 100 | --      |
| N°4 (4.75 mm)    | 30 - 70   | 30 - 70  | 30 - 70 |
| N°40 (0.425 mm)  | 10 - 35.  | 15 - 40  | --      |
| N°200 (0.075 mm) | 0 - 15  | 0 - 20   | 0 - 20  |

**Tabla 4.2.1.1. Clases de Sub-bases según Granulometrías - Especificaciones del MOP**

### **Base**

Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por el tránsito, la carpeta de rodadura es colocada sobre ella por que la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del transito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores. El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se

comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales. En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a las que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un CBR (Valor Relativo de Soporte) y una plasticidad mínima, además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales a emplearse. La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6 el porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales extraños.

**Base Clase 1:** Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subseccion 814-2 de las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP, y graduados uniformemente dentro de los limites granulométricos indicados para los tipos A y B en la Tabla 4.2.1.2.

| TAMIZ            | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |          |
|------------------|---|----------|
|                  | TIPO A  | TIPO B   |
| 2" (50.8 mm)     | 100   | --       |
| 1 1/2" (38.1 mm) | 70 - 100  | 100      |
| 1" (25.4 mm)     | 55 - 85   | 70 - 100 |
| 3/4" (19.0 mm)   | 50 - 80   | 60 - 90  |
| 3/8" (9.5 mm)    | 35 - 60   | 45 - 75  |
| N°4 (4.75 mm)    | 25 - 50   | 30 - 60  |
| N°10 (2.00 mm)   | 20 - 40   | 20 - 50  |
| N°40 (0.425 mm)  | 10 - 25.  | 10 - 25. |
| N°200 (0.075 mm) | 2 - 12.   | 2 - 12.  |

**Tabla 4.2.1.2. Base Tipo A y B según Granulometrías - Especificaciones del MOP**

**Base Clase 2:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecido en la subsección 814-4 de las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP. Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 4.2.1.3.

| <b>TAMIZ</b>       | <b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b> |
|--------------------|--|
| 1" (25.4 mm.)      | 100  |
| 3/4"(19.0 mm.)     | 70 - 100   |
| 3/8"(9.5 mm.)      | 50 - 80  |
| Nº 4 (4.76 mm.)    | 35 - 65  |
| Nº 10 (2.00 mm.)   | 25 - 50  |
| Nº 40 (0.425 mm.)  | 15 - 30  |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 3. - 15  |

**Tabla 4.2.1.3. Base Clase 2 según Granulometría  
– Especificaciones del MOP**

**Base Clase 3:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4 de las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP, y deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 4.2.1.4.

| <b>TAMIZ</b>      | <b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b> |
|-------------------|--|
| 3/4"(19.0 mm.)    | 100  |
| Nº 4 (4.76 mm.)   | 45 - 80  |
| Nº 10 (2.00 mm.)  | 30 - 60  |
| Nº 40 (0.425 mm.) | 20 - 35  |

**Tabla 4.2.1.4. Base Clase 3 según Granulometría – Especificaciones del MOP**

**Base Clase 4:** Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 de las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP, y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos en la Tabla 4.2.1.5.

| <b>TAMIZ</b>       | <b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b> |
|--------------------|--|
| 2" (50.8 mm.)      | 100  |
| 1" (25.4 mm.)      | 60 - 90  |
| Nº 4 (4.76 mm.)    | 20 - 50  |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0 - 15   |

**Tabla 4.2.1.5. Base Clase 4 según Granulometría  
– Especificaciones del MOP**

### **Capa de Rodadura**

Es la parte superior y la capa más rígida del pavimento flexible, es comparativamente mas fina que el resto de las capas, pero la de mayor resistencia y calidad. Debe ser resistente a las presiones verticales y horizontales impuestas pro la acción directa de los neumáticos de los vehículos, resistente a la abrasión, impermeable y a la vez de elevado coeficiente de fricción en su superficie, así como soportar sin degradarse por la acción directa y destructiva de los agentes atmosféricos.

Normalmente la superficie es la parte más costosa de los pavimentos flexibles y, por lo tanto, en el diseño debe contemplarse la utilización del espesor mínimo permisible. Debido a la uniformidad de su superficie y a su alto coeficiente de fricción, proporciona las condiciones de rodabilidad adecuadas para brindar un servicio cómodo, eficiente y seguro a las exigencias del transito vehicular.

## **4.2.2 Especificaciones de diseño**

### **Consideraciones de diseño**

El método AASHTO regirá el diseño de los espesores del pavimento flexible de éste proyecto. Este método se basa en la utilización de dos diagramas que han sido simplificados en forma de Nomogramas considerando factores técnicos como las que se detallan a continuación:

1. Tráfico (T)
2. Valor soporte del suelo (C.B.R.)
3. Índice de servicio (Pt)
4. Factor regional (Fr)
5. Número estructural (N.E)

Con estos cinco parámetros obtendremos el espesor más recomendable de un pavimento flexible. La resolución del procedimiento de diseño está en función del Número Estructural (N.E.) que expresa la resistencia estructural necesaria que debe tener un pavimento para una combinación de C.B.R del suelo.

### **Valor Soporte de la Subrasante.- Elección del C.B.R. de diseño**

Los resultados de los ensayos CBR (12-25-56 golpes) se deben presentar en un gráfico CBR vs. Densidad Seca Máxima. Luego, se obtiene el CBR en punto de la vía utilizando el 95% de la Densidad Seca Máxima.

Posteriormente, se obtienen todos los valores CBR realizados sobre la subrasante y se los ordena de menor a mayor y se realiza un ordenamiento de la posición de los C.B.R. para concluir graficándolos.

Considerando el nivel de tráfico de los ejes equivalentes obtenemos en el mismo gráfico el CBR (promedio) a emplear en el diseño para todo el tramo de vía.

### **Índice de servicio (Pt)**

Es un número que varía de 0 a 5 obtenido mediante fórmulas que permite estimar la condición de un pavimento.

| Condición del Pavimento | Índice de Servicio (Pt) |
|-------------------------|-------------------------|
| Excelente               | 5                       |
| Muy bueno               | 4                       |
| Bueno                   | 3                       |
| Regular                 | 2                       |
| Malo                    | 1                       |
| Pésimo                  | 0                       |

**Tabla 4.2.2.1. Índices de servicio recomendables**

### **Factor regional (Fr)**

El procedimiento diseño del método de la AASHTO incluye una escala que ajusta el número estructural a la condiciones climáticas y ambientales bajo el cual el pavimento deberá rendir su trabajo. Las precipitaciones pluviales probablemente es el factor de mayor influencia en este escala de valores y puede asumirse, por lo tanto, existe una relación entre la precipitación pluvial y el factor regional.

| Precipitación Pluviométrica Anual (mm) | Fr   |
|--|------|
| menor de 250                           | 0.25 |
| 250 - 500                              | 0.50 |
| 500 - 1000                             | 1.00 |
| 1000 - 2000                            | 1.50 |
| 2000 - 3000                            | 1.75 |
| mayor de 3000                          | 2.00 |

**Tabla 4.2.2.2. Factor regional en función de la precipitación**

Las precipitaciones anuales se consultar en las instituciones autorizadas para dichos fenómenos como INOCAR, CEDEGE.

### Número Estructural (N.E.)

En realidad la solución del procedimiento diseño de la AASHTO está en términos de un número estructural (N. E.) que expresa la resistencia estructural necesaria que debe tener un pavimento para una combinación del valor soporte del suelo de la carga total equivalente a un eje simple de 8180 kilogramos equivalente a 18,000 libras del índice final de suficiencia y del factor regional.

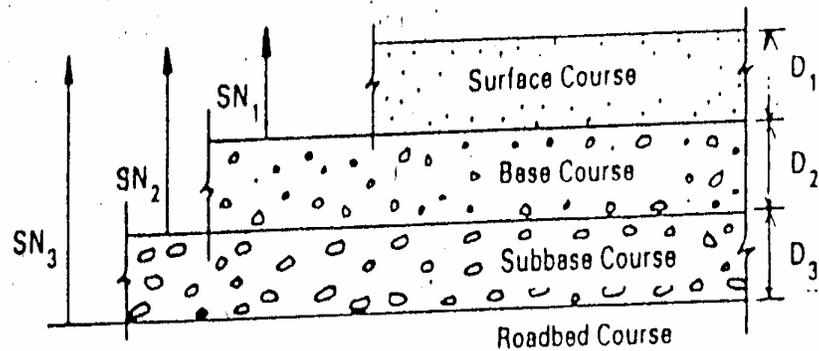


Figura 4.2.2.1. Número estructural de las capas de un pavimento

El número estructural obtenido en esta forma representa al espesor total del pavimento y debe ser transformado al espesor efectivo de una de las capas que lo constituye, es decir, de la capa de rodadura, de la base y de la sub-base mediante coeficientes adecuados que representan la resistencia relativa del material a utilizarse en cada capa.

$$N.E. = a_1 h_1 + a_2 h_2 + a_3 h_3 + \dots + a_n h_n$$

En donde, N.E. es el número estructural abstracto que representan la resistencia necesaria del pavimento.  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  son los coeficientes estructurales de la resistencia relativa del material que debe utilizarse y  $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$  representan los espesores correspondientes de cada capa.

| CLASE DE MATERIAL                               | NORMAS   | COEFICIENTE          |
|---|--|----------------------|
| <b><u>CAPA DE SUPERFICIE</u></b>                |  |                      |
| Concreto Asfáltico                              | Estabilidad de Marshal 1000 - 1600 Lbs   | 0.134 - 0.173        |
| Arena Asfáltica                                 | Estabilidad de Marshal 500 - 800 Lbs   | 0.079 - 0.118        |
| Carpeta Bituminosa Mezclada en el Camino        | Estabilidad de Marshal 300 - 600 Lbs   | 0.059 - 0.098        |
| <b><u>CAPA DE BASE</u></b>                      |  |                      |
| Agregado Triturado Graduados Uniformemente      | PI 0 - 4, CBR > 100%   | 0.047 - <b>0.055</b> |
| Grava Graduada Uniformemente                    | PI 0 - 4, CBR > 30 - 80%   | 0.028 - 0.051        |
| Concreto Asfáltico                              | Estabilidad de Marshal 1000 - 1600 Lbs   | 0.098 - 0.138        |
| Arena Asfáltica                                 | Estabilidad de Marshal 500 - 800 Lbs   | 0.059 - 0.098        |
| Agregado Grueso Estabilizado con Concreto       | Resistencia a la Compresion 28 - 46 kg/cm <sup>2</sup>   | 0.079 - 0.138        |
| Agregado Grueso Estabilizado con Cal            | Resistencia a la Compresion 7 kg/cm <sup>2</sup>   | 0.059 - 0.118        |
| Suelo - Cemento                                 | Resistencia a la Compresion 18 - 32 kg/cm <sup>2</sup>   | 0.047 - 0.079        |
| <b><u>CAPA DE SUB.-BASE</u></b>                 |  |                      |
| Arena - Grava Graduada Uniformemente            | PI 0 - 6, CBR > 30 + %   | 0.035 - <b>0.043</b> |
| Suelo - Cemento                                 | Resistencia a la Compresion 18 - 32 kg/cm <sup>2</sup>   | 0.059 - 0.071        |
| Suelo - Cal                                     | Resistencia a la Compresion 5 kg/cm <sup>2</sup>   | 0.059 - 0.071        |
| <b><u>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE</u></b>        |  |                      |
| Arena o Suelo Seleccionado                      | PI 0 - 10  | 0.020 - 0.035        |
| Suelo con Cal                                   | 5% Minimo de Cal en Peso de los Suelos   | 0.028 - 0.039        |
| <b><u>TRATAMIENTO SUPERFICAL BITUMINOSO</u></b> |  |                      |
| Triple Riego                                    |  | * 0.40               |
| Doble Riego                                     |  | * 0.25               |
| Simple Riego                                    |  | * 0.15               |
|   | * Usar estos valores para los diferentes tipos de tratamientos bituminosos, sin calcular espesores |                      |

**Tabla 4.2.2.3. Coeficiente Estructural de las Capas de Pavimentos Flexibles - Método AASHTO**

### **Análisis de Tráfico**

La predicción de tráfico proporcionada por el grupo de planeamiento es generalmente el resultado acumulado de la aplicación de cargas de 18 kip por eje (ESAL) esperadas sobre la carretera, considerando que el diseñador requiere de la aplicación de ejes en la vía en diseño. Entonces, bajo la especificación proporcionada, el diseñador conviene en el factor de diseño de tráfico por dirección y para cada vía (no mas de dos). La ecuación siguiente puede ser usada para determinar el tráfico  $W_{18}$  en el diseño de la vía.

$$W_{18} = D_o * D_L * W_{18}$$

Donde:

$D_o$  = Factor de distribución direccional, expresado como una relación, considerada para la distribución de unidades ESAL por dirección, ejemplo este-oeste, norte-sur, etc.

$D_L$  = Factor de la distribución por vía, expresada como una relación, considerada para la distribución de tráfico cuando dos o mas vías están disponibles en una sola dirección.

$W_{18}$  = La predicción de unidades acumuladas ESAL de 18 kip en dos direcciones, para una sección específica de la carretera durante el periodo de análisis.

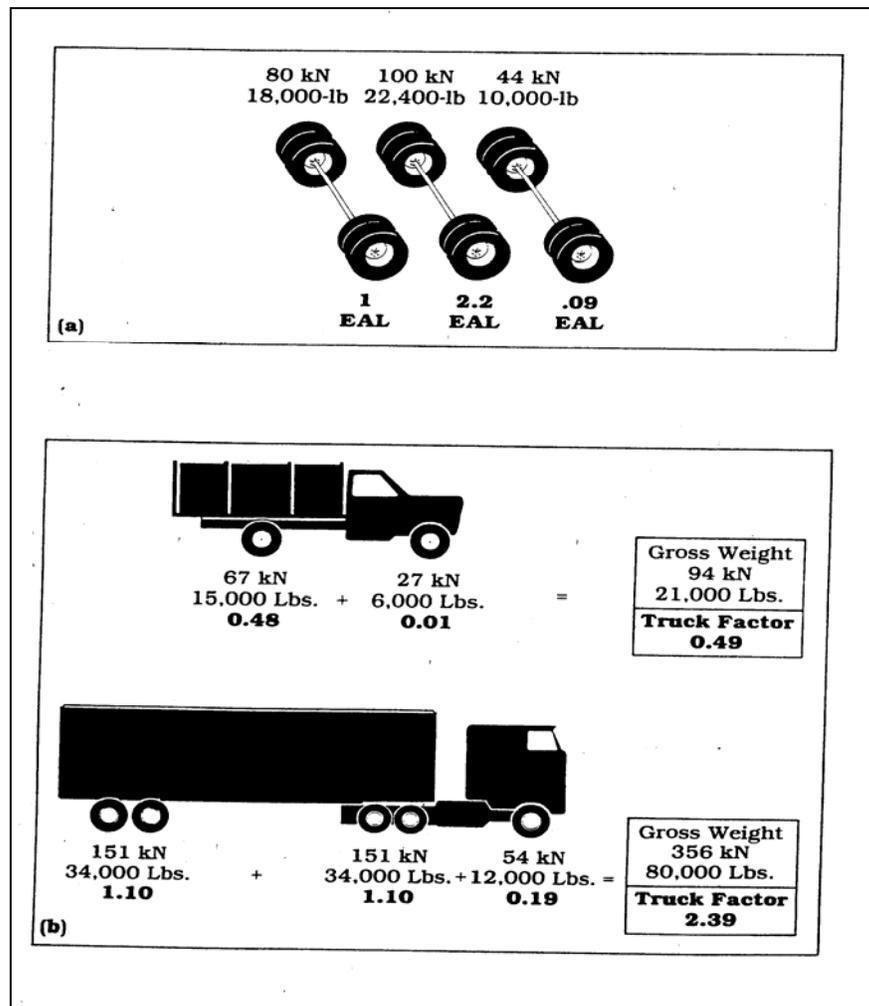


Figura 4.2.2.2. Cargas por eje

Después de las consideraciones relacionadas anteriormente, procedemos a realizar el diseño de pavimento para el tramo en estudio aplicando el método AASHTO-93:

### 4.2.3 Diseño estructural

#### 1. Tráfico

Según el estudio de tráfico realizado en el capítulo 2, el tráfico promedio diario anual (TPDA) que nos permite calcular el total de Ejes Equivalentes es:

$$\text{TPDA}_{\text{proyectado}} = 825 \text{ vehículos / día}$$

Por lo tanto, en la Tabla 4.2.3.1 se muestra la suma de los Ejes Equivalentes calculada, de acuerdo al pronóstico de tráfico analizado.

| Vehículo | TPDA | %      | # de ejes | Carga x eje (Kg) | Factor de eje equivalente | Ejes Equivalentes   |
|----------|------|--------|-----------|------------------|---------------------------|---------------------|
| Livianos | 825  | 40 (V) | 330       | 1600             | 0.0016                    | 0.528               |
|          |      | 40 (V) | 330       | 3300             | 0.0254                    | 8.382               |
|          |      | 60 (C) | 495       | 2080             | 0.00449                   | 2.223               |
|          |      | 60 (C) | 495       | 4290             | 0.0726                    | 35.937              |
|          |      |        |           |                  |                           | <b>Σ EE = 47.07</b> |

**Tabla 4.2.3.1. Sumatoria de los Ejes Equivalentes (EE)**

➤ **Total de ejes equivalentes (T.E.E)**

**Tráfico Diario Pesado (TDP)**

$$TDP_{10} = \frac{Ta + Tp_{10}}{2}$$

$$TDP_{10} = \frac{252 + 339}{2}$$

$$TDP_{10} = 296 \text{ vehiculos}$$

$$TDP_{20} = \frac{Tp_{10} + Tp_{20}}{2}$$

$$TDP_{20} = \frac{339 + 455}{2}$$

$$TDP_{20} = 397 \text{ vehiculos}$$

**Total de Ejes Equivalentes (periodo de diseño 10 años)**

Para un periodo de diseño de 10 años se tiene un total de ejes equivalentes de:

$$TEE_{10} = TDP_{10} * 10 \text{ años} * 365 \text{ días} * 0.6 \frac{E.E}{Te}$$

$$TEE_{10} = 296 * 10 \text{ años} * 365 \text{ días} * 0.6 \frac{47.07}{252}$$

$$TEE_{10} = 121081.97 = 1.21 * 10^5$$

**Total de Ejes Equivalentes (periodo de diseño 20 años)**

Para un periodo de diseño de 20 años se tiene un total de ejes equivalentes de:

$$TEE_{20} = TDP_{20} * 10 \text{ años} * 365 \text{ días} * 0.6 \frac{E.E}{Te}$$

$$TEE_{20} = 397 * 10 \text{ años} * 365 \text{ días} * 0.6 \frac{47.07}{252}$$

$$TEE_{20} = 162397.10 = 1.62 * 10^5$$

## 2.- Elección del CBR de Diseño

De los ensayos del CBR para la Subrasante en el laboratorio 12-25-56 golpes para cada perforación se grafican los tres y luego se toma el 95% de la densidad seca máxima y se obtiene el CBR en un punto de la vía.

Luego se realiza el mismo procedimiento para las otras perforaciones realizadas en el campo sobre la Subrasante, se obtiene el CBR correspondiente y se los ordena de menor a mayor. A continuación se hace un ordenamiento de la posición de los CBR para luego representarlos en un gráfico.

| ABSCISA | C.B.R. (%) | Ordenamiento |               | %      |
|---------|------------|--------------|---------------|--------|
|         |            | Ordenamiento | Mayor a menor |        |
| 0 + 350 | 35         | 14           | 3             | 100.00 |
| 0 + 650 | 14         | 21           | 2             | 66.67  |
| 0 + 850 | 21         | 35           | 1             | 33.33  |

**Tabla 4.2.3.2. Ordenamiento de los CBR existentes en la subrasante**

El porcentaje de CBR de diseño se obtiene con la ayuda de la tabla 4.2.3.4 en función del Nivel de Tráfico de los Ejes Equivalentes.

| Nivel de Tráfico (EE) | % de CBR Diseño |
|-----------------------|-----------------|
| $EE < 10^4$           | 60%             |
| $10^4 < EE < 10^8$    | 75%             |
| $EE > 10^8$           | 87.5% = 88%     |

**Tabla 4.2.3.3. Porcentaje del CBR de Diseño según Ejes Equivalentes**

Así pues si el  $TEE_{20} = 1.62 * 10^5$ , entonces:

$$\% \text{ CBR de diseño} = 75 \%$$

Este último valor se ingresa en las ordenadas hasta intersectar la curva y obtener en el eje de las abscisas el CBR promedio para todo el tramo de vía, cuyo valor para éste proyecto resulta 19% como se aprecia en el Grafico 4.2.3.1



Gráfico 4.2.3.1. Elección del CBR de Diseño

### 3. Índice de Servicio (Pt)

El valor del Índice de Servicio será el obtenido de acuerdo a los datos de la Tabla 4.2.2.1

$$\text{Índice de Servicio (Pt)} = 2$$

#### 4. Factor Regional (Fr)

Considerando los Estudios Hidrológicos realizados en el Capítulo 2, la zona circundante por donde se emplaza la vía de proyecto, presenta una precipitación pluviométrica de 1500 mm, Este valor permite observar que el Factor regional (Fr) según la Tabla 4.2.2.2 es de **1.5** para un rango entre 1000 y 2000 mm anuales:

$$\text{Factor regional (Fr)} = 1.5$$

#### 5. Número Estructural (N.E.)

Para determinar el Número Estructural (NE), se ingresa al nomograma con los valores de T.E.E., CBR Promedio y se corrige por medio del Factor Regional (Fr). En la Tabla 4.2.3.4 se muestran los resultados obtenidos.

| Periodo de Diseño | T.E.E.   | C.B.R. Promedio | FR   | NE nomograma |
|-------------------|----------|-----------------|------|--------------|
| 10 años           | 1.21E+05 | 19 %            | 1.50 | 1.70         |
| 20 años           | 1.62E+05 | 19 %            | 1.50 | 1.75         |

**Tabla 4.2.3.4. Cálculo de los Números Equivalentes**

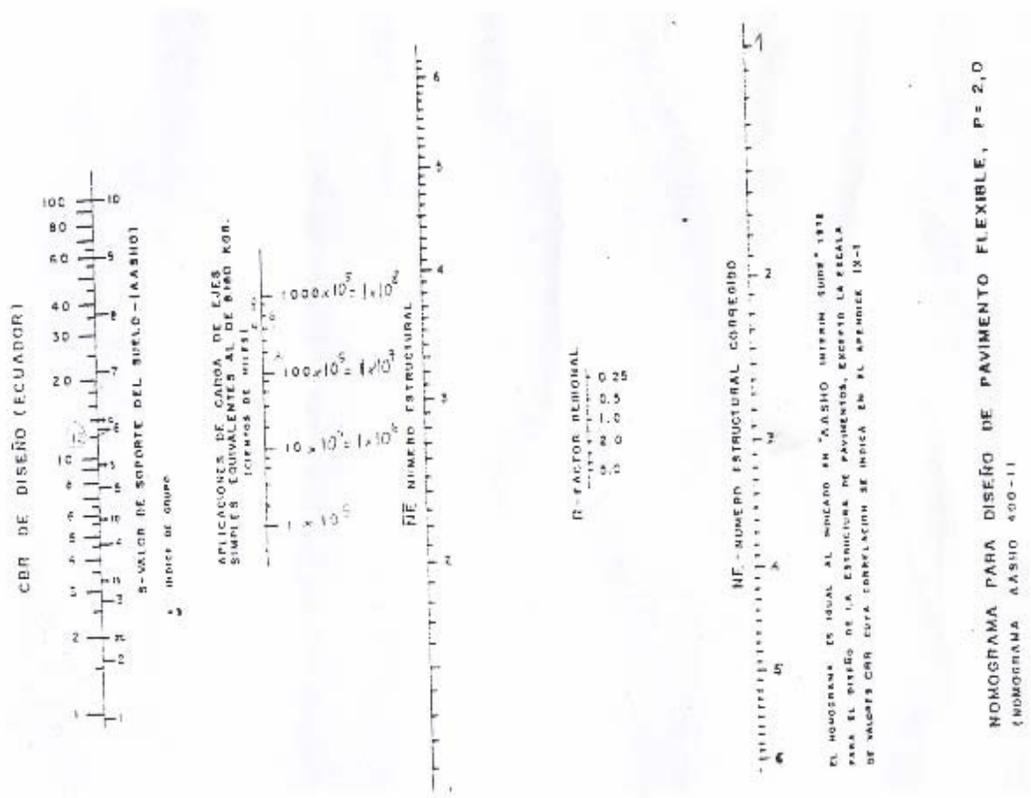


Gráfico 4.2.3.2. Nomograma para diseño pavimentos flexibles

## **Cálculo de los espesores de las capas del Pavimento Flexible**

Para determinar el espesor de las capas de la nueva estructura del pavimento se elabora una tabla de coeficientes de capa para pavimentos flexibles según la AASHTO en función de la clase de los materiales existentes que conforman su estructura (Ver Tabla 4.2.2.3).

Este método de diseño, permite iterar los espesores de cada una de las capas que conforman el pavimento, hasta que se cumpla la siguiente desigualdad:

$$\sum NE \geq NE \text{ nomograma}$$

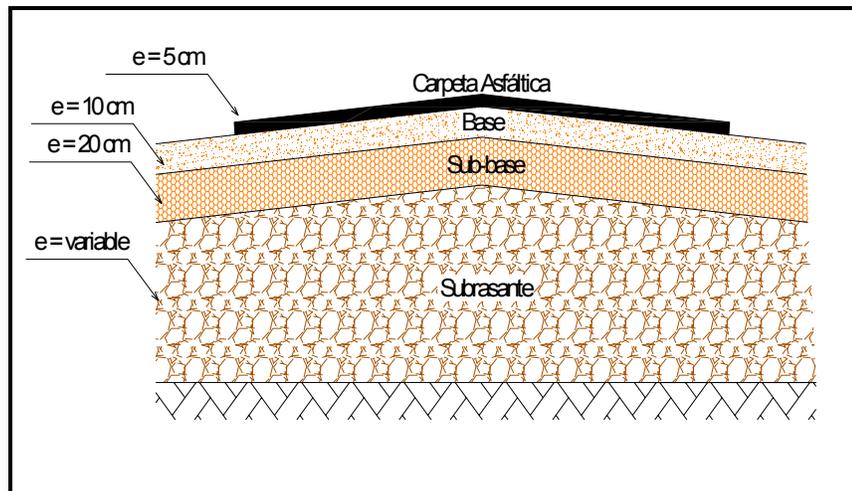
Para el rediseño de los espesores del pavimento de proyecto, la capa de Base existente (espesor 20 cm.) cuyo valor de CBR es 30% e identificada con una granulometría de Base Clase 1-Tipo B, será utilizada como Sub-Base en el nuevo diseño, por cuanto esta si cumple con las normas de las Especificaciones para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP para éste tipo de material. La capa de rodadura constará de una carpeta asfáltica cuyo espesor es 5.00 cm.

Los resultados de los espesores del pavimento para un periodo de diseño de 20 años se resumen en la siguiente tabla:

| DISEÑO DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO (20 años) |      |                       |              |       |
|---|------|-----------------------|--------------|-------|
| NE nomograma                                | 1.75 | Coef. Estructural (a) | Espesor (cm) | NE    |
| Carpeta de rodadura de Concreto Asfáltico   |      | 0.173                 | 5.00         | 0.865 |
| Base granular                               |      | 0.055                 | 10.00        | 0.550 |
| Sub-Base granular                           |      | 0.043                 | 20.00        | 0.860 |
| $\Sigma NE =$                               |      |                       |              | 2.28  |

**Tabla 4.2.3.5. Rediseño de los espesores del Pavimento Flexible para 20 años**

El rediseño de los espesores de cada una de las capas que conforman la nueva estructura del pavimento flexible de la vía de proyecto se muestra a continuación:



**Gráfico 4.2.3.3. Rediseño de las Capas del Pavimento Flexible**

#### **4.2.4 Análisis Precios Unitarios Asfalto**

**IMPRIMIR ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**



























#### **4.2.6 Especificaciones Técnicas de Construcción Hormigón Asfáltico**

En el presente Proyecto se proporcionan todos los Estudios de Ingeniería y Arquitectura a ser construidos; sin embargo, y de acuerdo a las condiciones del terreno y del mercado local, el Contratista deberá proponer, mediante el mecanismo establecido en las Condiciones Generales y Particulares de estas Especificaciones, cualquier cambio o modificación que tienda a mejorar la construcción.

#### **OBRAS PRELIMINARES**

##### **Cerramiento Provisional**

###### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la construcción de palitroques apoyada en una base de hormigón simple de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos. Estos elementos deberán ser colocados en las áreas de restricción al acceso vehicular.

###### **b) Materiales y equipos**

Estos elementos serán construidos de cañas duras y resistentes, apoyados sobre una base de hormigón simple y espaciados entre sí a una distancia no mayor a 2.10 m y con una altura de 1.50 m, unidos

por cinta de material plástico. La cinta demarcatoria serán de plástico reflectivo con fondo reflectivo y letras negras con la leyenda “peligro”.

**c) Medición y forma de pago**

La cantidad a medirse en éste rubro será el metro lineal correctamente espaciado y aceptado por la fiscalización.

**Limpieza y Desbroce de Espaldones**

**a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra especie vegetal; además de tocones y hojarasca. También se incluye en este rubro la remoción de la capa vegetal hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición en forma satisfactoria al Fiscalizador de todo el material de la operación de desbroce, desbosque y limpieza. Además contemplará la conservación evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

**b) Materiales y equipos**

Los equipos y herramientas utilizados para la ejecución de estos trabajos serán los descritos en los documentos contractuales y aceptados por el Fiscalizador,

**c) Medición y forma de pago**

La medición y pago se realizará en metro cuadrados, completas colocadas en el sitio determinado por el Fiscalizador. El costo incluirá la mano de obra, materiales, equipos.

**Limpieza de alcantarillas**

**a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la remoción y retiro de materiales que puedan obstruir el flujo normal de drenaje de las aguas lluvias de las alcantarillas existentes, tales como: vegetación, palos, piedras, etc.

**b) Medición y forma de pago**

La medición y pago para este rubro será en metro cúbicos.

### **Limpieza de cunetas**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la remoción y retiro de materiales que puedan obstruir el flujo normal de drenaje de las aguas lluvias de las cunetas existentes, tales como: vegetación, palos, piedras, etc.

#### **b) Medición y forma de pago**

La medición y pago para este rubro será en metro cúbicos.

### **Replanteo y nivelación lineal**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Replanteo lineal se entenderá como la ubicación y comprobación en terreno de los diseños definitivos propuestos para la rehabilitación de dicho proyecto, así como la ubicación en terreno de todas las estructuras a construirse como cunetas, alcantarillas, etc., con base a las indicaciones de los planos respectivos y de la fiscalización como paso previo a su intervención y construcción, respectivamente.

Todos estos trabajos de ubicación, implantación y sus niveles serán sometidos a la aprobación de la Fiscalización.

### **b) Materiales y equipos**

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como estaciones totales, distanciómetros, teodolitos, niveles, cintas métricas, etc. y por personal técnico, capacitado y experimentado.

Para que la Fiscalización y cualquier Supervisión puedan verificar las mediciones, se deberá colocar mojones de hormigón o señales metálicas perfectamente identificadas con las cotas y abscisas correspondientes. Donde lo señale la Fiscalización se colocarán mojones de hormigón o puntos de referencia debidamente identificados, con cota y abscisa correspondiente. Todos los mojones, estacas y puntos de referencia establecidos deberán ser conservados por el Contratista y en caso de perderse, serán repuestos sin costo adicional alguno.

### **c) Medición y forma de pago**

La cantidad a medirse en éste rubro será el metro lineal, una vez que se hayan realizado todos los trabajos de replanteo y comprobación final de los trabajos realizados.

Esta cantidad se pagará al precio unitario contractual, y constituirá la compensación total por los trabajos de replanteo y nivelación de todo

aquello señalado en planos y solicitado y aceptado por la Fiscalización, hasta su comprobación final para la elaboración de los planos definitivos de construcción. Dentro del precio están contemplados también todos los materiales y transporte necesario para los trabajos de replanteo y nivelación.

### **Demolición y desalojo de reductor de velocidad**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la remoción de hormigón de cemento Pórtland. La remoción se efectuará en los lugares de acuerdo con los límites señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

#### **b) Materiales y equipos**

Los equipos y herramientas utilizados para efectuar estos trabajos serán los descritos en los documentos contractuales y aprobados por el Fiscalizador.

#### **c) Medición y forma de pago**

La medición y pago este rubro será el metro cuadrado y serán cancelados después de la disposición final de los escombros situados en los lugares que la entidad contratante o el Fiscalizador autorice

## **Escarificación de carpeta asfáltica**

### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Se procesará a realizar el corte del asfalto una vez realizada la marcación en el proceso de trazado y replanteó en esta faena de corte se deberá utilizar una maquina de disco cortadora de asfalto y posteriormente se realizará la levantada del asfalto mediante la utilización de un recuperador de banda.

Esta actitud concluye con la disposición temporal del material de carpeta recuperada para luego ser reutilizado y compensar el volumen necesario de los espaldones para llegar a las cotas de proyecto.

### **b) Materiales y equipos**

Los equipos y herramientas utilizados para ejecutar este trabajo serán los descritos en el procedimiento de trabajos ya mencionados.

### **c) Medición y forma de pago**

Los trabajos referentes a la levantada de la carpeta asfáltica incluyendo su respectivo disposición final, se medirán por metros cuadrados \*realmente ejecutados y aprobados por el Fiscalizador.

## **Excavación a máquina**

### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Esta especificación se refiere a la ejecución de las excavaciones requeridas para la obra; comprende el suministro de mano de obra, equipos y materiales necesarios para la correcta y completa ejecución de las excavaciones de acuerdo con los alineamientos pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenadas y aprobadas; se incluyen en este ítem, los trabajos necesarios para preparar la superficie de los taludes ya construidos que hayan de tener posteriormente tratamientos especiales.

### **b) Materiales y equipos**

La maquinaria necesaria para ejecutar este rubro será con una retroexcavadora de 75HP.

### **c) Medición y forma de pago**

Los trabajos de excavaciones y desalojo, se medirán por metros cúbicos \*realmente ejecutados \*, y aprobados por el Supervisor; esto es, medidos físicamente, sin esponjamiento. El límite superior de la medición será la superficie del terreno antes de iniciar la excavación. El límite inferior será la cota de excavación.

## **OBRAS CIVILES**

### **Base Clase 1 (e=0.10m)**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

#### **b) Materiales y equipos**

El material de Base que se utilizara para la ejecución de este rubro será el de clase 1, el mismo que deberá ser tendido y compactado según la Subseccion 814-2 de la Especificaciones del MOP. El Contratista deberá ejecutar ensayos de compactación (Densímetro nuclear) una vez compactados con la motoniveladora y el rodillo, para la determinación de las densidades máximas y humedades optimas del ensayo Proctor Modificado.

## **Asfalto emulsionado RC-250 para riego de liga**

### **a) Descripción y Procedimiento de Trabajo**

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución sobre la superficie del pavimento existente, a fin de conseguir adherencia entre este previamente y la nueva capa asfáltica que se deberá colocar sobre él, de acuerdo con los requerimientos establecidos en los documentos contractuales. En la aplicación del riego de adherencia estará comprendida la limpieza de la superficie, que deberá realizarse inmediatamente antes del riego bituminoso.

### **b) Materiales y equipos**

El material bituminoso estará constituido por emulsión asfáltica RC-250 y deberá cumplir los requisitos establecidos en la subsección 810-4 de las Especificaciones Generales de Caminos y Puentes (MOP). En ningún caso, el Fiscalizador deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en asfaltos diluidos.

El contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual debe ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

**c) Medición y forma de pago**

Las cantidades a pagarse por el riego de adherencia se efectuarán reduciendo el volumen empleado a la temperatura de aplicación del asfalto, al volumen a 15.6 °C de acuerdo con los datos de la subsección 810-5 de las Especificaciones Generales de Caminos y Puentes (MOP).

Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en el párrafo anterior, se pagaran a los precios señalados en el contrato y previa aprobación del Fiscalizador.

**Carpeta de rodadura asfáltica (e = 5 cm.)**

**a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregado en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario en material asfáltico mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre el pavimento existente, de acuerdo a lo establecido a los documentos contractuales.

## b) Materiales

Tendrán las siguientes características:

Mat. Asfáltico: Deberá ser cemento asfáltico de penetración 60- 70

Áridos: deberán tener la granulometría especificada a continuación:

| Tamiz              | Porcentaje en peso que pasa a través los tamices de malla cuadrada |        |        |
|--------------------|--|--------|--------|
|                    | A  | B      | C      |
| 2" (50.8 mm)       | 100  |        |        |
| 1 1/2" (38.1 mm)   | 90-100   | 100    |        |
| 1" (25.4 mm)       |  | 90-100 | 100    |
| 3/4" (19.0 mm)     | 56-80  |        | 90-100 |
| 1/2" (12.5 mm.)    |  | 56-80  |        |
| 3/8" (9.5 mm)      |  |        | 56-80  |
| Nº 4 (4.75 mm)     | 23-53  | 29-59  | 35-65  |
| Nº 8 (2.36 mm.)    | 15-41  | 19-45  | 23-49  |
| Nº 50 (0.30 mm.)   | 4.16   | 5-17   | 5-19   |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0-6  | 1-7    | 2-8    |

**Tabla 4.2.6.1. Granulometría de los áridos empleados en carpeta asfáltica**

Además, el desgaste a la abrasión de los agregados pétreos no será mayor a 40 (Met. De los Ángeles) y su desgaste a la acción del sulfato de sodio luego de 5 ciclos, no excederá al valor del 12%.

Los agregados deberán tener forma cúbica, no se permitirá agregados de forma plana (lajas)

## c) Equipo

El equipo que utilice el Contratista para la construcción de la base de hormigón asfáltico mezclado en planta en caliente, deberá tener las siguientes características

### **Plantas mezcladoras**

Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico en frío utilizadas por el Contratista, serán idénticas y de similares características que las que se usan en mezclas en caliente, eliminando el tambor secador de áridos, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias siguientes:

**Equipo para manejo de la emulsión:** Los tanques para almacenamiento de la emulsión deberán estar equipados con serpentines de circulación. Los tanques para almacenamiento deberán tener capacidad suficiente de reserva para al menos un día de trabajo sin interrupciones; el sistema de circulación a las balanzas de dosificación, mezcladora, etc., deberá tener capacidad suficiente para un caudal uniforme. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo de la emulsión de los tanques.

**Cribas y tolvas de recepción:** La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado y separarlo en las graduaciones requeridas para alojarlas en las diferentes tolvas individuales de recepción. Los tamices a utilizarse para la separación de las Diferentes graduaciones, no permitirán que cualquier tolva reciba más de un 10% de material de tamaño mayor o menor que el especificado. Las tolvas para almacenamiento del agregado para conservar una cantidad de

agregados que permita la alimentación de la mezcladora trabajando a su máximo rendimiento. Existirán al menos tres tolvas para las diferentes graduaciones, y una adicional para el relleno mineral que se utilizará cuando sea necesario. Cada tolva individual estará provista de un desbordamiento que impida la entrada del exceso de material de uno a otro compartimiento, y que descargue este exceso hasta el piso. Las tolvas estarán provistas de dispositivos para control de la cantidad de agregados y extracción de muestras en cualquier momento.

**Dispositivos para dosificación de la emulsión.-** Estarán provistos de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración de la emulsión, para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra. La emulsión medida, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargada a la mezcladora, mediante una abertura o una barra esparcidora cuya longitud será al menos igual a las tres cuartas partes de la longitud de la mezcladora, a fin de lograr una distribución uniforme e inmediata al mezclado. Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control.

**Laboratorio de campo:** Se deberá contar con el equipo necesario para poder realizar ensayos de la emulsión, con el objetivo de que

antes de descargar la emulsión a los reservorios desde el tanquero-cisterna éste sea evaluado y certificado.

**Medidas de seguridad:** Las plantas deberán disponer de escaleras metálicas seguras para el acceso a las plataformas superiores, dispuestas de tal manera de tener acceso a todos los sitios de control de las operaciones. Todas las piezas móviles como poleas, engranajes, cadenas, correas, etc., deberán hallarse debidamente protegidas para evitar cualquier posibilidad de accidentes con el personal. El espacio de acceso bajo la mezcladora para los camiones, deberá ser amplio, para maniobrar con facilidad a la entrada y a la salida. El contratista proveerá además de una plataforma de altura suficiente, para que el Fiscalizador pueda acceder con facilidad a tomar las muestras necesarias en los camiones de transporte de la mezcla.

**d) Ensayos y Tolerancias.-**

Los ensayos que se deberán llevar a cabo para la comprobación de la calidad y condiciones de los materiales y del trabajo serán los indicados en el numeral 405-5.04 de las especificaciones generales del MOP para caminos y puentes (MOP 001F-2002). Las tolerancias para la utilización de la fórmula maestra de obra, serán también las establecidas en el numeral antes indicado.

Los procedimientos a utilizar para la fórmula maestra de obra, la dosificación y mezclado, la distribución y la compactación, serán idénticos a los especificados en el manual del MOP para caminos y puentes (MOP 001F-2002) en el numeral 405-5.05.

**e) Medición y Forma de Pago**

Las cantidades a pagarse por la construcción de las bases de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de mezcla efectivamente puestos en obra y aceptados, medidos en su lugar después de la compactación. La medición se efectuará en base a la longitud de la capa de base terminada, medida horizontalmente a lo largo del eje de la vía, y a la sección 400 de MOP para Caminos y Puentes.

La medición para el pago podrá también ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la base asfáltica de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales. En este caso, se computarán para el pago las toneladas pesadas y transportadas en los volquetes.

En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en toneladas de hormigón suelto, metros cúbicos o metros cuadrados de base compactada.

Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte de los agregados y mezcla, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para el término de los trabajos descritos en esta sección.

### **Imprimación asfáltica MC- 0 en espaldones (Ancho 1.2 m)**

#### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido sobre la superficie de los espaldones para su impermeabilización considerando los anchos, alineamientos y pendiente indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación esta incluido la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

**b) Materiales y Equipos**

El material bituminoso utilizado para la impermeabilización de los espaldones estará constituido por asfalto diluido de curado medio MC-0. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de las Especificaciones Generales de Caminos y Puentes (MOP).

El contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de un barredora mecánica, con soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado

**c) Medición y Forma de Pago**

El pago de la imprimación de los espaldones se efectuara por metro cuadrado medido en obra y aceptadas por el Fiscalizador.

Las cantidades de obra que hayan sido determinados en el párrafo anterior se pagaran a los precios señalados en el contrato

## **Construcción de reductor de velocidad**

### **a) Descripción y procedimiento de trabajo**

Este trabajo consistirá en la construcción de un rompe velocidades de acuerdo a las alineaciones y pendientes establecidos en los planos indicados por el Fiscalizador.

### **b) Materiales y Equipos**

El hormigón a emplearse en la construcción del los rompe velocidades deberá ser clase A y cumplir con lo dispuesto en sección 801 de las Especificaciones Generales de Caminos y Puentes (MOP).

### **c) Medición y Forma de Pago**

La medición del rompe velocidades se realizara por metro cuadrado de superficie debidamente acabada y aprobado por el Fiscalizador.

Las cantidades aceptadas y entregado de acuerdo a lo anteriormente especificado, se pagaran al precio unitario de medida establecido en el contrato.

### **4.3 Análisis de Costo–Beneficio de las Alternativas Propuestas**

#### **4.3.1 Introducción**

Cuando se realiza un estudio comparativo sobre diferentes soluciones para la estructura de pavimentos, el diseñador se encuentra ante la dificultad de no contar con alternativas que presenten comportamientos y durabilidades similares.

En realidad, durante el ciclo de vida, el pavimento está sometido no solo a las solicitaciones del tránsito vehicular y de los agentes atmosféricos sino que, también, está expuesto a los procesos de instalación, reparación y rehabilitación del sistema de drenaje. Para evitar que estos efectos sobre el pavimento se conviertan en daños irreversibles, es necesario efectuar un adecuado mantenimiento, que dependerá de la alternativa de solución seleccionada.

Para comparar los pavimentos, *únicamente por su costo*, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Estructura completa
- Periodo de diseño
- Costo Total

La comparación de pavimentos se puede hacer para:

- Estructuras que soporten las mismas cargas en el mismo número de años.
- Estructuras distintas que con trabajos de mantenimiento presten igual servicio.

Cuando los pavimentos que se comparan están diseñados para soportar las mismas cargas durante el mismo número de años; se puede decir que se trata de una comparación estructuralmente equivalente.

Otra manera de comparación es que a determinadas estructuras se les planifica el mantenimiento requerido para que preste igual servicio durante la vida útil del proyecto.

La vida útil de diseño se considera a nivel mundial, que oscila entre 20 y 50 años dependiendo de:

- El tipo de tránsito
- La tecnología disponible
- La experiencia nacional sobre el comportamiento de pavimentos existentes, de acuerdo con las condiciones particulares de cada región geográfica.

### 4.3.2 Evaluación de Costos

#### a) Costo Total

En la evaluación económica, existe internacionalmente la tendencia de comparar el costo total de las alternativas, que incluye el costo de construcción, el costo de mantenimiento, los costos de rehabilitación y refuerzo y el costo de operación, así como también deducir el valor residual del pavimento al término de su vida útil. Análogamente, se deben considerar, según el tipo de pavimento, los ahorros derivados de la operación, como la reducción de los gastos de combustible, llantas y repuestos, estos últimos representa, inclusive, salidas de divisas por importación.

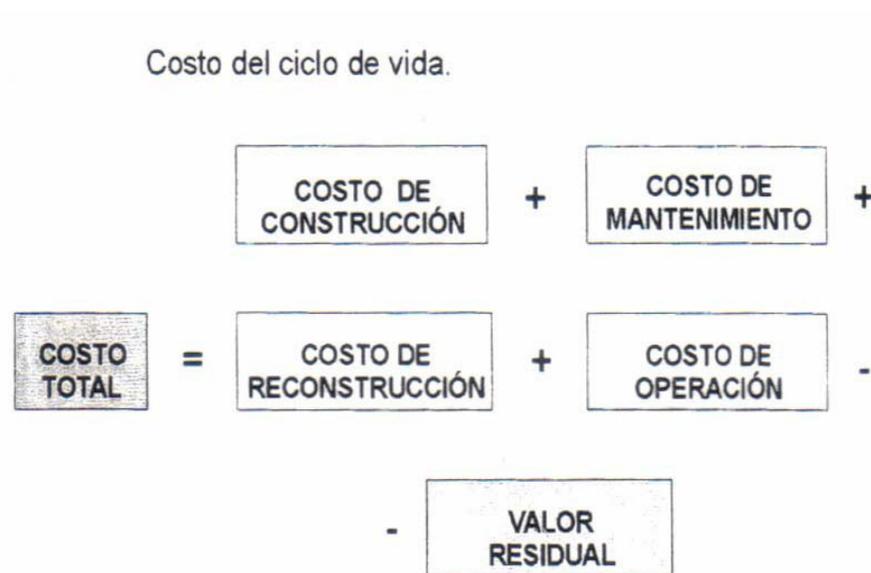


Figura 4.3.2.1. Costo del Ciclo de Vida de un Pavimento

### **b) Costo de Construcción**

Es el monto de construcción inicial. Para efectos comparativos se ha considerado solamente la construcción de la estructura por metro cuadrado terminado, sobre le terraplén o sobre la carpeta de mejoramiento de la subrasante.

### **c) Costo de Mantenimiento**

Es el monto anual de conservación de pavimento para asegurar buenas condiciones de transitabilidad. Un método usual para evaluar los costos de mantenimiento, consiste en estimarlos como un porcentaje (%) anual del costo inicial de construcción; porcentaje que varía dependiendo del tipo de pavimento.

### **d) Costo de Rehabilitación y Refuerzo**

Los pavimentos asfálticos sufren un progresivo deterioro debido a la fatiga y al envejecimiento, razones por las que necesitan, para conservar buenas condiciones de serviciabilidad y seguridad, reparaciones parciales en períodos de tiempo adecuados. Esto origina costos localizados que generan fuertes saltos en la curva de costos acumulados durante la vida útil del pavimento. Al contrario, en los pavimentos con hormigón, generalmente estos requerimientos se limitan a la conservación de las juntas.

#### **e) Costo de Operación**

Algunos países consideran, para la construcción de carreteras y autopistas, los costos de operación de los vehículos (consumo de combustible, desgaste de llantas, repuestos, etc.) es decir, el costo del usuario; así como también los costos de accidentes y el costo de tener inhabilitado el pavimento por reparación.

En el presente trabajo, no se han considerado estos costos debido, fundamentalmente, a la complejidad que requiere su estudio y que escapa al alcance del mismo.

#### **f) Valor Residual**

Es el costo que todo pavimento tiene al finalizar su vida útil, y que como tal, debe ser restado al calcular el costo total del pavimento. El valor residual, fundamentado en las experiencias del Centro Técnico del Hormigón de Guayaquil y en la recopilada de varios países de América Latina, ha sido estimado como un porcentaje (%) del costo de construcción, de la siguiente manera:

| Tipo de Pavimento                      | Valor Residual                |
|--|-------------------------------|
| Flexible, con base asfáltica           | 50% del Costo de Construcción |
| Flexible, con base granular            | 40% del Costo de Construcción |
| Rígido, con hormigón convencional      | 60% del Costo de Construcción |
| Rígido, con HCR                        | 60% del Costo de Construcción |
| Asfáltico, con HCR y carpeta asfáltica | 55% del Costo de Construcción |

**Tabla 4.3.2.1. Valores residuales de diferentes tipos de pavimentos**

**g) Tasa de actualización**

Para poder efectuar una integración de los costos de construcción con los de mantenimiento y refuerzo es preciso el empleo de una tasa de actualización ( $t_a$ ), pues los momentos en que se realizarán unas operaciones y otras no son los mismos. Esta tasa de actualización, según las condiciones existentes, debe considerarse igual al porcentaje (%) recomendado por la mayoría de las entidades o instituciones financieras.

Los factores de actualización ( $f_a$ ) al año de la construcción para cada una de las operaciones serán los siguientes:

- Mantenimiento a lo largo de “n” años:

$$Fa = \frac{1}{(1+t_a)} + \frac{1}{(1+t_a)^2} + \frac{1}{(1+t_a)^3} + \dots + \frac{1}{(1+t_a)^n}$$

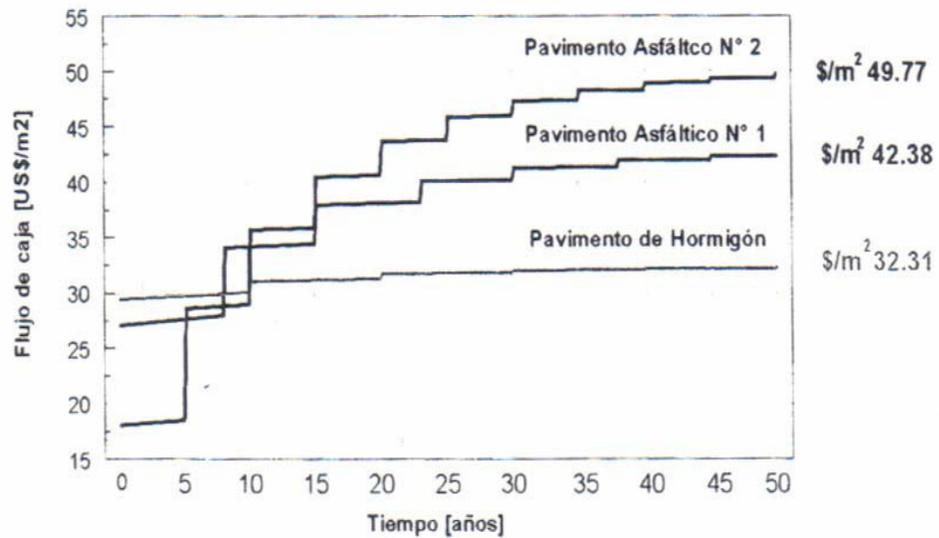
Por lo tanto,

$$Fa = \frac{(1+t_a)^n - 1}{t_a * (1+t_a)^n}$$

- Refuerzo a los "m" años:

$$fa = \frac{1}{(1+t_a)^m}$$

Flujo de caja durante la vida de servicio.



**Gráfico 4.3.2.1. Flujo de Caja durante la vida de servicio de un pavimento**

**Imprimir hoja de Excel análisis costo-beneficio**

## **Razones Básicas para elegir Pavimentos de Hormigón**

La construcción de *pavimentos rígidos* ha cambiado en los últimos tiempos. La eficiencia de los equipos de construcción ha mejorado mucho, pero aún es importante tener personal capacitado y observar prácticas constructivas adecuadas. A continuación se presentan 12 razones por las cuales es *más conveniente construir pavimentos de hormigón*:

### **1. MAS DURABLE**

La vida útil del pavimento de hormigón es superior a otras alternativas. Son frecuentes pavimentos con más de 50 años de servicio.

### **2. MAS ECONOMICO**

El costo final es similar al de un pavimento asfáltico diseñado para el mismo tránsito, pero el costo final es mucho más bajo debido a su larga vida útil, reducido costo de mantenimiento y elevado valor residual.

### **3. MINIMO MANTENIMIENTO**

El mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas. El costo de mantenimiento del pavimento de hormigón es de sólo el 10% del correspondiente al pavimento asfáltico.

#### 4. MENOR COSTO DE ILUMINACION

Debido a su color claro ofrece excelentes condiciones de visibilidad nocturna, reduciendo hasta en un 50% el costo de energía de iluminación.

#### 5. MENOR COSTO DE OPERACIÓN

La indeformabilidad del pavimento de hormigón reduce el costo de operación de los vehículos, gracias a un ahorro en el combustible y menor desgaste de los neumáticos. Asimismo, la ausencia de baches permite un ahorro importante en el mantenimiento.

### AHORROS DE COMBUSTIBLE PARA DIFERENTES TIPOS DE CAMIONES

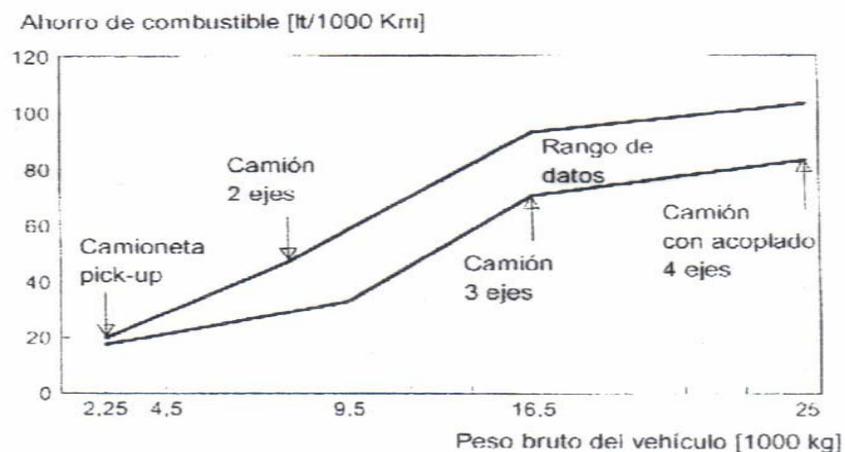


Gráfico 4.3.2.2. Ahorro de combustible para diferentes vehículos

## **6. EVITA CORTES EN EL TRANSITO**

A diferencia del pavimento asfáltico, el pavimento de hormigón no requiere frecuentes periodos de reparaciones y mantenimiento, que provocan cortes en el tránsito y pérdida de tiempo a los usuarios.

## **7. MAS SEGURO**

En un pavimento de hormigón, la tasa de accidentes se reduce en un 50% debido a su mejor adherencia con los neumáticos, a la mejor visibilidad nocturna por su color y a la inexistencia de baches y deformaciones.

## **8. MAS RESISTENTE**

El hormigón no es atacado ni deteriorado por combustibles y lubricantes como ocurre con el asfalto. Es más resistente a la erosión mecánica e hidráulica. Tiene un excelente comportamiento frente a condiciones climáticas extremas (inundación, hielo, nieve, altas temperaturas y radiación solar)

## **9. MEJOR COMPORTAMIENTO SOBRE BASES DEBILES**

La rigidez del hormigón permite que el peso del vehículo se distribuya en un área mayor, por lo que no requiere espesores significativos de capas intermedias.

## **10. FLEXIBILIDAD EN SU CONSTRUCCION**

El pavimento de hormigón puede ser realizado con equipo tradicional, con equipos automatizados de última generación e incluso con técnicas constructivas muy económicas con la modalidad de mano de obra intensiva.

## **11. ECOLOGICO**

Al comportarse como una verdadera piedra artificial es más amigable con la naturaleza que el asfalto, que produce contaminación por emanación de solventes.

## **12. FINANCIABLE**

Por su prolongada vida útil y mínima necesidad de mantenimiento, organismos financieros nacionales e internacionales, públicos y privados están dispuestos a financiarlo a plazos y tasas más convenientes.

# CAPITULO 5

## 5. DISEÑO VIAL

### 5.1 Sección de la Vía

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Para agrupar los tipos de carreteras se acude a normalizar las secciones transversales, teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de tránsito, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento, entre otros, de tal manera que la sección típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de

zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad de la circulación vehicular.

Los elementos que integran y definen la sección transversal son:

- Ancho de zona o derecho de vía
- Corona
- Calzada
- Bermas
- Carriles
- Separador
- Bordillos
- Andenes
- Cunetas
- Defensas
- Taludes
- Elementos Complementarios

De la lista anterior se detalla a continuación aquellos elementos presentes en la vía que corresponde a la ejecución de éste proyecto:

#### **5.1.1. Ancho de Zona o Derecho de Vía**

Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones de la vía si la demanda de tránsito así lo exige, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico.

### **5.1.2. Corona**

La corona es la superficie de la carretera terminada que queda comprendida entre los bordes de las bermas de la carretera, o sea, las aristas superiores de los taludes del terraplén. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son: rasante, pendiente transversal, calzada y bermas.

#### Rasante

Es la línea que resulta de establecer las cotas del eje de referencia de la geometría de la carretera a lo largo de su desarrollo.

#### Pendiente transversal

Es la inclinación que se da a la corona y a la subrasante de plataforma normal a su eje. Según su relación con elementos de alineamiento horizontal se pueden presentar tres casos:

- Bombeo
- Sobreelevación o Peralte
- Transición de bombeo a la sobreelevación o Peralte

La calzada de la vía que será rehabilitada, sea ésta, carpeta de rodadura asfáltica o losa de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP), tendrá un bombeo equivalente al 2% medido desde el eje de la vía hacia sus bordes exteriores.

### Calzada

Es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y constituida por dos o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Generalmente, el ancho de la calzada es uniforme a lo largo de la carretera y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical.

La calzada que es objeto de éste proyecto se mantendrá en dos carriles de circulación vehicular, esto es, un carril para sentido del flujo de tránsito en cada sentido semejante a lo actualmente existente.

Por lo tanto, el ancho de la calzada que se propone es 7.30 metros, medida que corresponde a la longitud existente entre los bordes exteriores de la calzada y normalmente al eje longitudinal de la vía. Este ancho se mantendrá uniforme

a lo largo del eje principal de la carretera desde su origen y ampliándose gradualmente a partir de la abscisa 0 + 770 hasta la abscisa 0 + 810. A partir de ésta abscisa se reduce la sección a 7.00 m en ambos ramales de la bifurcación en “Y” como se muestra en los planos anexos.

### Bermas

Las bermas (espaldones) son las fajas contiguas a la calzada cuya función principal es brindar un ancho adicional a la circulación de los vehículos y estabilizar las diferentes capas del pavimento.

La pendiente transversal de las bermas es ligeramente mayor a la de la superficie de rodadura con la finalidad de producir una adecuada evacuación de las aguas lluvias.

A continuación se enlistan las principales funciones de las bermas:

- Brindar seguridad al usuario de la carretera al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada, en el que se puede eludir accidentes potenciales o reducir su severidad.

- Proteger de las aguas lluvias los bordes de la carpeta o losa de los pavimentos evitando que erosione por efecto de que se diluyan los finos de la capa de base ó sub-base.
- Permitir estacionamientos ocasionales por averías mecánicas vehiculares, necesidades biológicas, cansancio, etc.
- Mejorar la visibilidad es los tramos en curva, alojados en corte.
- Facilitar los trabajos de conservación.
- Proporcionar mejor apariencia a la carretera.
- Separar los obstáculos del borde de la calzada.
- Proveer un espacio para peatones, ciclistas y paradas de buses.

El ancho de las bermas depende principalmente del volumen de tránsito y del nivel de servicio a que la carretera vaya a funcionar. En nuestro medio el ancho de las bermas varía entre 0.50 y 2.5 m y depende de la importancia de la vía.

| <b>Tipo Carretera</b> | <b>Berma (m)</b> |
|-----------------------|------------------|
| I                     | 2.00 - 2.50      |
| II                    | 1.50 - 2.00      |
| III                   | 1.00 - 1.50      |
| IV                    | 0.50 - 1.00      |
| V                     | 0.50             |

**Tabla 5.1.2.1. Ancho de las bermas en función del tipo de carretera**

En la recolección de datos registrados del Inventario Vial (Capítulo 2) se observa que las bermas o espaldones de la vía de proyecto presentan anchos variables en toda su longitud. Puesto que se propone ampliar el ancho de la calzada existente a 7.30 m, el ancho de los espaldones se reducen a partir del borde exterior de la calzada hasta las cunetas actualmente existentes. De éste modo es posible que las bermas resultantes en el proyecto presenten anchos mayores que los recomendados en la Tabla 5.1.2.1 para éste tipo de carretera.

El procedimiento constructivo, especificaciones técnicas de construcción, así como también el análisis de precios unitarios de las bermas se detallan en el Capítulo 4.

A continuación se muestran las secciones típicas de los pavimentos de las alternativas propuestas en éste proyecto.

**IMPRIMIR GRAFICO 5.1.2.1 - AUTOCAD**

**IMPRIMIR GRAFICO 5.1.2.2 - AUTOCAD**

### **5.1.3. Bordillos**

Son pequeñas estructuras que sobresalen verticalmente en bordes de la calzada o berma y se emplean principalmente para:

- Orientar el tránsito
- Encausar las aguas
- Delimitar andenes

### **5.1.4. Cunetas**

Son zanjas abiertas en el terreno, revestidas o no, que recogen y canalizan longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración. Sus dimensiones se deducen de cálculo hidráulicos, teniendo en cuenta la intensidad de lluvia prevista, naturaleza del terreno, pendiente de la cuneta, área drenada, etc.

En general, por razones de seguridad son deseables cunetas de sección trapezoidal con taludes suaves, fondos amplios y aristas redondeadas, lo que requiere bastante espacio junto a la plataforma (o corona), lo cual puede ser demasiado costoso.

Otros tipos de cunetas conocidas son:

- Cuneta en “L”
- Cuneta en “V”

La carretera de proyecto presenta actualmente la alternativa bordillo-cuneta de sección “L”, los mismos que no serán modificados (ni en longitud, ni en dimensionamiento, ni en ubicación) en el diseño vial definitivo. . La ubicación de los bordillos-cuneta se muestra en el plano de Estudios Preliminares. (Ver Capítulo 2).

## 5.2. Curvas Horizontales

Los elementos geométricos de una carretera deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una operación segura, a una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía.

El alineamiento horizontal está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares, y curvas de grado de curvatura variable que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal debe permitir una operación suave y segura a la velocidad de diseño.

La planta de una vía está compuesta, en primera instancia, de una serie de rectas enlazadas por curvas. Este conjunto de rectas y curvas es lo que se llama el alineamiento horizontal. Los tramos de una vía en recta se llaman tramos rectos o en tangente, mientras que los en curva, tramos en curva. Se hace necesario colocar curvas, con lo cual se modifica el largo de la vía y se acerca o se aleja este del rumbo general que se requiere para unir el punto inicial con el final, con seis fines generales:

1. Topográfico: Con el fin de acomodar el alineamiento la topografía y evitar cortes o rellenos excesivos, minimizando costos y evitando inestabilidades que los cortes o en los rellenos.
2. Construcciones existentes: Se hace necesario con el fin de salvar obstáculos derivados de la utilización que tienen los terrenos por donde pasa la vía, por ejemplo, para no afectar una construcción existente.
3. Hidráulico: Con el fin de cruzar una corriente de agua mediante una estructura (puente) que quede construida en un buen punto.
4. Vial: Con le fin de hacer menos conflictivo para los usuarios el cruce con cualquier otra vía terrestre (carretera, ferrocarril, etc.).
5. Técnico: Cuando se quiere evadir problemas de tipo geológico o geotécnico, y cuya solución podría ser demasiado costosa o compleja.
6. Geométrico: Para evitar tangentes demasiado largas, que pueden ocasionar inseguridad, especialmente donde la temperatura son demasiado altas. Es preferiblemente han reemplazar grandes tangentes (superiores a 1.5 kilómetros) por curvas amplias y grandes radios.

### 5.2.1. Elementos de una Curva Horizontal

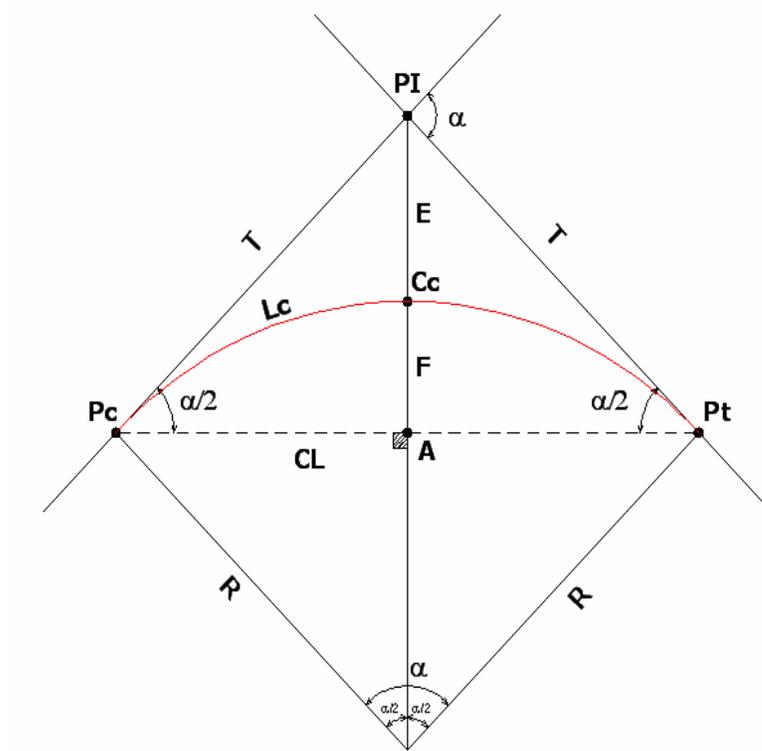


Gráfico 5.2.1.1. Elementos de una Curva Horizontal

Donde:

PI: Punto de intersección entre las 2 tangentes

$\alpha$ : Angulo de la curva, o sea, la deflexión entre las 2 tangentes

R: Radio de la curva

Pc: Punto común entre la tangente y la curva y se lo denomina "Principio de Curva"

Pt: Punto común entre la tangente y la curva y se lo denomina “Punto de terminación de Curva”

E: Es la external de la curva, es decir el segmento PI-Cc

F: Es la flecha de la curva, es decir, el segmento Cc-A

T: Es la tangente o longitud de tangente de la curva entre Pc y PI y entre Pt y PI

Lc: Es la longitud de curva, es decir, el arco entre Pc y Pt

CL: Es la cuerda larga que sustenta a la longitud de la curva y corresponde a la recta Pc-Pt

Cc: Es el punto medio del arco circular

El cálculo de las curvas horizontales viene sustentado en las siguientes expresiones matemáticas:

$$T = R * \operatorname{Tg} \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

$$E = R * \left( \operatorname{Sec} \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad (2)$$

$$CL = 2R * \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

$$F = R * \left( 1 - \operatorname{Cos} \frac{\alpha}{2} \right) \quad (4)$$

$$Lc = \frac{\pi * R * \alpha}{180} \quad (5)$$

### 5.2.2. Radios Mínimos en Curvas Horizontales

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) recomienda radios mínimos en función de la clase de carretera y el tipo de terreno que presenta la vía, así tenemos:

| Clase Carretera | Tipo de Terreno |          |            |
|-----------------|-----------------|----------|------------|
|                 | Llano           | Ondulado | Montañoso  |
| I               | 440             | 350      | 210        |
| II              | 440             | 350      | 210        |
| III             | 350             | 210      | <b>115</b> |
| IV              | 280             | 165      | 115        |
| V               | 160             | 115      | 115        |

**Tabla 5.2.2.1. Especificaciones del MOP - Radios Mínimos recomendados**

Considerando la información mostrada en la tabla anterior, es posible indicar que el radio mínimo requerido para la clase y tipo de carretera de nuestro proyecto es 115 m; sin embargo, de los datos proporcionados del inventario vial en la Tabla 2.3.2.1 se puede concluir que las curvas No. 1,2 y 3 no cumplen con éstas especificaciones del MOP por encontrarse sus radios por debajo del mínimo requerido.

Para la ejecución de éste proyecto no se rediseñará los alineamientos horizontales de la carretera, puesto que ésta actividad ocasionaría un incremento considerable en el costo

total del mismo. Por lo tanto, se propone mantener el mismo trazado de las curvas horizontales siempre y cuando se garantice la circulación vehicular mediante la *implementación* de señales de tránsito y/o reductores de velocidad que provean a los conductores información sobre la existencia de éstas curvas.

Las características, detalles, ubicación y dimensionamiento de estas señales de tránsito se exponen en las Obras Complementarias de éste proyecto. (Ver Capítulo 6)

### 5.3. Curvas Verticales

Se denominan curvas verticales a la proyección del eje de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama “Rasante o Subrasante” dependiendo del nivel que se tenga en cuenta en el diseño.

El diseño vertical se realiza con base en el perfil del terreno a lo largo del eje de la vía. Dicho perfil es un gráfico de las cotas negras, donde el eje “X” corresponde a las abscisas y el eje “Y” corresponde a las cotas, dibujadas de izquierda a derecha.

#### 5.3.1. Elementos de una Curva Vertical

En la siguiente gráfica se indican los diferentes elementos que conforman una curva vertical característica:

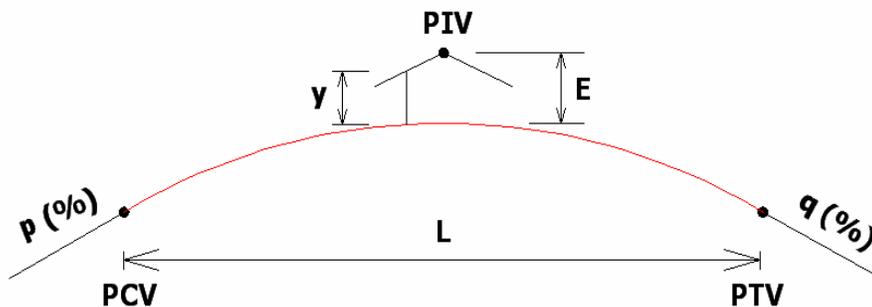


Gráfico 5.3.1.1. Elementos de una Curva Vertical

Donde:

PCV: Principio de Curva Vertical

PIV: Punto de intersección vertical

PTV: Principio de tangente vertical. Final de Curva Vertical

E: External. Distancia vertical entre el PIV y la curva

L: Longitud de Curva Vertical

p (%): Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje

q (%): Pendiente final o de salida expresada en porcentaje

y: Corrección vertical

A: Diferencia algebraica de pendientes = q-p

El cálculo de las curvas verticales viene sustentado en las siguientes expresiones matemáticas:

$$L = \frac{A * S^2}{426} \quad (1)$$

$$S = 0.70 Vd + \frac{Vd^2}{254 (f - G)} \quad (2)$$

$$y = \frac{A * X^2}{200 L} \quad (3)$$

Donde:

S: Distancia de visibilidad de parada (m)

Vd: Velocidad de Diseño (km/h)

f: Factor de corrección de pendiente. (Observar tabla)

G: Máxima pendiente entre las 2 tangentes

X: Distancia horizontal medida a partir de PCV

El factor de corrección de pendiente “f” se encuentra en función de la Velocidad de Diseño Vd y sus valores vienen presentados a continuación:

| <b>Velocidad Diseño<br/>(Vd)</b> | <b>Factor de Corrección de pendiente<br/>(f)</b> |
|----------------------------------|--|
| 40 Km/h                          | 0.384  |
| 50 Km/h                          | 0.362  |
| 60 Km/h                          | 0.344  |
| 70 Km/h                          | 0.332  |
| 80 Km/h                          | 0.320  |
| 90 Km/h                          | 0.310  |
| 100 Km/h                         | 0.301  |

**Tabla 5.3.1.1. Factor de corrección de pendientes**

### **5.3.2. Gradientes longitudinales Máximos**

Los gradientes longitudinales dependen directamente de la topografía del terreno y sus valores tienen que ser bajos en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

Los gradientes longitudinales máximos utilizados para el diseño de alineamientos verticales se presentan a continuación:

| Clase<br>Vía | Tipo de Terreno |          |           |
|--------------|-----------------|----------|-----------|
|              | Llano           | Ondulado | Montañoso |
| I            | 3               | 4        | 6         |
| II           | 3               | 4        | 6         |
| III          | 3               | 5        | 7         |
| IV           | 4               | 6        | 8         |
| V            | 4               | 6        | 8         |

**Tabla 5.3.2.1. Especificaciones MOP -  
Gradientes Máximos (%)**

Según como se indicó en el Capítulo 2, la vía de proyecto corresponde a la Clase III con características topográficas montañosas, por lo tanto de la Tabla 5.3.2.1 se obtiene que:

*Gradiente Máximo Recomendado = 7%*

### **5.3.3. Longitud Crítica**

Es aquella longitud de vía que origina una reducción de la velocidad de los vehículos pesados en 25 Km/h., en este momento se debe disminuir la pendiente para que el vehículo recupere su velocidad normal.

Esta longitud crítica debe ser considerada en terrenos ondulados y montañosos, los cuales obliga a utilizar las máximas pendientes para ganar altura.

Luego de la longitud crítica los tramos pueden ser totalmente horizontales o con una inclinación menor a la máxima y superior al 50%.

EL MOP en base a experiencias de diseño recomienda las siguientes longitudes críticas según el gradiente máximo determinado.

| Gradiente (%)        | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Longitud Crítica (m) | 500 | 330 | 240 | 160 | 150 | 125 | 100 |

**Tabla 5.3.3.1. Especificaciones MOP - Longitud Crítica (m)**

Si el gradiente máximo recomendado en los alineamientos verticales es 7%, entonces de la tabla 5.3.3.1 se obtiene que:

$$\text{Longitud Crítica} = 150 \text{ m}$$

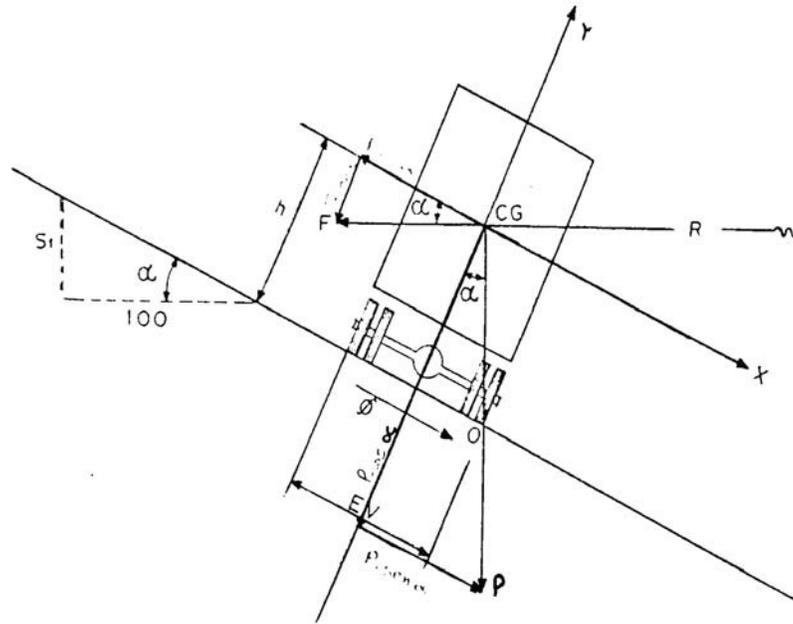
De manera semejante, en ésta fase del proyecto se respetarán también los gradientes existentes en el alineamiento vertical así como su longitud crítica.

#### **5.4. Peralte**

Es la inclinación transversal, en relación con la horizontal, que se da a la calzada hacia el interior de la curva, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo que transita por un alineamiento en curva. Dicha acción está contrarrestada también por el rozamiento entre ruedas y pavimento.

La AASHTO se basa en la velocidad de diseño, que de acuerdo a ésta y el radio de curvatura asigna un valor de peralte. La AASHTO recomienda un peralte máximo del 10% para vías rurales.

Cuando un vehículo circula por una carretera e ingresa a una curva horizontal es desviado radialmente hacia fuera por efecto de la Fuerza Centrífuga. Si se denomina  $R$  al radio de una curva y cuyo valor es constante y la velocidad de desplazamiento del vehículo también constante.



**Figura 5.4.1. Fuerzas actuantes sobre un vehículo en curva horizontal**

La fuerza centrífuga "F" se calcula según la siguiente fórmula:

$$F = \frac{mV^2}{R} = \frac{P \cdot V^2}{gR}$$

Donde:

- P = Peso del vehículo, Kg.
- V = Velocidad de diseño, m/seg.
- g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>.
- R = Radio de la curva circular, m.

La inestabilidad debida a la fuerza centrífuga puede manifestarse de dos maneras:

- 1.- Deslizamiento
- 2.- Volcamiento.

La condición necesaria y suficiente para que no se produzca el vuelco es que el momento del peso respecto al eje en el punto “O” sea menor que el momento de la fuerza centrífuga respecto al mismo eje. Si el vehículo tiene un ancho EV y la altura de su centro de gravedad es “h”, se tendrá:

$$F_x = P \cdot \tan \alpha - F \cdot \cos \alpha = (P \tan \alpha - F) \cos \alpha$$

$$F_y = -P \cdot \cos \alpha + F \cdot \sin \alpha = (-P + F \cdot \tan \alpha) \cos \alpha$$

La condición necesaria y suficiente para que el vehículo no se deslice al transitar por la curva es:

$$\sum F_x = 0$$

$$F_x + \phi = 0$$

Donde:

$$\phi = f * P_x * \cos \alpha$$

Siendo “f” el coeficiente de fricción lateral.

Si el camino se mantiene transversalmente horizontal, la fuerza centrífuga “F” sería absorbida exclusivamente por el peso “P” del vehículo y el rozamiento por rotación. Esto conduce a la conclusión de que es necesario introducir el peralte de la curva, para lo cual se da al camino una inclinación transversal, de tal manera que sea ésta inclinación la que absorba parte del valor de la fuerza centrífuga.

Si se introduce el peralte en la curva, dándole una sobre elevación “H” al borde exterior, aparecerán fuerzas que fijarán el vehículo a la calzada.

Del análisis de la figura 5.4.1 se desprende que las fuerzas que se resisten al deslizamiento transversal del vehículo son:  $P * \sin \alpha$ ,  $F * \sin \alpha$  y  $P * \cos \alpha$ , mientras solamente  $F * \cos \alpha$  es la que produce el deslizamiento. El coeficiente de rozamiento transversal afectaría únicamente a aquellas fuerzas normales a la calzada, esto es  $F * \sin \alpha$  y  $P * \cos \alpha$ .

En estas condiciones, la ecuación de equilibrio será:

$$F \cdot \cos \alpha = P \cdot \sin \alpha + (F \cdot \sin \alpha + P \cdot \cos \alpha)$$

Luego de hacer reemplazos y simplificaciones se llega a la siguiente ecuación:

$$R = \frac{V^2}{127(\tan \alpha + f)}$$

Donde la pendiente transversal de la calzada "e" = tan  $\alpha$ . Por lo que la ecuación toma la siguiente forma:

$$e + f = \frac{V^2}{127 R}$$

De donde la fórmula para el cálculo del peralte siguiente:

$$e = \frac{V^2}{127 R} - f$$

Donde:

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro de ancho de la calzada).

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva, m.

f = Máximo coeficiente de fricción lateral.

Debido a la fricción desarrollada entre las llantas del vehículo y la calzada, el MOP recomienda máximos valores de coeficiente de fricción lateral “f” en función de la velocidad de diseño Vd. que presenta la vía como se muestra a continuación:

| Vd (Km/h) | f máx |
|-----------|-------|
| 40        | 0.165 |
| 50        | 0.159 |
| 60        | 0.152 |
| 70        | 0.146 |
| 80        | 0.140 |
| 90        | 0.134 |
| 100       | 0.127 |
| 110       | 0.121 |
| 120       | 0.115 |

**Tabla 5.4.1. Especificaciones MOP - Coeficientes de fricción lateral**

Además el MOP recomienda un porcentaje de gradiente longitudinal “i” en función de la Velocidad de Diseño “Vd”, así:

| Vd (Km/h) | i (%) |
|-----------|-------|
| 40        | 0.70  |
| 50        | 0.65  |
| 60        | 0.60  |
| 70        | 0.55  |
| 80        | 0.50  |
| 90        | 0.47  |
| 100       | 0.43  |
| 110       | 0.40  |

**Tabla 5.4.2. Especificaciones MOP -Gradiente Longitudinal**

En el Capítulo 2 se determinó que la Velocidad de Diseño para la carretera de nuestro interés es 60Km/h, por lo tanto:

$$f_{m\acute{a}x} = 0.152 \quad \text{y,}$$

$$i = 0.60$$

### **1. Magnitud del Peralte.**

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En vías de 2 carriles se recomienda:

- Peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y
- Peralte del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.

## **2. Desarrollo del Peralte.**

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

Se debe encontrar la manera de hacer variar la fuerza centrífuga del valor cero, que tiene en la alineación recta, al valor "f" que tiene una curva de radio "R". El desarrollo o transición del peralte puede efectuarse con una curva de enlace, que regule la trayectoria del vehículo durante su recorrido en la transición, o sin curva de enlace, dependiendo

de dos factores que son: El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte; existen tres métodos:

- a. Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
- b. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
- c. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

### **3. Longitud de Transición.**

Para llevar a cabo el cambio de la sección transversal de una vía en tangente, cuya inclinación se denomina bombeo, a la sección transversal con el peralte requerido en una curva, se necesita establecer o diseñar una transición entre estas dos.

Se llama longitud de transición, o simplemente transición, a la distancia en que se efectúa el cambio de la sección normal en tangente a la sección con peralte pleno en la curva.

En curvas circulares simples existe la longitud del peraltado y se distribuye de la siguiente manera:

- 2/3 en la recta y
- 1/3 en la curva

El MOP establece que la longitud de transición debe tener una gradiente longitudinal ( $i$ ) que es la misma que debe tener el perfil del borde exterior y que varía desde 0.4 % hasta un 0.7 %.

Las expresiones matemáticas que permiten realizar el cálculo del peralte vienen dadas a continuación:

$$L_p = \frac{e \cdot a}{2i} \quad (1)$$

$$x = \frac{b \cdot a}{2i} \quad (2)$$

Donde:

$L_p$  : Longitud de transición del peralte

$e$  : (%) peralte

$i$  : Gradiente longitudinal

$b$  : Bombeo (%)

$a$  : Ancho de vía (m)

### Radios Mínimos Absolutos

Una vez definido el peralte máximo, el coeficiente de fricción máximo y la velocidad específica, podemos determinar el radio mínimo con la expresión:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 * (e_{\max} + f_{\max})}$$

La siguiente tabla condensa los radios mínimos absolutos para las velocidades específicas indicadas; y solo podrán ser usados en situaciones extremas, deberá evitarse su incorporación en tramos que superan las características mínimas.

| Velocidad de diseño (Km/h) | Peralte máximo recomendado (e) | Fricción lateral (f máx) | Factor e + f | Radio Mínimo (m) |            |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------|------------------|------------|
|                            |                                |                          |              | Calculado        | Redondeado |
| 40                         | 0.10                           | 0.1650                   | 0.2650       | 47.54            | 50.00      |
| 50                         | 0.10                           | 0.1588                   | 0.2588       | 76.06            | 80.00      |
| 60                         | 0.10                           | 0.1524                   | 0.2524       | 112.31           | 115.00     |
| 70                         | 0.10                           | 0.1462                   | 0.2462       | 156.71           | 160.00     |
| 80                         | 0.10                           | 0.1400                   | 0.2400       | 209.97           | 210.00     |
| 90                         | 0.10                           | 0.1337                   | 0.2337       | 272.91           | 275.00     |
| 100                        | 0.10                           | 0.1274                   | 0.2274       | 346.26           | 350.00     |
| 110                        | 0.10                           | 0.1211                   | 0.2211       | 430.92           | 435.00     |

**Tabla 5.4.3. Radios Mínimos Absolutos recomendados**

Para curvas con radio comprendido entre 40 y 170 metros, el peralte máximo deberá ser del 10% con variación de velocidad específica entre 30 y 70 Km/h respectivamente.

Normalmente resultan justificados radios superiores al mínimo, con peraltes inferiores al máximo, que resultan más cómodos tanto para los vehículos lentos como para vehículos rápidos. Si se decide emplear radios mayores que el mínimo, habrá que elegir el peralte en forma tal que la circulación sea cómoda, tanto para los vehículos lentos como para los rápidos.

## Diseño de Peralte

Según la topografía realizada en la vía de estudio, la carretera de éste proyecto no presenta el desarrollo de peralte en ninguna de las curvas horizontales antes de la bifurcación en “Y”, por tanto, es necesario diseñar la inclinación de las secciones transversales en las curvas con la intención de garantizar seguridad al usuario cuando transite por ellas.

A continuación se presenta la Tabla 2.3.2.1, la misma que contiene el registro de las curvas horizontales existentes de la carretera en estudio.

| CURVAS HORIZONTALES |             |         |            |        |              |        |
|---------------------|-------------|---------|------------|--------|--------------|--------|
| No.                 | Orientación | Abscisa |            | Lc (m) | $\alpha$ (°) | R (m)  |
|                     |             | Pc      | Pt         |        |              |        |
| 1                   | Derecha     | 0 + 000 | 0 + 060    | 60.00  | 76           | 45.00  |
| 2                   | Derecha     | 0 + 195 | 0 + 250    | 55.00  | 40           | 79.00  |
| 3                   | Izquierda   | 0 + 300 | 0 + 380    | 80.00  | 54           | 85.00  |
| 4                   | Derecha     | 0 + 500 | 0 + 630    | 130.00 | 53           | 141.00 |
| 5                   | Derecha     | 0 + 770 | 0 + 904.65 | 134.65 | 41           | 188.00 |
| 6                   | Derecha     | 0 + 000 | 0 + 130    | 130.00 | 42           | 177.00 |

**Nota:** La curva horizontal N° 6 corresponde al tramo 2

**Tabla 2.3.2.1. Registro de Curvas Horizontales existentes**

A continuación se presenta un resumen de los peraltes calculados para cada una de las curvas horizontales existentes en la vía de proyecto, valores que en su mayoría superan el peralte máximo recomendado por el MOP, por lo tanto, se propone diseñar las curvas horizontales con los valores de diseño definidos bajo este criterio.

| Curva Horizontal | Orientación | Pc    | Pt       | Vd (Km/h) | R      | f     | e calculado (%) | e máx (%) | e diseño (%) |
|------------------|-------------|-------|----------|-----------|--------|-------|-----------------|-----------|--------------|
| 1                | Derecha     | 0+000 | 0+060    | 60        | 45.00  | 0.152 | 47.79           | 10.00     | 10.00        |
| 2                | Derecha     | 0+195 | 0+250    | 60        | 79.00  | 0.152 | 20.68           | 10.00     | 10.00        |
| 3                | Izquierda   | 0+300 | 0+360    | 60        | 85.00  | 0.152 | 18.15           | 10.00     | 10.00        |
| 4                | Derecha     | 0+500 | 0+630    | 60        | 141.00 | 0.152 | 4.90            | 10.00     | 10.00        |
| 5                | Derecha     | 0+770 | 0+904.65 | 60        | 186.00 | 0.152 | 0.04            | 10.00     | 3.50         |
| 6                | Derecha     | 0+000 | 0+130    | 60        | 177.00 | 0.152 | 0.81            | 10.00     | 3.50         |

**Tabla 5.4.4. Peraltes calculados, peraltes máximos y peraltes de diseño**

Luego de definir los peraltes de diseño para cada curva horizontal existente se procede a calcular las cotas de proyecto de las alternativas respectivamente.

**Imprimir cotas de proyecto de HCP (3 Hojas de Excel)**





**Imprimir cotas de proyecto de Ha (3 Hojas de Excel)**





## **5.5. Sobreancho**

Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un mayor ancho que cuando circula sobre una tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario proporcionar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente.

A esta ampliación se le llama sobreancho, el cual debe darse tanto a la calzada como a la corona. El sobreancho de la calzada en las curvas, se da en el borde interior, debido a que las llantas traseras de los vehículos no siguen exactamente la misma trayectoria que las delanteras cuando circulan por una curva horizontal, ocupando así un ancho mayor que en la recta.

Para pasar del ancho de calzada en tangente al ancho de calzada en curva se aprovecha la longitud de transición requerida para desarrollar el peralte, de manera que la orilla interior de la calzada forme una curva suave sin quiebres bruscos a lo largo de ella.

Sin embargo, no se considerará la inclusión de sobreanchos en ningún tramo de la vía en estudio, por no considerarlo imprescindible para la estructura existente.

# **CAPITULO 6**

## **6. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

### **Generalidades**

Las obras complementarias constituidas para el drenaje de la vía, son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad proveniente de las precipitaciones pluviales que ocasionan las escorrentías superficiales y subterráneas por infiltración.

Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- Proporcionar salida al agua que se acumula en el camino.
- Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- Evitar que el agua provoque daños estructurales en el pavimento.

De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil de la vía. Existen dos clases de drenaje: superficial y subterráneo.

**Drenaje Superficial.-** Se construye sobre la superficie del camino o terreno, cuya función es captar, conducir y evacuar las aguas que escurren por la superficie del mismo. Para garantizar aquello se construyen obras tales como:

- Alcantarillas
- Cunetas
- Contra cunetas
- Bombeo de la sección

A continuación se expone brevemente cada una de ellas:

**Alcantarillas.-** Son conductos cerrados de sección circular y longitud variable, que tienen como finalidad la captación de las aguas provenientes de las cunetas y que no pueden extenderse en la intersección o cruce de otra vía. Para ello estos conductos cerrados son colocados por debajo del nivel de la vía o terreno.

**Cunetas.-** Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos. Pueden ser construidos con mampostería, hormigón ciclópeo u hormigón simple.

**Contra Cunetas.-** La función de las contra cunetas, es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la practica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarla, debido a que como se construyen aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos u derrumbes.

**Bombeo.-** Es la inclinación que se da a ambos lados del camino a partir de su eje longitudinal, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimiento y erosionándolo.

Para el desarrollo del presente proyecto se tomarán en consideración únicamente las obras de drenaje superficial, constituidas por las alcantarillas y cunetas.

### **6.1. Diseño de Estructuras de Drenaje**

La tarea se inicia con inspecciones de reconocimiento en el campo, con el objeto de tener una idea lo más clara posible sobre la problemática del drenaje en la zona de influencia de la vía, y de este modo definir puntos críticos o vulnerables, niveles máximos de inundación, infraestructura de drenaje existente, estaciones hidrometeorológicas existentes, etc.

La información básica fundamental comprende la hidrometeorología, topográfica y cartográfica, de tipos y usos de suelo, etc.

Es necesario definir los criterios y normas técnicas sobre los que se sustenta el estudio, tomando en consideración, la

calidad y cantidad de la información básica, es decir, su idoneidad.

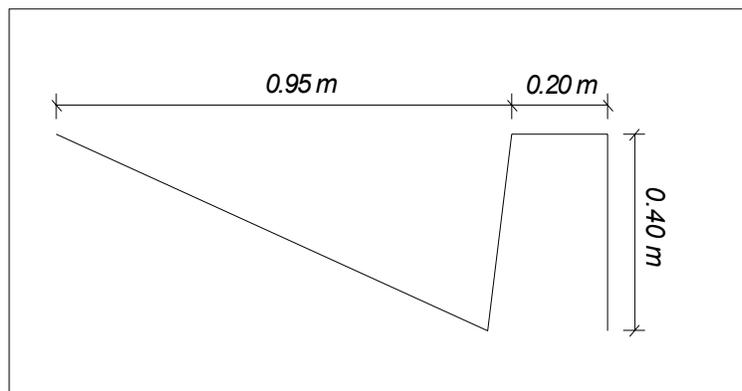
El análisis hidrológico e hidráulico definirá los parámetros de diseño y el dimensionamiento de las obras de drenaje, respectivamente; basado en la información disponible y en los criterios técnicos adoptados para su funcionamiento hidráulico.

### **6.1.1 Diseño de Cunetas**

#### **Preliminares**

Las obras de drenaje superficial (cunetas) existentes en la vía en estudio han sido calculadas en función de las características topográficas e hidrológicas del sector. Se realizará un retrocálculo en función de las características actuales, para determinar si su sección hidráulica es suficiente para drenar las aguas superficiales, caso contrario, se considerara el diseño de alcantarillas.

Las características físicas y las dimensiones de las cunetas existentes se presentan a continuación.



**Figura 6.1.1.1. Sección del bordillo- cuneta existente**

| INFORMACIÓN CUNETA EXISTENTE           |                     |                               |             |
|--|---------------------|-------------------------------|-------------|
| <b>1.- Ubicación y Cotas</b>           |                     |                               |             |
| Inicio cuneta                          | 0 +080              | Fin cuneta                    | 0 + 270     |
| Cota Inicio                            | 84 m.s.n.m          | Cota Fin                      | 102 m.s.n.m |
| Pendiente (s)                          |                     | 0,095                         |             |
| <b>2.- Características geométricas</b> |                     |                               |             |
| Area mojada (A)                        | 0,19 m <sup>2</sup> | Perímetro mojado (P)          | 2,34 m      |
| <b>3.- Características físicas</b>     |                     |                               |             |
| Material                               | H°S°                | Coefficiente de rugosidad (n) | 0,013       |

**Tabla 6.1.1.1. Información Técnica de cuneta existente**

## 1.- Máximo Caudal permisible de cuneta existente

La ecuación de Manning permite calcular el máximo caudal "Q" de la cuneta existente mediante la siguiente expresión:

$$Q = A \left( \frac{1}{n} \right) R^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = 0.19 \left( \frac{1}{0.013} \right) 0.08^{2/3} 0.095^{1/2}$$

$$Q = 0.84 \text{ m}^3 / \text{s} \therefore 840 \text{ Lts} / \text{s}$$

## 2.- Diseño de cuneta

### Método Racional

Para el diseño de estructuras de drenaje consideradas como menores es necesario determinar el caudal de escurrimiento del agua en su respectiva cuenca, haciendo uso de los registros de los datos pluviométricos de precipitación.

La ecuación del caudal de diseño es:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} ; (\text{m}^3/\text{seg})$$

En donde:

$C$  = Es el coeficiente de escurrimiento que expresa la relación entre la cantidad de agua que escurre por el terreno y la que cae sobre el, es decir el porcentaje de impermeabilidad del área.

$I$  = Intensidad máxima de precipitación fluvial que puede caer sobre toda la cuenca durante el tiempo de concentración, expresada en milímetros por hora

$A$  = Es el área de la cuenca aguas arriba del sitio en el que estará ubicada la estructura de drenaje propuesta, expresada en hectárea

Es necesario indicar que el diseño de las obras de drenaje menores para una carretera se realiza considerando dos conceptos básicos:

- 1) El análisis hidrológico de la zona a drenar.
- 2) El diseño hidráulico de las estructuras

**Análisis Hidrológico.-** Permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos de escurrimiento, según el caso, para periodos de retorno especificados de acuerdo a la finalidad e importancia del sistema.

La determinación de los parámetros hidrológicos de diseño, para la aplicación de los métodos de cálculo, pueden hacerse siguiendo las siguientes recomendaciones:

- **Área de Drenaje.**

El área de drenaje se puede determinar en las cartas topográficas del IGM (escala 1:25.000), o en fotografías aéreas, y se considera como la superficie en proyección horizontal limitada por el parte-aguas. Esta área se calcula por cualquier método y se expresa en hectáreas o en kilómetros cuadrados.

- **Precipitación máxima en 24 horas.**

La precipitación máxima en 24 horas, se obtendrá de los registros de las estaciones pluviométricas más cercanas a la zona en estudio, publicadas por el INAMHI.

| REGISTRO HISTORICO DE LA PLUVIOSIDAD MAXIMA EN 24 HORAS. EN mm |        |        |        |        |        |       |       |      |      |      |       |       |         | AEROPUERTO " SIMON BOLIVAR " |  |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|---------|------------------------------|--|
| GUAYAQUIL  |        |        |        |        |        |       |       |      |      |      |       |       |         |                              |  |
| AÑO  | EHE    | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN   | JUL   | AGO  | SEPT | OCT  | NOV   | DIC   | ΣT      | Promedio                     |  |
| 1962   | 49.9   | 53.9   | 34.2   | 21.2   | 39.8   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 199.0   | 16.6                         |  |
| 1963   | 22.4   | 50.7   | 42.5   | 27.1   | 3.9    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 146.6   | 12.2                         |  |
| 1964   | 34.9   | 19.9   | 37.1   | 47.7   | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 139.6   | 11.6                         |  |
| 1965   | 50.4   | 38.1   | 55.6   | 52.7   | 41.1   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 237.9   | 19.8                         |  |
| 1966   | 125.3  | 34.5   | 34.2   | 9.9    | 8.9    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 212.8   | 17.7                         |  |
| 1967   | 51.8   | 85.3   | 50.1   | 0.0    | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 187.2   | 15.6                         |  |
| 1968   | 34.0   | 91.7   | 63.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 188.7   | 15.7                         |  |
| 1969   | 29.2   | 16.9   | 95.4   | 60.8   | 15.7   | 124.7 | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 342.7   | 28.6                         |  |
| 1970   |        |        |        |        |        |       |       |      |      |      |       |       | 0.0     | 0.0                          |  |
| 1971   | 40.8   | 38.8   | 43.9   | 86.4   | 7.6    | 3.7   |       |      | 1.6  |      | 0.6   | 0.5   | 223.9   | 18.7                         |  |
| 1972   |        |        |        |        |        |       |       |      |      |      |       |       | 0.0     | 0.0                          |  |
| 1973   |        |        |        |        |        |       |       |      |      |      |       |       | 0.0     | 0.0                          |  |
| 1974   |        |        |        |        |        |       |       |      |      |      |       |       | 0.0     | 0.0                          |  |
| 1975   | 91.3   | 121.4  | 75.1   | 41.7   | 1.0    | 2.8   | 1.1   | 0.7  | 13.0 | 8.4  | 1.4   | 1.2   | 359.1   | 29.9                         |  |
| 1976   | 115.1  | 105.5  | 72.1   | 47.9   | 113.5  | 9.2   | 0.3   | 0.0  |      |      |       | 61.0  | 524.6   | 43.7                         |  |
| 1977   | 33.1   | 70.0   | 64.3   | 26.2   |        | 0.4   | 0.7   |      | 18.1 | 0.9  |       | 2.8   | 216.5   | 18.0                         |  |
| 1978   | 35.9   | 59.5   | 55.1   | 38.6   | 20.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 209.1   | 17.4                         |  |
| 1979   | 25.4   | 18.2   | 30.0   | 88.6   | 13.1   |       | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 175.3   | 14.6                         |  |
| 1980   | 43.3   | 23.4   | 49.6   | 108.5  | 12.3   | 0.0   | 0.0   |      | 0.0  | 0.4  | 0.2   | 1.2   | 238.9   | 19.9                         |  |
| 1981   | 40.6   | 95.7   | 67.3   | 36.5   | 0.2    |       | 0.2   |      | 0.0  |      |       | 23.6  | 264.1   | 22.0                         |  |
| 1982   | 55.5   | 17.7   | 3.8    | 6.7    | 7.3    |       |       | 0.0  | 0.4  | 4.8  | 30.4  | 55.8  | 182.4   | 15.2                         |  |
| 1983   | 55.3   | 126.0  | 149.3  | 158.2  | 164.4  | 111.6 | 51.3  | 12.2 | 6.2  | 2.3  | 0.5   | 26.4  | 863.7   | 72.0                         |  |
| 1984   | 6.1    | 80.5   | 40.7   | 42.9   | 16.3   | 1.5   | 0.1   | 0.0  | 0.3  | 0.5  |       | 9.7   | 198.6   | 16.6                         |  |
| 1985   | 34.7   | 31.2   | 34.0   | 11.5   | 3.0    |       | 0.0   |      |      |      |       | 6.5   | 120.9   | 10.1                         |  |
| 1986   | 60.4   | 29.7   | 18.1   | 110.1  | 1.6    | 0.0   | 0.0   |      |      | 4.7  | 0.3   | 29.7  | 254.6   | 21.2                         |  |
| 1987   | 57.3   | 97.4   | 104.0  | 72.1   | 20.3   | 3.0   | 0.4   | 1.3  | 0.4  | 0.8  |       | 16.4  | 373.4   | 31.1                         |  |
| 1988   | 117.1  | 58.0   | 3.6    | 92.4   | 13.4   |       | 0.3   | 0.0  |      |      | 0.6   | 18.0  | 303.4   | 25.3                         |  |
| 1989   | 120.6  | 73.6   | 113.8  | 33.6   | 1.1    | 3.2   |       |      |      | 1.4  | 0.5   | 0.0   | 347.8   | 29.0                         |  |
| 1990   | 19.6   | 52.8   | 87.9   | 33.4   | 2.0    | 13.1  | 0.0   |      | 0.0  | 2.3  | 0.0   | 11.6  | 222.7   | 18.6                         |  |
| 1991   | 68.2   | 76.2   | 118.2  | 5.4    | 15.6   | 1.6   | 0.3   |      | 0.0  |      | 0.8   | 15.4  | 301.7   | 25.1                         |  |
| 1992   | 78.6   | 32.5   | 113.6  | 99.9   | 34.7   | 35.7  | 2.2   | 0.2  | 0.0  |      | 0.1   | 5.8   | 403.3   | 33.6                         |  |
| 1993   | 47.4   | 79.4   | 82.4   | 72.7   | 91.2   | 0.4   |       |      | 0.0  |      |       | 35.3  | 408.8   | 34.1                         |  |
| 1994   | 43.1   | 50.2   | 60.3   | 49.2   | 12.4   | 4.3   | 0.0   |      | 0.0  | 0.3  | 0.4   | 121.4 | 341.6   | 28.5                         |  |
| 1995   | 47.0   | 69.4   | 47.0   | 30.2   | 5.7    | 0.9   | 3.0   | 0.0  | 0.2  | 0.2  | 1.4   | 1.4   | 206.4   | 17.2                         |  |
| 1996   | 39.6   | 73.2   | 47.9   | 35.9   | 0.4    |       | 0.0   | 0.0  | 0.5  | 0.4  | 0.5   | 7.4   | 205.8   | 17.2                         |  |
| 1997   | 31.0   | 70.7   | 154.4  | 50.3   | 121.1  | 15.6  | 64.2  | 1.7  | 5.6  | 47.0 | 169.2 | 185.7 | 916.5   | 76.4                         |  |
| 1998   | 392.2  | 785.1  | 905.8  | 1147.3 | 1975.0 | 68.7  | 7.5   | 0.0  |      |      |       | 1.5   | 5283.1  | 440.3                        |  |
| 1999   | 85.3   | 362.1  | 277.5  | 157.7  | 11.7   | 1.7   | 0.0   | 0.0  | 1.7  | 0.2  | 0.3   | 60.1  | 958.3   | 79.9                         |  |
| 2000   | 59.0   | 198.6  | 347.1  | 243.8  | 175.9  | 8.5   | 0.0   | 0.0  | 0.5  | 0.0  | 5.2   | 1.4   | 1040.0  | 86.7                         |  |
| ΣT   | 2241.4 | 3287.8 | 3578.9 | 3147.1 | 2950.2 | 410.6 | 131.6 | 16.1 | 46.3 | 74.4 | 206.9 | 639.8 | 16791.1 | 1399.3                       |  |

Tabla 6.1.1.2. Registro Histórico de Pluviosidad Máxima en Guayaquil

- **Intensidades.**

Las intensidades son calculas como se menciono anteriormente de acuerdo a las publicaciones tomadas por el INAMHI (Ver Tabla 6.1.1.2).

$$i = \frac{\text{Precipitación [mm]}}{\text{Duración de la precipitación [h]}}$$

De la tabla anterior se tiene que la máxima precipitación es 1975 mm, la misma que fue registrada en Mayo del año 1998, en un periodo máximo de 24 horas, por lo tanto:

$$i = \frac{1975 \text{ mm}}{24 \text{ h}}$$

$$i = 82.29 \text{ mm/h}$$

- **Coeficiente de Escorrentía**

Este coeficiente establece la relación que existe entre la cantidad total de lluvia que se precipita y la que escurre superficialmente; su valor dependerá de varios factores: La permeabilidad del suelo, morfología de la cuenca, pendiente longitudinal y cobertura vegetal.

| <b>Tipo de área drenaje</b>             | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|---|---------------|---------------|
| Pavimento hormigón o asfalto            | 0.75          | 0.95          |
| Zonas comerciales                       | 0.60          | 0.80          |
| Zonas residenciales                     | 0.35          | 0.70          |
| Áreas rurales, parques en césped        | 0.15          | 0.30          |
| Arena con poca vegetación               | 0.15          | 0.30          |
| Arena bajo bosques o matorrales espesos | 0.15          | 0.30          |
| Grava con escasa vegetación             | 0.20          | 0.40          |
| Grava bajo bosques o matorrales espesos | 0.15          | 0.35          |
| Arcilla con escasa vegetación           | 0.35          | 0.75          |
| Arcilla bajo abundante vegetación       | 0.25          | 0.60          |

**Tabla 6.1.1.3. Coeficientes de escorrentía para diferentes tipos de materiales**

Puesto que el área de drenaje para éste proyecto es una vía de hormigón o asfalto, de la tabla 6.1.1.3 se determina que:

$$\text{Coeficiente de escurrimiento} = 0.85$$

Luego de determinar cada uno de los parámetros necesarios, se calcula el caudal tentativo de la cuneta como se muestra a continuación:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.85 * 82.29 * 2.0}{360}$$

$$Q = 0.389 \text{ m}^3 / \text{s} \therefore 389 \text{ Lts} / \text{s} < 840 \text{ Lts} / \text{s}$$

Luego de realizar el estudio hidráulico-hidrológico es posible determinar que el caudal que fluiría por la cuneta de diseño es mucho menor que el caudal que actualmente recoge ésta estructura con las dimensiones anteriormente indicadas, por lo tanto, es necesario concluir que la sección de las cunetas existentes satisfacen las condiciones hidráulicas de drenaje superficial y que de éste modo no es necesaria la construcción de ductos ni alcantarillas para aliviar el sistema.

### **6.1.2 Diseño de Alcantarilla AA.LL.**

De acuerdo a los cálculos antes demostrados, podemos manifestar que el uso de alcantarillas sería para aliviar de alguna manera el drenaje que circula por las cunetas, pero se ha demostrado que esto no es necesario, por tanto, no se diseñará estos elementos y queda satisfactorio para la conservación del pavimento las cunetas actualmente existentes.

## **6.2 Señalización**

### **Generalidades de los Dispositivos para la Regulación del Tránsito**

#### **Función**

Es función de los dispositivos para la regulación del tránsito indicar a los usuarios las precauciones que debe tener en cuenta, las limitaciones que gobiernan el tramo de circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la vía.

La velocidad en las vías modernas, al mismo tiempo que el continuo crecimiento del volumen de vehículos que circulan por ellas, son factores que sumados al acelerado cambio en la forma de vida, crean situaciones conflictivas en determinados tramos de las vías, en las cuales es preciso prevenir, reglamentar e informar a los usuarios, por intermedio de las señales de tránsito, sobre la manera correcta de circular con el fin de aumentar la eficiencia, la seguridad y la comodidad de las vías, así como proporcionar una circulación más ágil. Éstas deben ser de fácil interpretación, suministrando a los conductores y peatones los mensajes claves, sin ambigüedades.

### **Visibilidad**

Para garantizar la visibilidad de las señales y lograr la misma forma y color tanto en el día como en la noche, los dispositivos para la regulación del tránsito deben ser elaborados preferiblemente con materiales reflectivos o estar convenientemente iluminados. La reflectividad se consigue fabricando los dispositivos con materiales adecuados que reflejen las luces de los vehículos, sin deslumbrar al conductor.

### **Uso**

Con el fin de garantizar la efectividad de los dispositivos para el control del tránsito, es de relevante importancia elaborar siempre un estudio minucioso que permita establecer el mejor uso y ubicación de las señales evitando inconvenientes por su mala utilización, además de facilitar la comprensión de las señales y el acatamiento por parte de los usuarios.

La utilización de símbolos y pictogramas, así como de leyendas, letras, palabras y separaciones entre ellas, debe ajustarse a las orientaciones descritas en este proyecto. La uniformidad en el diseño y en la colocación de los dispositivos para la regulación del tránsito, debe mantenerse siempre. Los dispositivos para la regulación del tránsito, y en especial las señales verticales, no

deberán ir acompañados por mensajes publicitarios, dado que le resta efectividad a la señal, convirtiéndose en distractor e incrementando el riesgo de accidentes.

### **Conservación**

Todas las señales que regulen el tránsito, deben permanecer en su correcta posición, limpias y legibles durante el tiempo que estén en la vía.

Los programas de conservación deben incluir el reemplazo de los dispositivos defectuosos, el retiro de los que no cumplan con el objeto para el cual fueron diseñados (debido a que han cesado las condiciones que obligaron a su instalación) y un mantenimiento rutinario de lavado.

### **6.2.1 Señalización Horizontal**

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

#### **Consideraciones generales**

La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito. En algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles.

Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga una uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores,

frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado.

Las marcas viales o demarcaciones deben ser reflectivas excepto paso peatonal tipo cebra, o estar debidamente iluminadas.

Las líneas de demarcación con pintura en frío que se apliquen sobre concreto asfáltico deberán ser pintadas como mínimo treinta (30) días después de construida la carpeta de rodadura. Cuando por circunstancias especiales se requiera realizar la demarcación antes de dicho término, ésta deberá realizarse aplicando un espesor húmedo igual a la mitad del especificado para la pintura definitiva y se deberá colocar aquella dentro de los ocho (8) días siguientes.

### **Materiales**

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas en frío o en caliente. Sin embargo, puede utilizarse otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad; siendo necesario que no presenten condiciones deslizantes, especialmente en los pasos peatonales y en las proximidades a éstos.

Para complementar las líneas longitudinales, podrán utilizarse unidades individuales (tachas, estoperoles o pintura termoplástica con pequeños abultamientos-vibraline), que sobresalgan menos de 2,5 cm. de la superficie del pavimento y de color blanco o amarillo.

Para demarcar sardineles o islas, podrán utilizarse otras unidades (tachones, boyas metálica o plásticas, bordillos, etc.), que sobresalgan de la superficie del pavimento a una altura máxima de 10 cm.

### **Colores y letras**

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas. En las líneas longitudinales el color blanco se empleará para hacer separación entre tránsito en el mismo sentido y el amarillo entre tránsito de sentido contrario. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco, a excepción de las flechas de doble cabeza utilizadas para la demarcación de carriles de contraflujo. Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a  $\frac{1}{2}$  del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

## **Clasificación**

### **a) Marcas longitudinales:**

- Líneas centrales
- Líneas de borde de pavimento
- Líneas de carril
- Líneas de separación de rampas de entrada o de salida
- Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido
- Demarcación de bermas pavimentadas
- Demarcación de canalización
- Demarcación de transiciones en el ancho del pavimento
- Demarcación de aproximación a obstrucciones
- Demarcación de aproximación a pasos a nivel
- Demarcación de líneas de estacionamiento
- Demarcación de uso de carril
- Demarcación de carriles exclusivos para buses
- Demarcación de paraderos de buses
- Demarcación de carriles de contraflujo
- Flechas
- Marcas transversales:
  - Demarcación de líneas de “pare”
  - Demarcación de pasos peatonales

**b) Marcas transversales:**

- Demarcación de líneas de “pare”
- Demarcación de pasos peatonales
- Demarcaciones de ceda el paso
- Líneas antibloqueo
- Símbolos y letreros

**c) Marcas de objetos:**

- Dentro de la vía
- Adyacentes a la vía

**Marcas Longitudinales**

Una línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella, ni cuando la marca separe los dos sentidos de circulación, circular por la izquierda de ella.

Una marca longitudinal constituida por dos líneas continuas tiene el mismo significado. Se excluyen de este significado las líneas continuas de borde de calzada.

### **Líneas centrales**

Se emplearán estas líneas de color amarillo, para indicar el eje de una calzada con tránsito en los dos sentidos y de color blanco para separar carriles de tránsito, en el mismo sentido (Ver anexo). En circunstancias especiales esta línea puede no estar en el centro geométrico de la calzada, como es el caso de transiciones en el ancho del pavimento, cuando hay un carril adicional para marcha lenta, en la entrada a túneles o puentes angostos, etc.

Las líneas centrales deben usarse en los siguientes casos:

- En vías rurales de dos sentidos, con ancho de pavimento de 5,50 m o más,
- En vías secundarias o de jerarquía superior, dentro del perímetro urbano de las poblaciones,
- En todas las calles o carreteras de cuatro o más carriles,
- En ciclo rutas,
- En autopistas, carreteras principales y secundarias, y
- En todas las vías en donde un estudio de ingeniería de tránsito así lo aconseje.

Las líneas centrales estarán conformadas por una línea segmentada de 12 cm. de ancho, como mínimo, con una

relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5).

Tendrán las siguientes dimensiones:

**a) En vías rurales.**

- Longitud del segmento pintado 4,50 m
- Longitud del espacio sin pintar 7,50 m

**b) En vías urbanas:**

- Longitud del segmento pintado 3,00 m
- Longitud del espacio sin pintar 5,00 m

**Líneas de borde de pavimento**

Esta línea separa el espaldón del carril de circulación, indicando el borde exterior del pavimento. En todas las vías, urbanas y rurales que no cuenten con sardineles y en las vías arterias o de jerarquía superior, se debe delimitar el borde de pavimento para impedir el tránsito de vehículos por la berma y especialmente en la aproximación a intersecciones, cruces, puentes angostos, perímetros urbanos, etc.

Una línea de borde de pavimento de color amarillo a la izquierda de la calzada, en vías con separador, indica la finalización de circulación en ese sentido.

### **Líneas del carril**

Estas líneas servirán para delimitar los carriles que conducen el tránsito en la misma dirección. También cumplen la función de incrementar la eficiencia del uso de una calle en sitios en donde se presentan congestionamientos. (Ver anexo 6.4).

Para indicar que el cambio del carril se puede hacer sin afrontar un riesgo, se usará una línea blanca segmentada de 12 cm. de ancho, como mínimo, con relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5), conforme a las siguientes dimensiones:

#### **a) En vías rurales:**

- Longitud del segmento pintado 4,50 m
- Longitud del espacio sin pintar 7,50 m

#### **b) En vías urbanas:**

- Longitud del segmento pintado 3,00 m
- Longitud del espacio sin pintar 5,00 m

Cuando el cambio de carril puede acarrear un riesgo, si no se efectúa con precaución, se usará una línea blanca continua de 12 cm. de ancho, como mínimo.

### **Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido**

Estas demarcaciones sirven para delimitar longitudinalmente las zonas en las cuales el adelantamiento está prohibido en uno u otro sentido o en ambos a la vez, lo que se indicará por las características especiales de la demarcación central.

Deberán demarcarse las zonas de adelantamiento prohibido en tramos de recta, curva horizontal, curva vertical en donde la distancia de visibilidad para efectuar la maniobra de adelantamiento es mayor que la distancia de visibilidad del sector, teniendo en cuenta la velocidad del 85% (percentil 85) de los usuarios, determinada mediante un estudio de ingeniería de tránsito, o la velocidad de diseño del sector.

Para demarcar zonas de adelantamiento prohibido en curvas verticales y curvas horizontales, en el evento de que la longitud de la zona de prohibido adelantamiento resulte inferior a la indicada, se adelantará el inicio de la zona de prohibición, hasta alcanzar esta longitud de acuerdo con lo establecido en la tabla 6.2.1.

La definición de las zonas de prohibido adelantamiento, se deberá hacer mediante un chequeo en planos, tanto en planta como en perfil, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

**a) En perfil:**

La altura del ojo del conductor y del vehículo que se acerca, se mide a 1,20 m de la superficie del pavimento (Figura 6.2.1).

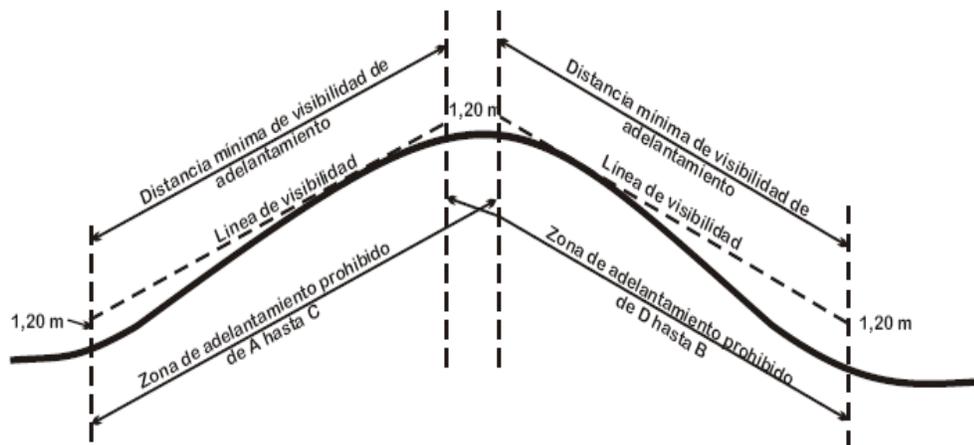
**b) En planta:**

La visual de los conductores se ubica a 0,50 m a la derecha de la línea de eje de la vía, en cada sentido de circulación (Figura 6.2.2).

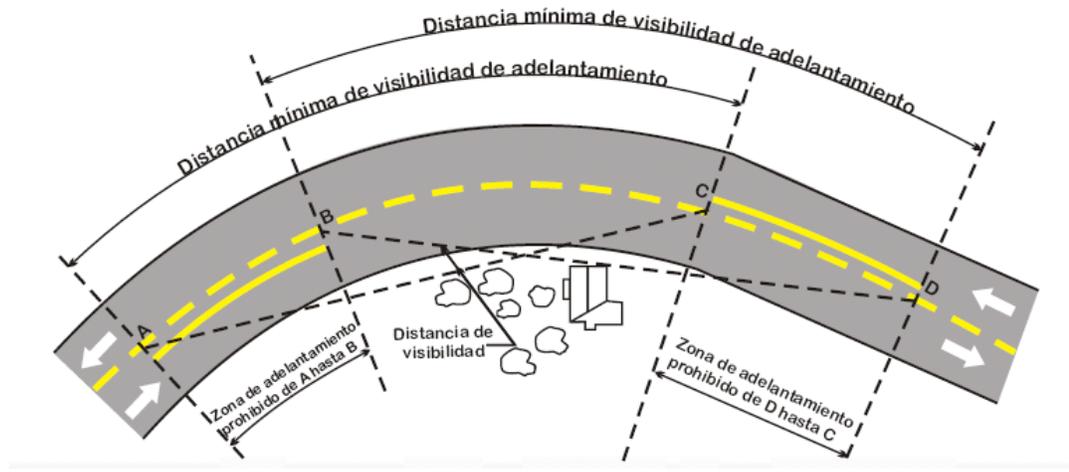
La distancia mínima de visibilidad de adelantamiento y la longitud mínima de la línea de prohibido adelantamiento, se calcularán de acuerdo con la velocidad de operación, teniendo en cuenta lo establecido en la tabla 6.5.

| Velocidad (Km/h) | Distancia mínima de visibilidad de adelantamiento (m) | Longitud mínima de adelantamiento prohibido (m) |
|------------------|---|---|
| 40               | 140   | 35  |
| 50               | 150   | 40  |
| 60               | 170   | 45  |
| 70               | 210   | 55  |
| 80               | 240   | 60  |
| 100              | 324   | 80  |
| 120              | 400   | 100   |

**Tabla 6.2.1. Distancias mínimas de visibilidad, para demarcación de zonas de prohibido adelantamiento.**



**Gráfico 6.2.1. Demarcación de zona de adelantamiento prohibido**



**Figura 6.2.1. Visual de conductores en curva horizontal**

**Demarcación de Sistemas de señalización Horizontal en Vía de proyecto**

- 1) Demarcación longitudinal de los bordes de la calzada del pavimento con pintura de tráfico reflectiva color amarilla continua.
- 2) Demarcación de las líneas centrales continuas con pintura de tráfico reflectiva color amarillo.

3) Demarcación de obstrucción (reductor de velocidad) con pintura bicolor.

4) Flechas en a aproximación al reductor de velocidad con pintura bicolor.



**Foto 6.2.1. Demarcación de reductor de velocidad y flechas en su proximidad**

## **6.2.2 Señalización Vertical**

### **Función y clasificación**

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- Señales preventivas
- Señales reglamentarias
- Señales informativas

### **Autoridad legal**

Las señales de tránsito serán instaladas, únicamente, por las entidades oficiales responsables de la vía, por las autoridades que tengan delegada esta función o por quienes tengan una autorización legal previa para hacerlo.

Toda señal no autorizada, no esencial o que no cumpla con las especificaciones contenidas en este proyecto, que sea colocada en la acera o derecho de vía, deberá ser retirada por la autoridad competente.

### **Uso de las señales**

Toda señal colocada, deberá cumplir con el propósito específico prescrito en este proyecto. Antes que una vía sea abierta al tránsito, deberán instalarse todas las señales que sean necesarias.

El uso de las señales debe estar apoyado en estudios realizados por profesionales con experiencia en el campo de la Ingeniería de Tránsito.

Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales preventivas y reglamentarias en un espacio corto, ya que esto puede ocasionar la contaminación visual y la pérdida de efectividad de las mismas. Por otra parte, es conveniente que se usen con frecuencia las señales informativas de identificación y de destino, con el fin de que los usuarios de la vía conozcan siempre su ubicación y rumbo.

Es necesario tener en cuenta que las condiciones urbanas muchas veces difieren de las condiciones rurales.

### **Requisitos que deben cumplir las señales**

#### **Estado y conservación**

Todos los símbolos deberán ser iguales a los que se presentan en este Manual, y cuando se requieran leyendas, las letras y palabras se diseñarán teniendo en cuenta lo contemplado en este capítulo. La uniformidad en el diseño y en la colocación de las señales debe conservarse siempre. Las condiciones idénticas deberán siempre anunciarse con el mismo tipo de señal, independientemente de dónde ocurran. No obstante, el juicio del ingeniero es esencial para el uso adecuado de las señales, igual que con los otros dispositivos que sea necesario instalar para la regulación del tránsito.

Todas las señales deben permanecer en su posición correcta, limpia y legible en todo tiempo; se deben reemplazar aquellas que por la actuación de agentes externos que las deterioren, no cumplan el objetivo para el cual fueron diseñadas e instaladas.

Dentro del programa de mantenimiento se deben reemplazar las señales defectuosas, las que por cualquier causa no permanezcan en su sitio, y retirar las que no cumplan una función específica porque han cesado las condiciones que obligaron a instalarlas.

### **Visibilidad**

Las señales que se instalen deberán ser legibles para los usuarios y su ubicación debe ser acorde con lo establecido en este proyecto, para permitir una pronta y adecuada reacción del conductor aún cuando éste se acerque a la señal a alta velocidad. Esto implica que los dispositivos cuenten con buena visibilidad, tamaño de letras adecuado, leyenda corta, símbolos y formas acordes con lo especificado en el presente proyecto.

Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deberán elaborarse con material retrorreflectante Tipo I o de características superiores, que cumpla con las coordenadas cromáticas en términos del Sistema.

### **Colocación de las señales**

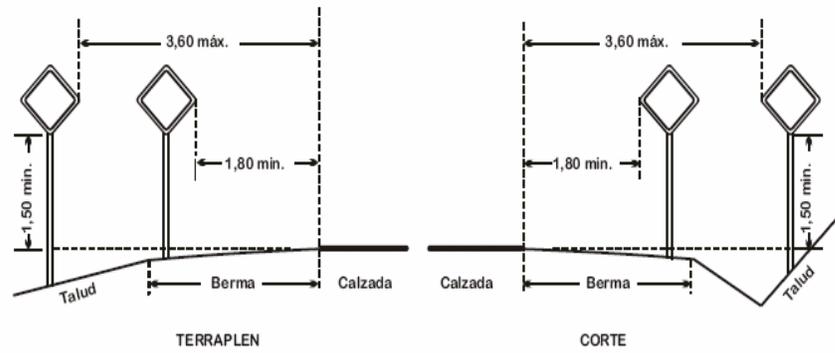
En figura 6.2.2.1 se muestra un esquema general para la colocación de las señales verticales.

### **Ubicación lateral**

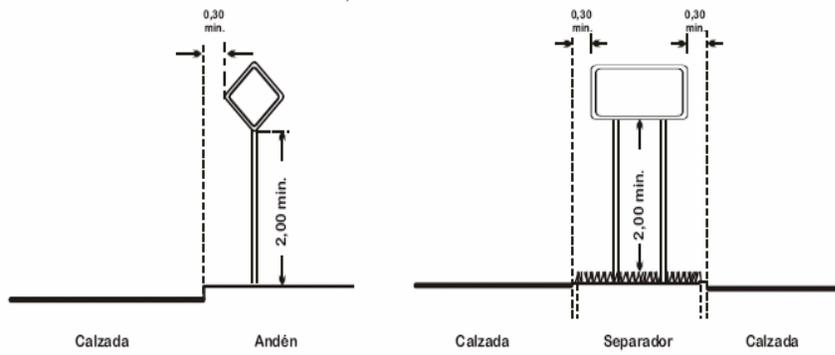
Todas las señales se colocarán al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85 y 90 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario. No obstante, y con el fin de complementar la señalización, en vías multicarril se podrá colocar en los dos lados de la vía; así mismo de no existir completa visibilidad del lado derecho es permitido colocar una señal adicional a la izquierda.

En carreteras, la distancia de la señal medida desde su extremo interior hasta el borde del pavimento, deberá estar comprendida entre 1,80 m y 3,60 m. En las zonas urbanas serán instaladas de tal forma que la distancia de la señal medida desde su extremo más sobresaliente hasta el borde del andén no sea menor de 0,30 m. Para las señales elevadas los soportes verticales que sostienen la señal, se instalarán a una distancia mínima desde el borde exterior de la berma, o de la cara exterior del sardinel, en

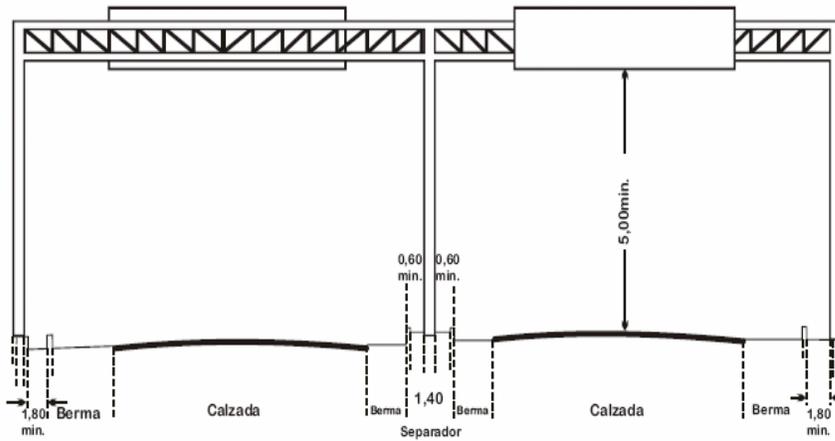
el caso de existir éste, de 1,80 m en zonas urbanas y de 2,20 m en carretera . Cuando se proyecten soportes verticales intermedios, estos pueden localizarse en un separador siempre y cuando su ancho sea suficiente para que el soporte vertical deje distancias laterales no menores de 0,60 m.



a) Rural



b) Urbano



c) Suburbano

Figura 6.2.2.1. Señales verticales – ubicación

### **Ubicación longitudinal**

En la sección correspondiente a cada una de las clases de señales verticales, se definen los criterios para la colocación de éstas a lo largo de la vía.

En condiciones especiales, en donde no exista la distancia suficiente que permita colocar dos señales verticales individuales separadas, se podrán adosar dos tableros de señales verticales en un solo poste. En este caso, la distancia mínima será el equivalente, en metros (m), a la velocidad de operación de la vía en kilómetros por hora (km/h), por ejemplo: distancia 30 (m) Velocidad de operación 30 (km/h), distancia 80 (m) Velocidad de operación 80 (km/h).

| <b>Velocidad de operación de la vía en Km/h</b> | <b>Distancia mínima para la colocación de señales dobles, en m</b> |
|---|--|
| 30  | 30   |
| 40  | 40   |
| 50  | 50   |
| 60  | 60   |
| 80  | 80   |

**Tabla 6.2.2.1. Distancia mínima para la colocación de señales dobles en función de la velocidad de operación de la vía**

### **c) Altura**

La altura de la señal medida, desde el extremo inferior del tablero hasta el nivel de la superficie de rodadura no debe ser menor de 1,80 m, para aquéllas que se instalen en el área rural.

En áreas urbanas, la altura de la señal medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del andén no debe ser menor de 2,0 m. Las señales elevadas se colocan sobre estructuras adecuadas en forma tal que presenten una altura libre mínima de 5,0 m., sobre el punto más alto de la rasante de la vía.

### **Tableros de las señales**

Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio o poliéster reforzado con fibra de vidrio, de acuerdo con las especificaciones fijadas en el presente proyecto.

Los mensajes de las señales serán elaborados sobre láminas retrorreflectivas y adheridos a la lámina metálica cumpliendo con las especificaciones fijadas en el proyecto.

Las dimensiones de los tableros de las señales verticales son las indicadas en la tabla 6.2. Se escogerá el tamaño del tablero en función del tipo de infraestructura sobre la cual se instale.

| Tipo de señal                                    | Vías urbanas principales o de menor jerarquía y carreteras con ancho de coronas menor de 6 m | Vías urbanas de jerarquía superior a las principales y carreteras con ancho de corona entre 6 y 9 m | Autopistas y carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m | Carreteras con cuatro o más carriles con o sin separador |
|--|--|---|--|--|
| Preventivas                                      | Cuadrado de 60 x 60 cm   | Cuadrado de 75 x 75 cm  | Cuadrado de 90 x 90 cm                                     | Cuadrado de 120 x 120 cm                                 |
| Preventiva SP-40                                 | Rectángulo de 90 x 30 cm   | Rectángulo de 120 x 40 cm   | Rectángulo de 150 x 50 cm                                  | Rectángulo de 180 x 60 cm                                |
| Reglamentarias                                   | Círculo de 60 cm de diámetro   | Círculo de 75 cm de diámetro  | Círculo de 90 de diámetro                                  | Círculo de 120 de diámetro                               |
| Reglamentaria SR-01                              | Octágono con altura de 60 cm   | Octágono con altura de 75 cm  | Octágono con altura de 90 cm                               | Octágono con altura de 120 cm                            |
| Reglamentaria SR-02                              | Triángulo equilátero 75 cm de lado   | Triángulo equilátero 90 cm de lado  | Triángulo equilátero 120 cm de lado                        | Triángulo equilátero 150 cm de lado                      |
| Informativas                                     | Rectángulo de 50 x 60 cm   | Rectángulo de 60 x 75 cm  | Rectángulo de 72 x 90                                      | Rectángulo de 100 x 120 cm                               |
| Informativas de identificación                   | Escudos de 60 cm de altura y 60 cm de ancho  | Escudos de 75 cm de altura y 75 cm de ancho   | Escudos de 90 cm de altura y 90 cm de ancho                | Escudos de 120 cm de altura y 120 cm de ancho            |
| Informativas de destino y de información en ruta | Rectángulo: ancho y altura dependen del texto  | Rectángulo: ancho y altura dependen del texto   | Rectángulo: ancho y altura dependen del texto              | Rectángulo: ancho y altura dependen del texto            |
| Informativas turísticas                          | Cuadrado de 60 cm de lado  | Cuadrado de 75 cm de lado   | Cuadrado de 90 cm de lado                                  | Cuadrado de 120 cm de lado                               |

**Tabla 6.2.2.2. Dimensiones de los tableros de las señales verticales en (cm)**

### Estructuras de soporte de las señales

Los postes de las señales serán fabricados en ángulo de acero, también pueden ser fabricados en tubo galvanizado de 2" de diámetro y 2 mm de espesor. Las dimensiones de éstos, de acuerdo con los diferentes tipos de señales se indican en la tabla 6.2.2.3. y la figura 6.2.2.2.

| TIPO DE SEÑAL         | Dimensiones internas en soportes y tableros, de acuerdo con la figura 2.2 |     |      |       |      |     |      |     |       |      |       |       |
|-----------------------|---|-----|------|-------|------|-----|------|-----|-------|------|-------|-------|
|                       | a   | b   | c    | d     | e    | f   | g    | h   | i     | j    | k     | l     |
| SP o SR               | 280,0   | 5,0 | 26,5 | 26,5  | 5,00 | 2,0 | 24,5 | 3,0 | 54,0  | 15,0 |       | 60,0  |
| SI (gral. y serv.)    | 270,0   | 5,0 | 26,5 | 21,5  | 5,00 | 2,0 | 24,5 | 3,0 | 54,0  | 15,0 | 50,0  | 60,0  |
| SI (ident. y turíst.) | 270,0   | 5,0 | 26,5 | 26,5  | 5,00 | 2,0 | 24,5 | 3,0 | 54,0  | 15,0 |       | 60,0  |
| Delineador            | 240,0   | 5,0 | 26,5 | 21,5  | 5,00 | 2,0 | 24,5 | 3,0 | 54,0  | 15,0 | 50,0  | 60,0  |
| SP o SR               | 290,0   | 5,0 | 34,0 | 34,0  | 5,00 | 3,0 | 31,0 | 4,0 | 67,0  | 15,0 |       | 75,0  |
| SI                    | 275,0   | 5,0 | 34,0 | 26,5  | 5,00 | 3,0 | 31,0 | 4,0 | 67,0  | 15,0 | 60,0  | 75,0  |
| SI (ident. y turíst.) | 275,0   | 5,0 | 34,0 | 34,05 | 5,00 | 3,0 | 31,0 | 4,0 | 67,0  | 15,0 |       | 75,0  |
| Delineador            | 245,0   | 5,0 | 34,0 | 26,5  | 5,00 | 3,0 | 31,0 | 4,0 | 67,0  | 15,0 | 60,0  | 75,0  |
| SP o SR               | 300,0   | 5,0 | 41,5 | 41,5  | 5,00 | 4,0 | 37,5 | 5,0 | 80,0  | 15,0 |       | 90,0  |
| SI                    | 285,0   | 5,0 | 41,5 | 32,5  | 5,00 | 4,0 | 37,5 | 5,0 | 80,0  | 15,0 | 72,0  | 90,0  |
| SI (ident. y turíst.) | 285,0   | 5,0 | 41,5 | 41,5  | 5,00 | 4,0 | 3,75 | 5,0 | 80,0  | 15,0 |       | 90,0  |
| Delineador            | 255,0   | 5,0 | 41,5 | 32,5  | 5,00 | 4,0 | 37,5 | 5,0 | 80,0  | 15,0 | 72,0  | 90,0  |
| SP o SR               | 320,0   | 5,0 | 56,5 | 55,9  | 6,25 | 5,0 | 51,5 | 6,0 | 108,0 | 15,0 |       | 120,0 |
| SI                    | 300,0   | 5,0 | 56,5 | 45,9  | 6,25 | 5,0 | 51,5 | 6,0 | 108,0 | 15,0 | 100,0 | 120,0 |
| SI (ident. y turíst.) | 300,0   | 5,0 | 56,5 | 55,9  | 6,25 | 5,0 | 5,15 | 6,0 | 108,0 | 15,0 |       | 120,0 |
| Delineador            | 270,0   | 5,0 | 56,5 | 45,9  | 6,25 | 5,0 | 51,5 | 6,0 | 108,0 | 15,0 | 100,0 | 120,0 |

**Tabla 6.2.2.3. Dimensiones de los elementos que conforman el poste de soporte y los tableros de las señales verticales en (cm.)**

**Notas:**

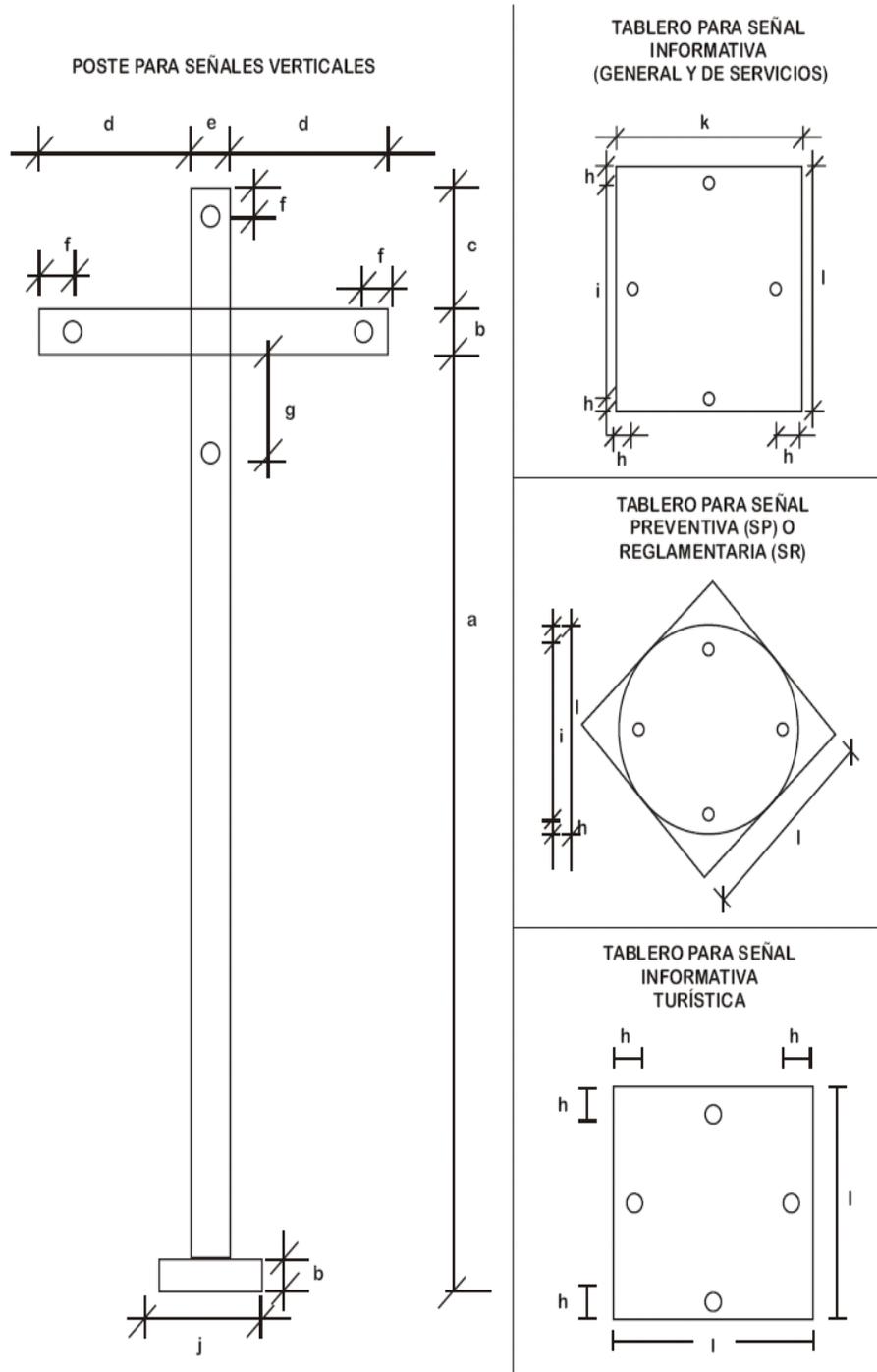
1.-El poste (a,c) y los brazos del soporte (d) no deberán tener traslapos ni añadiduras.

2.-Todo elemento soldado al poste, deberá estar apoyado en sus dos caras.

3.-En señales dobles se adosará en la parte superior del poste una cruceta, sin añadiduras, cuyo elemento vertical deberá tener una longitud que garantice una separación entre tableros de 5 cm.

4.-El calibre mínimo del ángulo correspondiente al elemento vertical del poste (letras a y c) será de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Para los elementos horizontales (letras d y j) será de  $\frac{1}{8}$  de pulgada.

5.-En zona urbana la longitud correspondiente a la letra "a" será aumentada en 20 cm.



**Figura 6.2.2.2. Dimensiones internas de postes y tableros**

### Señales Preventivas

Llamadas también de prevención, tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Se utiliza el cuadrado con diagonal vertical rombo.

Los colores utilizados en estas señales son, en general, el amarillo para el fondo y el negro para orlas, símbolos, letras y/o números.

Deberán ser colocadas antes del riesgo a prevenir. En vías arterias urbanas, o de jerarquía inferior, se ubicarán a una distancia que podrá variar entre 60 y 80 m. Para el caso de vías rurales, o urbanas de jerarquía superior a las arterias, las señales preventivas se colocarán de acuerdo con la velocidad de operación del sector, tabla 6.2.2.4

| Velocidad de operación (Km/h) | Distancia (m)   |
|-------------------------------|-----------------|
| 40                            | 50              |
| 60                            | 90              |
| 80                            | 120             |
| 100                           | 150             |
| Más de 100                    | No menos de 250 |

**Tabla 6.2.2.4. Distancia para la ubicación de señales preventivas en vía rurales o en vías urbanas de jerarquía superior a las arterias.**

En los anexos correspondientes a este capítulo se ilustran los tipos de señales de prevención con sus características. (Ver anexo 6.3).

### **Ubicación de Sistemas de señalización Vertical en Vía de Proyecto**

- 1) Señal de “*Velocidad Máxima (30Km/h)*”, ubicada a 60 metros antes del ingreso a la curva N°1 en la abscisa 0+000.



- 2) Señal de “*Reductor de Velocidad*” en la abscisa 0+160



- 3) Señal de “*Curva Pronunciada*” en la abscisa 0+270



**apu**







Pres referencial

# CAPITULO 7

## 7. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

### Introducción

Los estudios de incidencias ambientales se vienen elaborando desde hace años, sobre todo en los países mas industrializados. En sus orígenes, estos estudios tenían la característica de ser eminentemente técnicos, sin considerar apenas los aspectos físicos, con un conocimiento muy restringido de los mismos. Por consiguiente, aunque la idea de los EIA no es nueva, no ha sido hasta la década de los 80 que se ha comenzado a realizar con un cierto rigor, sobre todo en su verdadero contenido ambiental y abarcando en lo posible, los distintos aspectos del Medio Ambiente natural y el entorno social.

En cuanto a su nacimiento, la idea, el concepto y el contenido de los EIA, tal y como se entiende en la actualidad, nacieron en los Estados Unidos con la Ley Política Ambiental de 1969, la necesidad de implantar los EIA surgió de

la falta de adaptación de los métodos tradicionales de evaluación de proyectos, que no consideraban la protección del medio físico ni el uso racional de los recursos. Que requería adicionalmente considerar los aspectos sociales (costo y beneficios sociales) de un determinado proyecto.

La consideración de los problemas ambientales necesitaba disponer de nuevas técnicas y metodologías de evaluación que permitan aportar al proceso de toma de decisiones, los efectos de los proyectos sobre el medio natural y social, difíciles de identificar y cuantificar por los métodos tradicionales.

Es decir, los EIA están concebidos como un instrumento más de conocimiento al servicio de la decisión, que como un instrumento de decisión. Tiene una importante función de coordinación en relación con los diferentes mecanismos tradicionales de control, en la medida en que pretenden presentar una información integrada de los impactos sobre el medio ambiente, permitiendo recoger los puntos de vista parciales de las autoridades competentes y evitar, con ello, la sectorización de controles en materia ambiental.

Mientras que las actividades de inspección y control habituales sirven para verificar la conformidad con las normas ambientales, una evaluación real para una situación concreta, permite, tanto a las autoridades públicas como a

los entes privados y a la opinión pública, identificar las medidas de protección necesaria.

## **7.1. Mitigación y Evaluación**

### **Antecedentes**

Un impacto ambiental, es todo cambio neto, positivo o negativo, que se produce con el desarrollo de una actividad de un proyecto o instalación, y la Evaluación de Impactos constituye un pronóstico de los cambios sobre el medio ambiente que se producirán por las actividades a realizarse como resultado de una acción de desarrollo a ejecutarse, sin embargo; constituye también una herramienta de comprobación de impactos producidos una vez rehabilitado la vía y cuando las actividades ya se están desarrollando en el medio.

La caracterización ambiental realizada para la mitigación y evaluación del medio donde se desarrolla el proyecto, permitió identificar y valorar las características principales de cada uno de los componentes y subcomponentes ambientales.

Cabe recalcar que la zona en estudio por donde se emplaza la vía de proyecto, se encuentra ubicada en el Campus Politécnico Gustavo Galindo Velasco sector de la Prosperina. Correspondiente a un área de 720.37 Has. De los cuales el 15% aproximadamente son utilizadas por las diversas unidades académicas de la ESPOL, y con mira a futuras obras de desarrollo

urbano. Con esto podemos determinar de antemano la acción de la mano del hombre sobre la afectación del medio ambiente natural, generada principalmente por la deforestación a causa de la tala de árboles y la invasión al hábitat natural de la fauna del lugar, debido a la construcción de obras de infraestructura, entre otros. Sin embargo todos estos impactos serán valorados más adelante de acuerdo a la metodología utilizada en este capítulo.

### **Marco Legal de la Calidad Ambiental en el Ecuador.**

El marco legal de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental (EIA), lo da la política 13 de las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador (Decreto Ejecutivo 1802 de Junio de 1994) que dice:

“El estado Ecuatoriano establece como instrumento obligatorio previamente a la realización de actividades susceptibles de degradar o contaminar el ambiente, la preparación, por parte de los interesados a efectuar éstas actividades, de un Estudio de Impacto Ambiental y el respectivo Programa de Mitigación Ambiental, y de la presentación de estos, junto a solicitudes de autorización competentes, las cuales tienen la obligación de decidir al respecto y de controlar el cumplimiento de lo estipulado en dichos estudios y programas, a fin de prevenir la degradación y contaminación, asegurando, además la gestión ambiental, adecuada y sostenida. El estudio de Impacto

Ambiental y el programa de Mitigación Ambiental, deberán basarse en el principio de lograr el nivel de actuación más adecuado al respectivo espacio o recurso a proteger, a través de la acción más eficaz.”

Entre las numerosas leyes expedidas sobre este tema, se puede mencionar la Ley de Gestión Ambiental (R.O. No. 245 , julio 30 / 1999). Entre los artículos más importantes se pueden mencionar los siguientes:

**Artículo 1.** La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; Determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

**Artículo 2.** La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

**Artículo 3.** El proceso de Gestión Ambiental, se orientará según los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

**Artículo 19.** Las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales,

serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

**Artículo 21.** Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorias ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

**Artículo 23.** La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo; el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

Existen otras leyes que apoyan la gestión ambiental, tales como:

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al recurso agua (RO.No.204).

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo referente al recurso suelo (RO.No.989).

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por la emisión de ruidos (RO.No.56).

Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos (RO.No.991).

Reglamento que establece las normas de calidad del aire y sus métodos de medición (RO. No 726).

El decreto ejecutivo 1802 de 1 de Junio de 1994 (CAAM), reconoce al estudio de Impacto Ambiental como herramienta efectiva para prevenir cualquier daño ambiental, entre otros

- Ley de Régimen Municipal.
- Ley de Régimen Provincial
- Ley de Hidrocarburos.
- Ley de Minería y Reglamento General (RO. No 695 y RO. No 797).
- Ley de Tierras Baldías y Colonización.

- Ley de Transito y Transporte terrestre y sus reglamentos, establecen las normas para la circulación vial, peatonal y señalización.
- Código de la Salud.
- Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y de Vida Silvestre.

El marco general está dado por la Constitución General del Estado Ecuatoriano, la que garantiza el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación.

Adicionalmente a estas leyes, también se basaran en el Artículo 4 de la ordenanza que regula la obligación de realizar estudios ambientales a las obras civiles y a los establecimientos industriales comerciales y de otros servicios, ubicados dentro del cantón Guayaquil.

*Artículo 4. Los proyectos de construcción industrial, comercial o de otros servicios, así como las ampliaciones de instalaciones resistentes, de acuerdo con lo estipulado en el capítulo 2, artículo 40 de la ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil, deberán presentar en la Dirección de Medio Ambiente, del Municipio de guayaquil – previo a la obtención del registro de construcción municipal que confiere la Dirección de urbanismo, Avalúos y Registros – el estudio de impacto ambiental (EIA) para su respectiva revisión y aprobación.*

### **Descripción del Área de Influencia**

La vía a rehabilitar, correspondiente al tramo “Lago-Intersección con vía principal de la ESPOL”, con el que cierra el anillo periférico vial del sector , y está ubicado dentro de los predios del Campus Gustavo Galindo V. –ESPOL, en la Provincia del Guayas, Cantón Guayaquil, con una longitud aproximada de 1 Km.

La vía que constituye un acceso importante hacia varios de los proyectos que se están desarrollando en la ESPOL, como es el CENAE, CEBIOCA entre otras, está rodeado por una cobertura vegetal muy espesa del bosque protector.

### **Área de Influencia Directa**

Para determinar el Área de influencia directa se considera:

El sitio donde está implantada la vía de proyecto en el sector de la ESPOL.

La zona que es directamente afectada por acciones del proyecto en la fase de reconstrucción tales como: alteración de la cobertura vegetal en menor grado, ya que la vía está construida y solo se la habilitará, generación de ruido, introducción de vibraciones y emisión de polvo. Sin embargo, esta vía por su ubicación no causará impactos significativos por encontrarse fuera de la zona de circulación peatonal.

La zona que será beneficiada por los impactos positivos del Proyecto tales como: generación del flujo normal de acceso vehicular y el crecimiento productivo de los sectores aledaños.

### **Área de Influencia Indirecta**

Las áreas que reciben impactos significativos debido a los procesos constructivos y operativos del proyecto, se denomina área de influencia indirecta.

Para definir los límites físicos de esta área se considera los siguientes criterios:

Por ser un proyecto vial es conveniente considerar la población beneficiada por la habilitación de una infraestructura vial. Las áreas que serían influenciadas por cualquiera de las acciones de construcción y/ o operación del proyecto

En base a los criterios anteriormente indicados y las acciones del proyecto se establece que el Área de Influencia Indirecta corresponde a la ESPOL y sus inmediaciones.

## **Objetivo General**

- Preparar una descripción de las condiciones ambientales existentes en la zona de influencia del proyecto antes de su ejecución.
- Identificar y evaluar la magnitud de importancia de los impactos positivos y negativos que tendrá la reconstrucción de la vía de acceso en su zona de influencia.
- Identificar las alternativas óptimas para el diseño de las medidas ambientales de mitigación u otras medidas que integran el Plan de Manejo Ambiental.
- Atenuar los efectos negativos sobre el medio biofísico y socio – económico aplicando los correctivos necesarios desde el proceso de planificación.

## **Metodología de Estudio**

Para el desarrollo del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), la metodología empleada está dividida en las siguientes etapas:

**Etapas 1:** Revisión del Marco Legal ecuatoriano que contempla los componentes del medio ambiente.

Se revisarán las leyes y reglamentos ambientales del Ecuador, en base a las cuales se realizará el Estudio de Impacto Ambiental.

**Etapa 2:** Descripción de la acción propuesta.

Reconstrucción de la vía a ser rehabilitada. Se proporciona datos del Proyecto como su ubicación, características y dimensiones. Se detallan las acciones de la fase de construcción y mantenimiento de manera secuencial.

**Etapa 3:** Determinación del área de influencia.

Se establece la región del ambiente que va a ser afectada directa o indirectamente por la reconstrucción de la vía.

**Etapa 4:** Descripción del medio.

Se recopilará la información necesaria para la descripción del medio: Hojas topográficas del sector, Cartas Geológicas, Información meteorológica (Datos de lluvia, viento, nubosidad, etc.), flora, fauna, etc. Esta información permitirá realizar la caracterización del Medio Físico, Biótico, Socio-económico y Cultural del Área de Estudio (Área de Influencia Directa e Indirecta).

**Etapa 5:** Identificación y Valoración de los Impactos Ambientales.

Se identificarán los impactos mediante una lista de revisión o chequeo donde se detallarán los principales impactos que ocurren durante cada una de las acciones de la fase de reconstrucción y mantenimiento del Proyecto.

Elaboración de la Matriz de Leopold (Matriz causa - efecto) para la valoración de los impactos que ocasione el proyecto.

**Etapa 6:** Elaboración de Plan de Manejo Ambiental.

### **Identificación de Posibles Impactos Ambientales**

Para la identificación de los impactos ambientales potenciales o verificados en el área de influencia del proyecto, se ha desarrollado una matriz causa - efecto, en donde su análisis según filas coincide con los factores ambientales que caracterizan el entorno, y su análisis que según columnas corresponde a las acciones de las distintas etapas.

Para la reconstrucción de la vía se identifica de manera detallada y se evalúan los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución de esta obra.

### **Lista de Chequeo**

A continuación se expresa la lista de chequeo utilizada en la evaluación ambiental del proyecto: Rehabilitación de la vía “Lago – Intersección con vía principal de la ESPOL”.

### **Acciones del Proyecto:**

- Emanaciones de polvo
- Ruido e introducción de maquinaria.
- Emisión de contaminantes atmosféricos
- Corte y Relleno
- Limpieza y Desbroce
- Campamento Provisional
- Reconstrucción de vía
- Construcción de obras de drenaje
- Señalización

Las acciones del Proyecto mencionadas alteraran de manera positiva o negativa el medio ambiente durante la fase de construcción y posteriormente en la fase de operación.

### **Factores Ambientales Considerados para la Identificación de Impactos Ambientales.**

Los factores que se consideran para la identificación de los impactos ambientales para el presente estudio de acuerdo con el medio en que se presentan son los siguientes:

#### **Medio Ambiente Físico:**

- Calidad del aire.
- Calidad del suelo.
- Calidad del agua superficial y subterránea.

#### **Medio Ambiente Biológico:**

- Flora (Vegetación)
- Fauna (Animales)

#### **Medio Ambiente Social:**

- Salud Pública.
- Uso del territorio.
- Actividades económicas

## **Identificación de Impactos Potenciales**

Durante la fase de reconstrucción y operación de la vía, se producirá impactos sobre los componentes ambientales del área de influencia del proyecto. A continuación se presenta la lista de chequeo de los principales impactos que se producirán durante la fase de reconstrucción y operación de la vía.

### **Fase de Reconstrucción**

La mayoría de los impactos generados en esta fase del proyecto son debido a la escarificación, movimiento de tierra (en cuanto al mejoramiento de las capas de base y/o sub-base) y la colocación de la carpeta o losa de rodadura según el caso.

#### **Impactos Negativos:**

- \* Movimiento de tierra.
- \* Generación de polvo y ruido.
- \* Reconstrucción del pavimento.
- \* Transporte, manejo y almacenamiento de materiales tóxicos y nocivos.

#### **Impactos Positivos:**

- \* Buena aceptación social.
- \* Darle un mejor acabado y estética a la vía.
- \* Generar futuras proyectos de infraestructuras físicas en la ESPOL.

## **Fase de Operación**

Este caso hace referencia a la operación de la vía una vez rehabilitada.

## **Impactos Negativos**

- \* Generación de polvo y ruido.
- \* Incremento de riesgos personales y vehiculares.
- \* Incremento en los riesgos por accidentes debido a la velocidad que alcanzaran los vehículos.

## **Impactos Positivos**

- \* Generación de Continuidad en el flujo vehicular normal de la vía.
- \* Ahorro en tiempo a los destinos de los potenciales usuarios de la vía- a los sectores de: FICT, FIEC, FIMCP y CEMA, entre otros.
- \* Aumento en la productividad de los sectores en desarrollos de proyectos
- \* Atracción turística.

## **Valorización Y Evaluación De Impactos Ambientales**

Los estudios de Impacto Ambiental (EIA) tienen como objetivo que la toma de decisiones sea lógico y racional. El EIA debe tener intentos de reducir los impactos potenciales adversos y aumentar los beneficios. La reconstrucción de la vía es una acción que forma parte de los planes de mejoramiento de las obras de las ESPOL.

Los objetivos específicos de la evaluación y valorización de impactos ambientales es identificar los componentes del medio más afectados por la

reconstrucción de la vía y las acciones del proyecto que ocasionan estos impactos.

Para la evaluación de los impactos ambientales potenciales o verificados en el área de influencia del proyecto, se ha desarrollado una matriz (Matriz de Leopold) de causa y efecto, en donde su análisis según filas coincide con los factores ambientales que caracterizan el entorno, y su análisis que según columnas corresponde a las acciones de las distintas etapas.

Luego de la evaluación de impactos se contara con la suficiente información para diseñar las medidas ambientales necesarias para afectar al medio en forma mínima

### **Matriz de Leopold**

Las matrices causa-efecto son, sobre todo, métodos de identificación y valoración que pueden ser ajustados a las distintas fases del proyecto, arrojando resultados cualitativos y cuantitativos, realizando un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada y sus posibles efectos en el medio.

En el proyecto vial se ha considerado utilizar un método evaluativo de alto nivel, como lo es la Matriz de Leopold, por ser un sistema completo donde se valora una gran lista de factores ambientales que pueden ser afectados por

cualquier tipo de proyecto o acción humana, y otras acciones, elementos de proyectos y actuaciones en general que pueden producir impacto, a estas últimas se las denomina acciones de proyecto.

Esta matriz fue desarrollada por el Dr. Luna Leopold y sus colaboradores, para el Servicio Geológico de los EE.UU., fue la primera en este campo y ha sido ampliamente aplicada en proyectos de construcción.

La matriz sirve para identificar impactos y su origen, permitiendo además estimar su importancia y magnitud con la ayuda de un grupo de expertos y de otros profesionales involucrados en el proyecto.

La magnitud del impacto hace referencia a su cantidad física: si es grande o pequeño dependerá del patrón de comparación, y puede tener el carácter de positiva o negativa, si es que el tipo de modificación es deseado o no, respectivamente.

La importancia que sólo puede recibir valores positivos, queda dada por la ponderación que se le asigne y puede ser muy diferente de la magnitud.

Para cada interacción entre acciones del proyecto y componentes ambientales, se identificará la naturaleza del impacto y su valoración

resultará de multiplicar las magnitudes que correspondan a cada elemento tipificador.

La Matriz de Leopold tiene aspectos positivos dentro de los cuales cabe destacar que son pocos los medios necesarios para aplicarla y su utilidad en la identificación de efectos es muy acertada, pues contempla en forma bastante satisfactoria los factores físicos, biológicos y socioeconómicos involucrados, sobre todo si el equipo interdisciplinario que interviene en el estudio completa y adapta particularmente la relación de efectos ambientales.

La principal desventaja del método es que no existen criterios únicos de valoración y los resultados que se obtengan dependerán, en buena parte del buen juicio del grupo interdisciplinario evaluador.

### **Utilización de la Matriz de Leopold**

Para la evaluación de los potenciales impactos se ha utilizado una matriz de causa- efecto tipo Leopold, para cuya elaboración se han realizado los siguientes pasos:

Se identifican todas las acciones (situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto. Para este caso se ha elaborado

una matriz para la fase de reconstrucción que es la etapa con mayor número de actividades relacionadas con el ambiente.

Se identifican los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por la obra. Se identifican las intersecciones de acciones y componentes ambientales en las que hay alguna relación.

Una vez identificadas las interacciones, en la esquina inferior derecha se califica el peso o importancia de la acción comparada con las otras acciones, en donde 10 (diez) representa la máxima importancia y 1 (uno) la mínima.

En la esquina superior izquierda de cada cuadro con barra, se ha calificado de 1 a 10 la magnitud (extensión) del impacto precedido del signo + o - , según el impacto sea positivo o negativo.

El resultado de la multiplicación de la magnitud por el peso relativo en cada variable de impacto (acciones) se suman, dando como resultado la suma de impactos negativos y positivos para cada acción. Además se cuenta el número de impactos positivos y negativos que origina cada acción.

Se obtiene un total de las sumas parciales de cada Acción y el número resultante refleja cómo la Reconstrucción de la vía afecta al medio ambiente, Si el número resultante es positivo será un indicativo de que el proyecto producirá mayor número de impactos positivos que negativos.

## **7.2. Solución para minimizar los impactos**

### **Resultados de la Evaluación y Valorización de los Impactos Ambientales**

Del análisis de la Matriz de Evaluación Ambiental, se desprende que existen impactos positivos y negativos.

Tomando en consideración los impactos ambientales positivos y negativos descritos anteriormente, se presentan la Tabla 7.1 donde se detalla los resultados de la matriz de Leopold

De acuerdo a la matriz obtenida según la forma de calificación ya establecida anteriormente se obtienen los siguientes resultados:

| <b>Impactos</b>    | <b>Numero de Impactos</b> |
|--------------------|---------------------------|
| Impactos Negativos | 15                        |
| Impactos Positivos | 10                        |
| Total de Impactos  | 25                        |

**Tabla 7.2.1 Resultados de la Matriz de Leopold**

Las acciones del Proyecto que originan mayores impactos negativos son las siguientes:

- \* Movimiento de tierra (Excavación y mejoramiento).
- \* Emanaciones de polvo.
- \* Ruido e introducción de maquinaria

Las acciones del Proyecto que originan mayores impactos positivos son las siguientes:

- \* Reconstrucción de la vía
- \* Construcción de obras de drenaje
- \* Instalación de campamento provisional

Para obtener la agregación de impactos se multiplico la magnitud del impacto (esquina superior izquierda) por la importancia del mismo (esquina inferior derecha), luego de sumar la agregación de cada impacto se obtuvo un valor positivo lo que refleja que los beneficios (impactos positivos) que ocasiona el proyecto son mayores a los impactos negativos.

Los valores tratan de reflejar de la manera más exacta el grado de importancia y magnitud que tendrán los impactos dada la ejecución del proyecto.

### **Valoración de los impactos**

Para la alternativa seleccionada adicionalmente a la valoración de los impactos mediante la Matriz de Leopold se ha caracterizado los impactos considerando la siguiente calificación ambiental.

| Valoración | Magnitud     | Importancia | Duración       | Reversibilidad   | Existencia de Acción Mitigadora |
|------------|--------------|-------------|----------------|------------------|---------------------------------|
| 1          | Moderada (M) | Baja (B)    | Temporal (T)   | Reversible (R)   | Mitigable (M)                   |
| 2          | Alta (A)     | Alta (A)    | Permanente (P) | Irreversible (I) | No mitigable (N)                |

### 7.2.2. Valoración de los Impactos

#### Medio ambiente físico

##### ➤ Calidad del aire

La Calidad del aire será afectada por las acciones de excavación en roca y suelo, construcción de la vía, generación de ruido e introducción de vibraciones debido al transporte de material, tendido (descabezado) del material pétreo con motoniveladora, hidratación del material con tanquero, compactación mecánica del material con un compactador liso vibratorio, son actividades que van a generar principalmente ruido, emisiones atmosféricas y polvo debido a que se usarán maquinarias y vehículos para esta actividad. Se producirán impactos negativos de magnitud moderada, importancia moderada, temporal, reversible y mitigable

#### Calidad del suelo

La Calidad del suelo será afectada por las acciones de alteración de la cobertura vegetal, excavación en roca y suelo que implican el transporte de material, tendido del material con motoniveladora, hidratación del material con tanquero, compactación del material con un compactador liso vibratorio, son actividades que contribuirán a disturbar el suelo, los cuales producirán un

impacto negativo de magnitud baja, importancia baja y carácter ocasional; temporal, reversible y mitigable.

Los controles de densidad de campo que se realizarán no generarán ningún impacto en la calidad del suelo.

### **Calidad del agua superficial y subterránea**

La calidad del agua subterránea será afectada principalmente por la construcción de un pozo séptico para el campamento de la obra. Este impacto es de magnitud baja, importancia baja, permanente y mitigable.

La calidad del agua superficial será afectada en forma positiva por la construcción de obras de drenaje, ya que se evitaran estancamientos que pueden ser perjudiciales para la salud.

Este impacto es de magnitud baja, importancia baja y permanente

### **Medio ambiente biológico**

#### **➤ Flora**

Las acciones que se consideraron anteriormente en el proceso de construcción de la vía, son actividades que se supone alterarán la vegetación de una manera mínima, ya que actualmente la misma se encuentra alterada principalmente por la actividad del hombre. Por lo que se considera que se producirá un impacto negativo de magnitud baja, importancia baja, permanente, no reversible y mitigable.

➤ **Fauna**

La fauna en esta área se encuentra muy escasa, debido a la actividad del hombre, pero su protección se debe tomar muy en cuenta por que existen variedades de animales que se encuentran protegidos por la ley, como los venados, que debido a la caza indiscriminada que inclusive se da en este sector del Campus Prosperina

Por lo que se considera que se producirá un impacto negativo de magnitud baja, importancia baja y carácter ocasional; temporal, irreversible y no mitigable.

**Medio ambiente social**

➤ **Salud y seguridad pública**

El transporte de material, tendido del material con motoniveladora, hidratación del material con tanquero, compactación del material con un compactador liso vibratorio, son actividades que pueden afectar la salud pública debido a que el polvo producido por tales procesos en la construcción, además la emisión de contaminantes atmosféricos por el uso de maquinaria también pueden afectar a los pobladores del sector.

Se considera que producirán un impacto negativo de magnitud alta, importancia alta; temporal, reversible y mitigable.

➤ **Estilos de vida, patrones culturales**

Este componente del medio será afectado principalmente por la reubicación de algunas de las viviendas que se encuentren en el sitio de construcción de la vía.

Este impacto se considera de magnitud alta, importancia alta, irreversible pero mitigable si se diseñan medidas adecuadas para disminuir este impacto.

➤ **Empleo**

Este componente será afectado de manera positiva ya que todas las actividades que se contemplan en la construcción de la vía necesitan de mano de obra no especializada que puede ser contratada en el terreno de construcción.

Este impacto es de magnitud alta, importancia alta y temporal

➤ **Plusvalía de los terrenos**

Luego de la construcción de la vía el valor de los terrenos aledaños incrementará considerablemente.

### **7.3. Especificaciones Ambientales de Construcción**

Las especificaciones ambientales deben ser cumplidas por el constructor. Para realizar acciones de control se debe incluir un fiscalizador ambiental y/o fiscalizador de obra.

#### **Prevención de Accidentes de Tránsito.**

La fiscalización exigirá al contratista el cumplimiento de lo estipulado en la sección 207 de las Especificaciones Generales MOP-00I-F, en lo que sea aplicable al mantenimiento del tránsito durante la ejecución del proyecto.

El contratista de la obra instalará un número suficiente de letreros y señales para informar y evitar potenciales accidentes de tránsito. Los letreros y señales posibles son:

Letreros informativos: los mismos que deberían poseer la información siguiente: Nombre del Proyecto, Institución Ejecutora, Componentes del Proyecto, Número de Beneficiarios y Organismo que Financia.

Vía alterna de circulación: serán letreros temporales que deberán estar a una distancia prudencial de las obras que permitan ejecutar los desvíos.

Vallas de señalización: para evitar accidentes a peatones y vehículos.

El operador no debe dejar nunca la máquina con el motor en marcha en una pendiente o en un camino de material suelto, ya que las vibraciones pueden ponerla en movimiento.

Poner la palanca en neutro y freno de emergencia en seguro antes de encender el motor de los vehículos.

La excavadora no debe operar sin cable de seguridad que la una a la unidad de tracción. La falla de la barra de tracción puede ocasionar un accidente.

Nunca se debe pasar por debajo o permanecer muy cerca de la excavadora cuando la máquina este siendo reparada.

No se debe soltar los controles mientras se tenga el cucharón en su posición levantada.

Cuando la carga o la estructura misma del vehículo le impida al conductor una adecuada visibilidad, no deberá retroceder con el vehículo a menos que un operador a pie le haga señales indicándole el camino.

### **Control de Desechos y Materiales**

El material de excavación, será evacuado hacia el sitio de eliminación temporal de material aprobado por la fiscalización. De existir algún sobrante permanente de tierra, será destinado en un sendero existente hacia aguas arriba de la cuenca o donde designe la fiscalización.

Durante la construcción, la fiscalización controlará que la eliminación del material sobrante se realice mediante un relleno compactado de acuerdo con

las Especificaciones Generales MOP-001-F, numeral 3 02-4 en el sitio que apruebe la fiscalización. Una vez concluida la actividad de eliminación de material, la fiscalización exigirá, al contratista, la colocación de una cobertura vegetal en los taludes y en las superficies de rellenos, utilizando vegetación propia del sector, de acuerdo con el numeral 206-2 de las Especificaciones Generales MOP-001-F.

La fiscalización debe exigir al contratista que el personal y la maquinaria lleven al sitio de construcción, recipientes metálicos de 55 galones, con su respectiva tapa, para la colocación de la basura generada de manera que ésta no sea vertida en los esteros, cauces de ríos o vías.

El contratista, bajo la vigilancia de la fiscalización, desarrollará acciones diarias de limpieza de los escombros y los materiales sobrantes.

### **Prevención de Accidentes Laborales**

Las principales actividades contempladas en la construcción de la urbanización, son: excavaciones, transpone e instalación, los mismos que amplían riesgos de ámbito laboral.

El contratista dará a sus trabajadores implementos de seguridad; además, se implementará un área para primeros auxilios. La fiscalización y/o fiscalizador

ambiental deberá vigilar que los trabajadores empleen continuamente los implementos protectores.

La fiscalización y/o fiscalizador ambiental será el encargado de vigilar el implemento de las presentes especificaciones.

En general, para reducir los riesgos de trabajo, se deberá cumplir con las normas contempladas en la resolución N: 741 del Consejo Superior del 30 de Marzo de 1990, incluidas en el “Reglamento General del Seguro de Riesgos de Trabajo”, publicado en el Registro Oficial N: 579, del 1~ de diciembre de 1990.

Los equipos mecanizados requeridos para la excavación y el relleno serán aquellos que estén en buenas condiciones.

Los operadores de equipos mecánicos pesados, concretas y otros equipos que emitan altos niveles de ruido y que generen polvo, deberán utilizar orejeras y máscaras anti-polvo.

Se debe respetar la señalización, referente a:

- Señales de prohibición.
- Señales de advertencia.
- Señales de obligación.

Ningún obrero debe trabajar cerca de la zona en la que está operando una máquina retroexcavadora, tractor o grúa.

Se deberá dotar a los trabajadores del equipo mínimo de protección personal necesario: casco con efectiva resistencia mecánica a los golpes, guantes adecuados para obras civiles, zapatos de seguridad con suela antideslizante de caucho o neopreno y punteras de acero, un impermeable. También se deberá dotar de un área para primeros auxilios con botiquín básico para cuando ocurran accidentes laborales.

Los trabajadores deben estar siempre alejados del cucharón y de la cabina en movimiento. Nunca se debe girar el cucharón o alzar las vigas y elementos estructurales prefabricados por encima de los trabajadores.

El operador es la única persona que debe permanecer en la cabina cuando se está utilizando el equipo. No debe distraerse con la conversación de otras personas.

El operador, a través de su ayudante, debe asegurarse de que los demás trabajadores estén fuera del alcance de su máquina antes de ponerla en marcha.

Cuando se transporta la maquinaria, los elementos prefabricados o el material, debe colocarse banderolas rojas de tela o marcadores en los extremos de las cuchillas que sobresalgan, ya que estos extremos salientes pueden golpear a personas o a otras máquinas.

Debe prohibirse a personas no autorizadas que viajen en las máquinas. Los trabajadores no deben saltar de las máquinas en movimiento.

Antes de efectuar las reparaciones en el equipo de movimiento de tierras, el operador debe asegurarse de que el motor no esté en marcha.

Los operadores no deben usar ropa suelta, cadenas, esclavas, etc., que puedan atascarse en el equipo en movimiento.

### **Almacenamiento y Manejo de Líquidos.**

Se deben tomar todas las precauciones para almacenar y manipular gasolina y otros líquidos inflamables, con la finalidad de evitar que se evaporen en el aire.

Los líquidos inflamables como gasolina, alcohol, acetona, diluyentes de pintura, etc., se deben verter, de un recipiente a otro, al aire libre o en una zona bien ventilada.

Los trabajadores que manejen líquidos inflamables deben usar calzado de caucho, fibra, neopreno u otra sustancia que no produzca chispas por el roce con pisos metálicos, pisos empedrados, etc.

La gasolina constituye un elemento que al contacto con la piel puede causar irritaciones graves, quemaduras, eczemas de contacto alérgico, etc., por lo que su uso no es recomendado para limpiar la grasa o cualquier otra sustancia del equipo, materiales o de las manos. En estos casos se deben utilizar los solventes, detergentes o jabones recomendados para cada caso.

### **Prevención de Afectaciones**

El contratista deberá someter a la aprobación de la fiscalización el sitio donde realizará el mantenimiento de la maquinaria y de los vehículos a utilizarse en la obra, y el procedimiento a seguirse para el manejo de lubricantes.

La fiscalización prohibirá la eliminación o almacenamiento de residuos de aceite, gasolina, aditivos, envases, utensilios y otros, en las zonas de la obra. Para evitar los riesgos de contaminación del suelo y, principalmente, de las aguas superficiales o subterráneas, el contratista someterá a la aprobación de la fiscalización el sistema para la eliminación final de dichos residuos.

La maquinaria a ser utilizada en el proyecto debe estar en buenas condiciones de funcionamiento, de tal manera que se reduzca al mínimo la contaminación del aire debido a los gases emitidos por las máquinas. Esto implica un continuo mantenimiento de la maquinaria existente.

El contratista deberá instalar letreros en cada uno de los lugares de ejecución de las obras, por medio de los cuales la Entidad y el contratista de las obras pedirán disculpas a los vecinos, excusas por las molestias ocasionadas y a la vez explicarán el beneficio de las obras en ejecución.

El contratista deberá presentar cronogramas de actividades detallando la participación de personal y equipos; la organización de los procedimientos y la localización de materiales de acuerdo con el sistema constructivo adoptado y el avance de la obra.

El contratista deberá planificar la ubicación ordenada de los materiales de construcción, seleccionar los sitios para la acumulación y almacenamiento de los diferentes productos (pétreos y cemento fundamentalmente), de modo que se atenúe el deterioro.

## **Prevención y Control de Pérdidas en Obra Civil, Equipos y Materiales.**

### **Equipo Utilizado.**

Todos los engranajes y demás partes movibles de la maquinaria deben estar resguardados adecuadamente.

Se debe colocar un extintor portátil de 5 lbs. Clase ABC y un botiquín de primeros auxilios en la maquinaria.

Es prohibido almacenar dentro de la cabina de la maquinaria latas de gasolina para repuesto en caso de emergencia.

Todo equipo debe tener un mantenimiento preventivo adecuado para garantizar su funcionamiento adecuado y seguro.

Es terminantemente prohibido fumar en los sitios de almacenamiento de combustible.

Los motores, bastidores, cuchillos, sostenes de cuchillas, bandas de oruga, cables, malacantes, sistemas hidráulicos, transmisiones y demás partes fundamentales o críticas, deben ser revisados diariamente.

### **Camiones Y/O Volquetes.**

Estos vehículos deben ser conducidos sólo por personal autorizado. Todos los conductores de vehículos deben conocer y respetar estrictamente la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre y otros.

El vehículo debe estar equipado con todas las luces, reflectores y otros accesorios que exijan los reglamentos de tránsito.

No debe permitirse que ninguna persona permanezca dentro o sobre el camión o volquete, mientras es cargado por un equipo de excavación o una grúa.

Los materiales cargados no deben sobrepasar el límite máximo de peso considerado seguro para su capacidad.

## **7.4 Recomendaciones y Conclusiones Ambientales**

### **Recomendaciones Ambientales**

Las recomendaciones siguientes están dirigidas para el constructor y el fiscalizador:

- Instalación de una guardianía para la seguridad durante la construcción.
- Instalación de una acometida eléctrica de tres fases, con las debidas seguridades para la etapa constructiva, en especial para la operación de los equipos como los taladros, compresores, etc.
- Determinar un sitio para la acumulación de material de desalojo y para depósito de la basura.

### **Recomendaciones para la Fase de Construcción**

Las recomendaciones siguientes están dirigidas para el constructor y al fiscalizador:

- Establecer un horario fijo para el acarreo y el suministro de materiales de construcción que impliquen el uso de equipos pesados, sobre todo el la parte urbana del proyecto. Se recomienda las primeras horas de la mañana, hasta máximo 08H00.

- Es necesario prever la disponibilidad suficiente de agua para la construcción, para lo cual se deberá instalar un número suficiente de tanques de reserva, para la eventualidad de escasez de agua en el sector.
  
- Se recomienda para evitar despliegue excesivo de polvo, ruidos, olores y demás molestias causadas por el proceso de construcción, seguir y cumplir las siguientes medidas:

1.- Los camiones de transporte deberán cubrir el material de desalojo, el material pétreo y otros, con lonas para evitar su caída en la carretera.

2.- La basura deberá ser colocada en recipientes fijos para su evacuación diaria.

3.- En el caso de despliegue excesivo de polvo, se humedecerá para su respectivo control, ya sea durante el transporte o en el proceso constructivo.

### **Recomendaciones para la Fase de Operación y Mantenimiento**

Las recomendaciones están dirigidas a la entidad contratante, y a la o las instituciones públicas o privadas que se le asigne la tarea de operación y mantenimiento y son las siguientes:

- Revisión periódica de la vía de acceso principal y la respectiva limpieza de las obras de arte y drenajes, para que siga ofreciendo las seguridades debidas.

### **Conclusiones Ambientales**

Realización inmediata de la rehabilitación de la vía de acceso al Lago de la ESPOL, para contribuir a mejorar las condiciones del eje vial que cierra el anillo de la vía principal de la ESPOL Guayaquil y de su zona de influencia.

Que la Fiscalización obligue al Constructor que su personal, realicen sus actividades sin poner en riesgo su integridad física ni la de los ciudadanos.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Centro Técnico del Hormigón - Diseño Estructural de Pavimentos de Hormigón Compactado con Rodillo. Monografía n. 003.
  
- Cámara de la Construcción de Quito - Manual de los Costos en la Construcción 8va. Edición - Mayo 2004.
  
- Publicación Técnica de la Cámara de la Construcción de Guayaquil.
  
- Ing. Gastón Proaño e Ing. Jorge Calle - Estudios Geológicos y Geotécnicos de la vía de Proyecto.
  
- Especificaciones Generales del MOP-001F-2000
  
- Schaum- Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. Tercera Edición.

- Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas - Seminario “Rehabilitación de Pavimentos”. Agosto / 2002
  
- Escuela Superior Politécnica del Litoral - Seminario “Hormigones del Siglo XXI”. Agosto / 2003.
  
- Colegio de Ingenieros Civiles - Seminario Básico de Pavimentos Flexibles. Mayo / 2005.
  
- Ricardo Alfredo López Cualla - Elementos de Diseño para acueductos y alcantarillados. – Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería- 2ª. Edición.
  
- Ph.D. David E. Matamoros C – Apuntes de Clases Ingeniería Sanitaria I – 2005.

**FICT**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

**C.B.R.****Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm

**Fecha:** 25-Ene-06  
**Muestra:** C1  
**Abscisa:** 0 + 000

**Molde No.:** C/10/12      **Peso del molde:** \_\_\_\_\_      **Volumen del molde:** \_\_\_\_\_  
**No. de golpes por capa:** \_\_\_\_\_      **No. de capas:** \_\_\_\_\_      **Peso del Martillo:** \_\_\_\_\_  
**No. de ensayos:** \_\_\_\_\_

|  |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|

**ANTES DE LA INMERSION**

|  |          |            |  |  |  |  |  |  |  |
|--|----------|------------|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec. |            |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Wh + r   |            |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ws + r   |            |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ww       |            |  |  |  |  |  |  |  |
|  | r        |            |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ws       |            |  |  |  |  |  |  |  |
|  | % w      |            |  |  |  |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       |          | p          |  |  |  |  |  |  |  |
| Molde                                      |          |            |  |  |  |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               |          | W          |  |  |  |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         |          | Ws         |  |  |  |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       |          | w          |  |  |  |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  |          | $\gamma_h$ |  |  |  |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ |          | $\gamma_s$ |  |  |  |  |  |  |  |

**DESPUES DE LA INMERSION**

|  |          |            |          |          |          |  |  |  |  |
|--|----------|------------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec. |            | 7        | 26       | 38       |  |  |  |  |
|  | Wh + r   |            | 199,6    | 199,9    | 199,9    |  |  |  |  |
|  | Ws + r   |            | 188,9    | 188,0    | 187,1    |  |  |  |  |
|  | Ww       |            | 10,70    | 11,90    | 12,80    |  |  |  |  |
|  | r        |            | 22,2     | 22,2     | 21,8     |  |  |  |  |
|  | Ws       |            | 166,7    | 165,8    | 165,3    |  |  |  |  |
|  | % w      |            | 6,42     | 7,18     | 7,74     |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       |          | p          | 9490     | 9485     | 9280     |  |  |  |  |
| Molde                                      |          |            | 4225     | 4250     | 4250     |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               |          | W          | 5265     | 5235     | 5030     |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         |          | Ws         | 4947,438 | 4884,429 | 4668,495 |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       |          | w          | 6,42     | 7,18     | 7,74     |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  |          | $\gamma_h$ | 2479,981 | 2465,85  | 2369,289 |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ |          | $\gamma_s$ | 2330,399 | 2300,72  | 2199,009 |  |  |  |  |

**HINCHAMIENTO**

|                 |         |         |         |  |  |  |  |
|-----------------|---------|---------|---------|--|--|--|--|
| Lectura Inicial | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 24 Horas        | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 48 Horas        |         |         |         |  |  |  |  |
| 72 Horas        |         |         |         |  |  |  |  |
| 96 Horas        |         |         |         |  |  |  |  |

Densidad Seca Máxima: \_\_\_\_\_      **OBSERVACIONES:** 190 . H<sub>2</sub>O  
Humedad Óptima: \_\_\_\_\_  
Humedad Natural: \_\_\_\_\_

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Sub-Base - 50 cm  
**Fecha:** 25-Ene-06  
**Muestra:** C1  
**Abscisa:** 0 + 000

**Molde No.:** 4/B/8      **Peso del molde:** \_\_\_\_\_      **Volumen del molde:** \_\_\_\_\_  
**No. de golpes por capa:** \_\_\_\_\_      **No. de capas:** \_\_\_\_\_      **Peso del Martillo:** \_\_\_\_\_  
**No. de ensayos:** \_\_\_\_\_

|  |            | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------------|----------|----------|----------|---|---|---|---|
| <b>ANTES DE LA INMERSION</b>               |            |          |          |          |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   | 20       | 6        | 13       |   |   |   |   |
|  | Wh + r     | 148,6    | 167,2    | 78,2     |   |   |   |   |
|  | Ws + r     | 139,7    | 155,7    | 74,1     |   |   |   |   |
|  | Ww         | 8,90     | 11,50    | 4,10     |   |   |   |   |
|  | r          | 38,6     | 39,3     | 22,1     |   |   |   |   |
|  | Ws         | 101,1    | 116,4    | 52,0     |   |   |   |   |
|  | % w        | 8,80     | 9,88     | 7,88     |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9368     | 9327     | 9145     |   |   |   |   |
| Molde                                      |            | 4225     | 4235     | 4235     |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                               | W          | 5143     | 5092     | 4910     |   |   |   |   |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4726,885 | 4634,158 | 4551,159 |   |   |   |   |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 8,80     | 9,88     | 7,88     |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2422,515 | 2398,493 | 2312,765 |   |   |   |   |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2226,512 | 2182,835 | 2143,739 |   |   |   |   |

|  |            |          |          |          |  |  |  |  |
|--|------------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| <b>DESPUES DE LA INMERSION</b>             |            |          |          |          |  |  |  |  |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   | 28       | 3        | 38       |  |  |  |  |
|  | Wh + r     | 197,9    | 208,6    | 200,0    |  |  |  |  |
|  | Ws + r     | 182,5    | 191,57   | 183,78   |  |  |  |  |
|  | Ww         | 15,4     | 17,03    | 16,22    |  |  |  |  |
|  | r          | 21,1     | 21,46    | 21,92    |  |  |  |  |
|  | Ws         | 161,40   | 170,11   | 161,86   |  |  |  |  |
|  | % w        | 9,54     | 10,01    | 10,02    |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9430     | 9400     | 9245     |  |  |  |  |
| Molde                                      |            | 4225     | 4235     | 4235     |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               | W          | 5205     | 5165     | 5010     |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4751,623 | 4694,978 | 4553,676 |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 9,541512 | 10,01117 | 10,02101 |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2451,719 | 2432,878 | 2359,868 |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2238,165 | 2211,483 | 2144,925 |  |  |  |  |

|                     |         |         |         |  |  |  |  |  |
|---------------------|---------|---------|---------|--|--|--|--|--|
| <b>HINCHAMIENTO</b> |         |         |         |  |  |  |  |  |
| Lectura Inicial     | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |  |
| 24 Horas            | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |  |
| 48 Horas            |         |         |         |  |  |  |  |  |
| 72 Horas            |         |         |         |  |  |  |  |  |
| 96 Horas            |         |         |         |  |  |  |  |  |

**Densidad Seca Máxima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Optima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Natural:** \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm  
**Fecha:** 30-Ene-06  
**Muestra:** C2  
**Abscisa:** 0 + 300

**Molde No.:** C/6/5      **Peso del molde:** \_\_\_\_\_      **Volumen del molde:** \_\_\_\_\_  
**No. de golpes por capa:** \_\_\_\_\_      **No. de capas:** \_\_\_\_\_      **Peso del Martillo:** \_\_\_\_\_  
**No. de ensayos:** \_\_\_\_\_

|                                  |          | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|---|---|---|---|
| <b>ANTES DE LA INMERSION</b>     |          |          |          |          |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                   | No. rec. | 19       | 31       | 12       |   |   |   |   |
|                                  | Wh + r   | 52,3     | 114,15   | 205,8    |   |   |   |   |
|                                  | Ws + r   | 50,7     | 109,0    | 191,12   |   |   |   |   |
|                                  | Ww       | 1,60     | 5,15     | 14,68    |   |   |   |   |
|                                  | r        | 21,92    | 21,2     | 22,29    |   |   |   |   |
|                                  | Ws       | 28,78    | 87,8     | 168,83   |   |   |   |   |
|                                  | % w      | 5,559416 | 5,865604 | 8,695137 |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo             | p        | 9357     | 9304     | 9045     |   |   |   |   |
| Molde                            |          | 4225     | 4220     | 4220     |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                     | W        | 5132     | 5084     | 4825     |   |   |   |   |
| Suelo Seco = 100 W / (100 + %w)  | Ws       | 4861,717 | 4802,315 | 4439,021 |   |   |   |   |
| Contenido agua = 100 (W-Ws / Ws) | w        | 5,559416 | 5,865604 | 8,695137 |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = W / V          | γh       | 2417,334 | 2394,724 | 2272,727 |   |   |   |   |
| Densidad Seca = γh / (1+W / 100) | γs       | 2290,022 | 2262,042 | 2090,919 |   |   |   |   |

|                                  |          | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|---|---|---|---|
| <b>DESPUES DE LA INMERSION</b>   |          |          |          |          |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                   | No. rec. | 32       | 24       | 7        |   |   |   |   |
|                                  | Wh + r   | 180,54   | 177,17   | 165,55   |   |   |   |   |
|                                  | Ws + r   | 171,0    | 165,54   | 151,4    |   |   |   |   |
|                                  | Ww       | 9,54     | 11,63    | 14,15    |   |   |   |   |
|                                  | r        | 22,1     | 21,9     | 22,2     |   |   |   |   |
|                                  | Ws       | 148,9    | 143,64   | 129,2    |   |   |   |   |
|                                  | % w      | 6,406985 | 8,09663  | 10,95201 |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo             | p        | 9494     | 9389     | 9287     |   |   |   |   |
| Molde                            |          | 4225     | 4220     | 4220     |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                     | W        | 5269     | 5169     | 5067     |   |   |   |   |
| Suelo Seco = 100 W / (100 + %w)  | Ws       | 4951,743 | 4781,833 | 4566,839 |   |   |   |   |
| Contenido agua = 100 (W-Ws / Ws) | w        | 6,406985 | 8,09663  | 10,95201 |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = W / V          | γh       | 2481,865 | 2434,762 | 2386,717 |   |   |   |   |
| Densidad Seca = γh / (1+W / 100) | γs       | 2332,427 | 2252,394 | 2151,125 |   |   |   |   |

|                     |  | 1       | 2       | 3       | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|--|---------|---------|---------|---|---|---|---|
| <b>HINCHAMIENTO</b> |  |         |         |         |   |   |   |   |
| Lectura Inicial     |  | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |   |   |   |   |
| 24 Horas            |  | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |   |   |   |   |
| 48 Horas            |  |         |         |         |   |   |   |   |
| 72 Horas            |  |         |         |         |   |   |   |   |
| 96 Horas            |  |         |         |         |   |   |   |   |

**Densidad Seca Máxima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Óptima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Natural:** \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** 220 . H<sub>2</sub>O

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL **Fecha:** 25-Ene-06  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal **Muestra:** C2  
**Material:** Sub-Base - 50 cm **Abscisa:** 0 + 300

**Molde No.:** 06/05/11 **Peso del molde:** \_\_\_\_\_ **Volumen del molde:** \_\_\_\_\_  
**No. de golpes por capa:** 25 **No. de capas:** 5 **Peso del Martillo:** \_\_\_\_\_  
**No. de ensayos:** \_\_\_\_\_

|  |            |          | 1        | 2        | 3      | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------------|----------|----------|----------|--------|---|---|---|---|
| <b>ANTES DE LA INMERSION</b>               |            |          |          |          |        |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   |          | 35       | 24       | 3      |   |   |   |   |
|  | Wh + r     |          | 131,2    | 115,0    | 177,5  |   |   |   |   |
|  | Ws + r     |          | 123,1    | 108,4    | 165,1  |   |   |   |   |
|  | Ww         |          | 8,10     | 6,60     | 12,40  |   |   |   |   |
|  | r          |          | 22,0     | 21,8     | 21,4   |   |   |   |   |
|  | Ws         |          | 101,10   | 86,60    | 143,70 |   |   |   |   |
|  | % w        |          | 8,01     | 7,62     | 8,63   |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9367     | 9160     | 9000     |        |   |   |   |   |
| Molde                                      |            | 4220     | 4220     | 4230     |        |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                               | W          | 5147     | 4940     | 4770     |        |   |   |   |   |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4765,217 | 4590,172 | 4391,089 |        |   |   |   |   |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 8,011869 | 7,621247 | 8,629088 |        |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2424,399 | 2326,896 | 2246,821 |        |   |   |   |   |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2244,568 | 2162,116 | 2068,342 |        |   |   |   |   |

|  |            |          |          |          |        |  |  |  |  |
|--|------------|----------|----------|----------|--------|--|--|--|--|
| <b>DESPUES DE LA INMERSION</b>             |            |          |          |          |        |  |  |  |  |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   |          | 48       | 9        | 2      |  |  |  |  |
|  | Wh + r     |          | 199,5    | 199,95   | 199,84 |  |  |  |  |
|  | Ws + r     |          | 186,5    | 185,9    | 182,9  |  |  |  |  |
|  | Ww         |          | 13,00    | 14,05    | 16,94  |  |  |  |  |
|  | r          |          | 21,42    | 22,2     | 22,06  |  |  |  |  |
|  | Ws         |          | 165,08   | 163,7    | 160,84 |  |  |  |  |
|  | % w        |          | 7,87     | 8,58     | 10,53  |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9480     | 9326     | 9189     |        |  |  |  |  |
| Molde                                      |            | 4220     | 4220     | 4230     |        |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               | W          | 5260     | 5106     | 4959     |        |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4876,015 | 4702,403 | 4486,475 |        |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 7,87497  | 8,582773 | 10,53221 |        |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2477,626 | 2405,087 | 2335,846 |        |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2296,757 | 2214,98  | 2113,271 |        |  |  |  |  |

|                     |  |         |         |         |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|---------|---------|---------|--|--|--|--|--|
| <b>HINCHAMIENTO</b> |  |         |         |         |  |  |  |  |  |
| Lectura Inicial     |  | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |  |
| 24 Horas            |  | 0 + 000 | 0 + 210 | 0 + 230 |  |  |  |  |  |
| 48 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |  |
| 72 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |  |
| 96 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |  |

**Densidad Seca Máxima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Optima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Natural:** \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL **Fecha:** 25-Ene-06  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal **Muestra:** C3  
**Material:** Base - 20 cm **Abscisa:** 0 + 650

**Molde No.:** 56/25/12 **Peso del molde:** \_\_\_\_\_ **Volumen del molde:** \_\_\_\_\_  
**No. de golpes por capa:** \_\_\_\_\_ **No. de capas:** \_\_\_\_\_ **Peso del Martillo:** \_\_\_\_\_  
**No. de ensayos:** \_\_\_\_\_

|  |            | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------------|----------|----------|----------|---|---|---|---|
| <b>ANTES DE LA INMERSION</b>               |            |          |          |          |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   | 30       | 28       | 3        |   |   |   |   |
|  | Wh + r     | 76,74    | 160,17   | 157,08   |   |   |   |   |
|  | Ws + r     | 74,7     | 152,16   | 148,23   |   |   |   |   |
|  | Ww         | 2,04     | 8,01     | 8,85     |   |   |   |   |
|  | r          | 26,56    | 21,3     | 21,4     |   |   |   |   |
|  | Ws         | 48,14    | 130,86   | 126,83   |   |   |   |   |
|  | % w        | 4,24     | 6,12     | 6,98     |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9265     | 9185     | 8918     |   |   |   |   |
| Molde                                      |            | 4235     | 4250     | 4225     |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                               | W          | 5030     | 4935     | 4693     |   |   |   |   |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4825,512 | 4650,35  | 4386,89  |   |   |   |   |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 4,23764  | 6,121045 | 6,977844 |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2369,289 | 2324,541 | 2210,551 |   |   |   |   |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2272,969 | 2190,462 | 2066,363 |   |   |   |   |

|  |            |          |          |          |  |  |  |  |
|--|------------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| <b>DESPUES DE LA INMERSION</b>             |            |          |          |          |  |  |  |  |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   | 38       | 35       | 14       |  |  |  |  |
|  | Wh + r     | 173,17   | 187,04   | 183,93   |  |  |  |  |
|  | Ws + r     | 161,64   | 171,2    | 168,54   |  |  |  |  |
|  | Ww         | 11,53    | 15,84    | 15,39    |  |  |  |  |
|  | r          | 21,86    | 22,01    | 22,13    |  |  |  |  |
|  | Ws         | 139,78   | 149,19   | 146,41   |  |  |  |  |
|  | % w        | 8,248676 | 10,61733 | 10,51158 |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9408     | 9265     | 9165     |  |  |  |  |
| Molde                                      |            | 4235     | 4250     | 4225     |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               | W          | 5173     | 5015     | 4940     |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4778,811 | 4533,648 | 4470,12  |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 8,248676 | 10,61733 | 10,51158 |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2436,646 | 2362,223 | 2326,896 |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2250,971 | 2135,491 | 2105,568 |  |  |  |  |

|                       |                       |                        |         |         |  |  |  |  |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------|---------|--|--|--|--|
| <b>HINCHAMIENTO</b>   |                       |                        |         |         |  |  |  |  |
| Lectura Inicial       |                       | 0 + 000                | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 24 Horas              |                       | 0 + 030                | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 48 Horas              |                       |                        |         |         |  |  |  |  |
| 72 Horas              |                       |                        |         |         |  |  |  |  |
| 96 Horas              |                       |                        |         |         |  |  |  |  |
| Densidad Seca Máxima: | <b>OBSERVACIONES:</b> | 220 . H <sub>2</sub> O |         |         |  |  |  |  |
| Humedad Óptima:       |                       | _____                  |         |         |  |  |  |  |
| Humedad Natural:      |                       | _____                  |         |         |  |  |  |  |

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL **Fecha:** 31-Ene-06  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal **Muestra:** C3  
**Material:** Sub-Base - 50 cm **Abscisa:** 0 + 650

**Molde No.:** A/3/8 **Peso del molde:** ..... **Volumen del molde:** .....  
**No. de golpes por capa:** ..... **No. de capas:** ..... **Peso del Martillo:** .....  
**No. de ensayos:** .....

|                                   |          | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|---|---|---|---|
| <b>ANTES DE LA INMERSION</b>      |          |          |          |          |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                    | No. rec. | 17       | 9        | 2        |   |   |   |   |
|                                   | Wh + r   | 164,13   | 140,05   | 151,40   |   |   |   |   |
|                                   | Ws + r   | 153,64   | 131,4    | 142,09   |   |   |   |   |
|                                   | Ww       | 10,49    | 8,65     | 9,31     |   |   |   |   |
|                                   | r        | 20,9     | 22,07    | 22,06    |   |   |   |   |
|                                   | Ws       | 132,74   | 109,33   | 120,03   |   |   |   |   |
|                                   | % w      | 7,902667 | 7,911827 | 7,756394 |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo              | p        | 9045     | 8778     | 8532     |   |   |   |   |
| Molde                             |          | 4230     | 4235     | 4235     |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                      | W        | 4815     | 4543     | 4297     |   |   |   |   |
| Suelo Seco = 100 W / (100 + %w)   | Ws       | 4462,355 | 4209,919 | 3987,698 |   |   |   |   |
| Contenido agua = 100 (W-Ws / Ws)  | w        | 7,902667 | 7,911827 | 7,756394 |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = W / V           | γh       | 2268,017 | 2139,896 | 2024,023 |   |   |   |   |
| Densidad Seca = γh / ( 1+W / 100) | γs       | 2101,91  | 1983,004 | 1878,332 |   |   |   |   |

|                                   |          |          |          |          |  |  |  |  |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| <b>DESPUES DE LA INMERSION</b>    |          |          |          |          |  |  |  |  |
| <b>HUMEDAD</b>                    | No. rec. | 85       | 17       | 32       |  |  |  |  |
|                                   | Wh + r   | 150,55   | 155,62   | 158,47   |  |  |  |  |
|                                   | Ws + r   | 137,36   | 139,74   | 140,24   |  |  |  |  |
|                                   | Ww       | 13,19    | 15,88    | 18,23    |  |  |  |  |
|                                   | r        | 20,61    | 20,9     | 22,05    |  |  |  |  |
|                                   | Ws       | 116,75   | 118,84   | 118,19   |  |  |  |  |
|                                   | % w      | 11,29764 | 13,3625  | 15,42432 |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo              | p        | 9220     | 8997     | 8842     |  |  |  |  |
| Molde                             |          | 4230     | 4235     | 4235     |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                      | W        | 4990     | 4762     | 4607     |  |  |  |  |
| Suelo Seco = 100 W / (100 + %w)   | Ws       | 4483,473 | 4200,683 | 3991,36  |  |  |  |  |
| Contenido agua = 100 (W-Ws / Ws)  | w        | 11,29764 | 13,3625  | 15,42432 |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = W / V           | γh       | 2350,447 | 2243,052 | 2170,042 |  |  |  |  |
| Densidad Seca = γh / ( 1+W / 100) | γs       | 2111,857 | 1978,654 | 1880,057 |  |  |  |  |

|                     |  |         |         |         |  |  |  |  |
|---------------------|--|---------|---------|---------|--|--|--|--|
| <b>HINCHAMIENTO</b> |  |         |         |         |  |  |  |  |
| Lectura Inicial     |  | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 24 Horas            |  | 0 + 470 | 0 + 400 | 0 + 330 |  |  |  |  |
| 48 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |
| 72 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |
| 96 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |

**Densidad Seca Máxima:** .....  
**Humedad Óptima:** .....  
**Humedad Natural:** .....

**OBSERVACIONES:** .....

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm  
**Fecha:** 27-Ene-06  
**Muestra:** C4  
**Abscisa:** 0 + 050 (Ingreso Y)

**Molde No.:** 3/A/1      **Peso del molde:** \_\_\_\_\_      **Volumen del molde:** \_\_\_\_\_  
**No. de golpes por capa:** \_\_\_\_\_      **No. de capas:** \_\_\_\_\_      **Peso del Martillo:** \_\_\_\_\_  
**No. de ensayos:** \_\_\_\_\_

|                                  |          | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|---|---|---|---|
| <b>ANTES DE LA INMERSION</b>     |          |          |          |          |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                   | No. rec. | 20       | 14       | 25       |   |   |   |   |
|                                  | Wh + r   | 57,0     | 111,9    | 78,0     |   |   |   |   |
|                                  | Ws + r   | 55,4     | 107,0    | 75,6     |   |   |   |   |
|                                  | Ww       | 1,6      | 4,9      | 2,4      |   |   |   |   |
|                                  | r        | 22,02    | 22,2     | 22,4     |   |   |   |   |
|                                  | Ws       | 33,38    | 84,8     | 53,2     |   |   |   |   |
|                                  | % w      | 4,793289 | 5,778302 | 4,511278 |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo             | p        | 9409     | 9209     | 9040     |   |   |   |   |
| Molde                            |          | 4235     | 4230     | 4225     |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                     | W        | 5174     | 4979     | 4815     |   |   |   |   |
| Suelo Seco = 100 W / (100 + %w)  | Ws       | 4937,339 | 4707,014 | 4607,158 |   |   |   |   |
| Contenido agua = 100 (W-Ws / Ws) | w        | 4,793289 | 5,778302 | 4,511278 |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = W / V          | γh       | 2437,117 | 2345,266 | 2268,017 |   |   |   |   |
| Densidad Seca = γh / (1+W / 100) | γs       | 2325,643 | 2217,152 | 2170,117 |   |   |   |   |

|                                  |          |          |          |          |  |  |  |  |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| <b>DESPUES DE LA INMERSION</b>   |          |          |          |          |  |  |  |  |
| <b>HUMEDAD</b>                   | No. rec. | 15       | 37       | 39       |  |  |  |  |
|                                  | Wh + r   | 199,81   | 199,9    | 199,6    |  |  |  |  |
|                                  | Ws + r   | 188,31   | 185,1    | 185,9    |  |  |  |  |
|                                  | Ww       | 11,5     | 14,8     | 13,7     |  |  |  |  |
|                                  | r        | 20,97    | 21,72    | 26,27    |  |  |  |  |
|                                  | Ws       | 167,34   | 163,38   | 159,63   |  |  |  |  |
|                                  | % w      | 6,872236 | 9,058636 | 8,582347 |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo             | p        | 9485     | 9432     | 9232     |  |  |  |  |
| Molde                            |          | 4235     | 4230     | 4225     |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                     | W        | 5250     | 5202     | 5007     |  |  |  |  |
| Suelo Seco = 100 W / (100 + %w)  | Ws       | 4912,408 | 4769,911 | 4611,247 |  |  |  |  |
| Contenido agua = 100 (W-Ws / Ws) | w        | 6,872236 | 9,058636 | 8,582347 |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = W / V          | γh       | 2472,916 | 2450,306 | 2358,455 |  |  |  |  |
| Densidad Seca = γh / (1+W / 100) | γs       | 2313,899 | 2246,779 | 2172,043 |  |  |  |  |

|                     |  |         |         |         |  |  |  |  |
|---------------------|--|---------|---------|---------|--|--|--|--|
| <b>HINCHAMIENTO</b> |  |         |         |         |  |  |  |  |
| Lectura Inicial     |  | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 24 Horas            |  | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 48 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |
| 72 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |
| 96 Horas            |  |         |         |         |  |  |  |  |

**Densidad Seca Máxima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Óptima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Natural:** \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** 220 . H<sub>2</sub>O

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL **Fecha:** 30-Ene-06  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal **Muestra:** C5  
**Material:** Sub-Base - 50 cm **Abscisa:** 0 + 830

**Molde No.:** 01/10/11 **Peso del molde:** \_\_\_\_\_ **Volumen del molde:** \_\_\_\_\_  
**No. de golpes por capa:** \_\_\_\_\_ **No. de capas:** \_\_\_\_\_ **Peso del Martillo:** \_\_\_\_\_  
**No. de ensayos:** \_\_\_\_\_

|  |            | 1        | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------------|----------|----------|----------|---|---|---|---|
| <b>ANTES DE LA INMERSION</b>               |            |          |          |          |   |   |   |   |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   | 23       | 25       | 14       |   |   |   |   |
|  | Wh + r     | 99,23    | 168,25   | 151,6    |   |   |   |   |
|  | Ws + r     | 94,1     | 157,6    | 142,7    |   |   |   |   |
|  | Ww         | 5,13     | 10,65    | 8,9      |   |   |   |   |
|  | r          | 22,1     | 21,8     | 22,2     |   |   |   |   |
|  | Ws         | 72       | 135,8    | 120,5    |   |   |   |   |
|  | % w        | 7,125    | 7,842415 | 7,385892 |   |   |   |   |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 8985     | 8725     | 8253     |   |   |   |   |
| Molde                                      |            | 4225     | 4250     | 4230     |   |   |   |   |
| Suelo húmedo                               | W          | 4760     | 4475     | 4023     |   |   |   |   |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4443,407 | 4149,573 | 3746,302 |   |   |   |   |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 7,125    | 7,842415 | 7,385892 |   |   |   |   |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2242,11  | 2107,866 | 1894,96  |   |   |   |   |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2092,985 | 1954,58  | 1764,627 |   |   |   |   |

|  |            |          |          |          |  |  |  |  |
|--|------------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| <b>DESPUES DE LA INMERSION</b>             |            |          |          |          |  |  |  |  |
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   | 85       | 39       | 13       |  |  |  |  |
|  | Wh + r     | 175,23   | 193,29   | 197,62   |  |  |  |  |
|  | Ws + r     | 160,01   | 175,0    | 171,8    |  |  |  |  |
|  | Ww         | 15,22    | 18,29    | 25,82    |  |  |  |  |
|  | r          | 20,61    | 26,27    | 22,05    |  |  |  |  |
|  | Ws         | 139,4    | 148,73   | 149,75   |  |  |  |  |
|  | % w        | 10,91822 | 12,29745 | 17,24207 |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9243     | 9035     | 8669     |  |  |  |  |
| Molde                                      |            | 4225     | 4250     | 4230     |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               | W          | 5018     | 4785     | 4439     |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4524,054 | 4261,005 | 3786,184 |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 10,91822 | 12,29745 | 17,24207 |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2363,636 | 2253,886 | 2090,909 |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2130,972 | 2007,068 | 1783,412 |  |  |  |  |

|                     |         |         |         |  |  |  |  |  |
|---------------------|---------|---------|---------|--|--|--|--|--|
| <b>HINCHAMIENTO</b> |         |         |         |  |  |  |  |  |
| Lectura Inicial     | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |  |
| 24 Horas            | 0 + 630 | 0 + 520 | 0 + 340 |  |  |  |  |  |
| 48 Horas            |         |         |         |  |  |  |  |  |
| 72 Horas            |         |         |         |  |  |  |  |  |
| 96 Horas            |         |         |         |  |  |  |  |  |

**Densidad Seca Máxima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Óptima:** \_\_\_\_\_  
**Humedad Natural:** \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL **Fecha:** 31-Ene-06  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal **Muestra:** C5  
**Material:** Base - 20 cm **Abscisa:** 0 + 830

**Molde No.:** ..... **Peso del molde:** ..... **Volumen del molde:** .....  
**No. de golpes por capa:** ..... **No. de capas:** ..... **Peso del Martillo:** .....  
**No. de ensayos:** .....

|  |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|

#### ANTES DE LA INMERSION

| HUMEDAD                                    | No. rec. | p          |        |  |  |  |  |  |
|--|----------|------------|--------|--|--|--|--|--|
|  |          |            | Wh + r |  |  |  |  |  |
| Ws + r                                     |          |            |        |  |  |  |  |  |
| Ww   |          |            |        |  |  |  |  |  |
| r  |          |            |        |  |  |  |  |  |
| Ws   |          |            |        |  |  |  |  |  |
| % w  |          |            |        |  |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       |          | p          |        |  |  |  |  |  |
| Molde                                      |          |            |        |  |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               |          | W          |        |  |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         |          | Ws         |        |  |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       |          | w          |        |  |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  |          | $\gamma_h$ |        |  |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ |          | $\gamma_s$ |        |  |  |  |  |  |

#### DESPUES DE LA INMERSION

| HUMEDAD                                    | No. rec. | p          | 23       | 3        | 38       |        |        |        |
|--|----------|------------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|
|  |          |            | Wh + r   |          |          | 180,24 | 184,75 | 190,85 |
| Ws + r                                     |          |            | 168,8    | 173,3    | 179,5    |        |        |        |
| Ww   |          |            | 11,44    | 11,45    | 11,35    |        |        |        |
| r  |          |            | 22,01    | 21,46    | 21,92    |        |        |        |
| Ws   |          |            | 146,79   | 151,84   | 157,58   |        |        |        |
| % w  |          |            | 7,79     | 7,54     | 7,202691 |        |        |        |
| Molde + Suelo húmedo                       |          | p          | 9090     | 8907     | 8796     |        |        |        |
| Molde                                      |          |            | 4230     | 4225     | 4235     |        |        |        |
| Suelo húmedo                               |          | W          | 4860     | 4682     | 4561     |        |        |        |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         |          | Ws         | 4508,623 | 4353,695 | 4254,557 |        |        |        |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       |          | w          | 7,793446 | 7,540832 | 7,202691 |        |        |        |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  |          | $\gamma_h$ | 2289,213 | 2205,37  | 2148,375 |        |        |        |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ |          | $\gamma_s$ | 2123,704 | 2050,728 | 2004,031 |        |        |        |

#### HINCHAMIENTO

| Lectura Inicial | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |
|-----------------|---------|---------|---------|--|--|--|
| 24 Horas        | 0 + 630 | 0 + 520 | 0 + 340 |  |  |  |
| 48 Horas        |         |         |         |  |  |  |
| 72 Horas        |         |         |         |  |  |  |
| 96 Horas        |         |         |         |  |  |  |

**Densidad Seca Máxima:** ..... **OBSERVACIONES:** .....  
**Humedad Optima:** .....  
**Humedad Natural:** .....

### Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Sub.-Base - 50 cm

**Fecha:** 31-Ene-06  
**Muestra:** C4  
**Abscisa:** 0 + 050 (Ingreso Y)

**Molde No.:** ..... **Peso del molde:** ..... **Volumen del molde:** .....  
**No. de golpes por capa:** ..... **No. de capas:** ..... **Peso del Martillo:** .....  
**No. de ensayos:** .....

|  |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|

#### ANTES DE LA INMERSION

|  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Wh + r     |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ws + r     |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ww         |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | r          |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ws         |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | % w        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Molde                                      |            |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               | W          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### DESPUES DE LA INMERSION

|  |            |          |          |          |          |  |  |  |  |
|--|------------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| <b>HUMEDAD</b>                             | No. rec.   |          | 48       | 7        | 11       |  |  |  |  |
|  | Wh + r     |          | 176,21   | 175,03   | 192,44   |  |  |  |  |
|  | Ws + r     |          | 166,34   | 163,03   | 179,53   |  |  |  |  |
|  | Ww         |          | 9,87     | 12       | 12,91    |  |  |  |  |
|  | r          |          | 21,42    | 22,26    | 21,63    |  |  |  |  |
|  | Ws         |          | 144,92   | 140,77   | 157,9    |  |  |  |  |
|  | % w        |          | 6,810654 | 8,524544 | 8,176061 |  |  |  |  |
| Molde + Suelo húmedo                       | p          | 9104     | 9243     | 8862     |          |  |  |  |  |
| Molde                                      |            | 3815     | 4225     | 4125     |          |  |  |  |  |
| Suelo húmedo                               | W          | 5289     | 5018     | 4737     |          |  |  |  |  |
| Suelo Seco = $100 W / (100 + \%w)$         | Ws         | 4951,753 | 4623,839 | 4378,973 |          |  |  |  |  |
| Contenido agua = $100 (W - Ws) / Ws$       | w          | 6,810654 | 8,524544 | 8,176061 |          |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda = $W / V$                  | $\gamma_h$ | 2491,286 | 2363,636 | 2231,276 |          |  |  |  |  |
| Densidad Seca = $\gamma_h / (1 + W / 100)$ | $\gamma_s$ | 2332,432 | 2177,974 | 2062,634 |          |  |  |  |  |

#### HINCHAMIENTO

|                 |         |         |         |  |  |  |  |
|-----------------|---------|---------|---------|--|--|--|--|
| Lectura Inicial | 0 + 000 | 0 + 000 | 0 + 000 |  |  |  |  |
| 24 Horas        | 0 + 630 | 0 + 520 | 0 + 340 |  |  |  |  |
| 48 Horas        |         |         |         |  |  |  |  |
| 72 Horas        |         |         |         |  |  |  |  |
| 96 Horas        |         |         |         |  |  |  |  |

|  |   |
|--|---|
| Densidad Seca Máxima:<br>Humedad Optima:<br>Humedad Natural: | <b>OBSERVACIONES:</b> .....<br>.....<br>..... |
|--|---|

**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

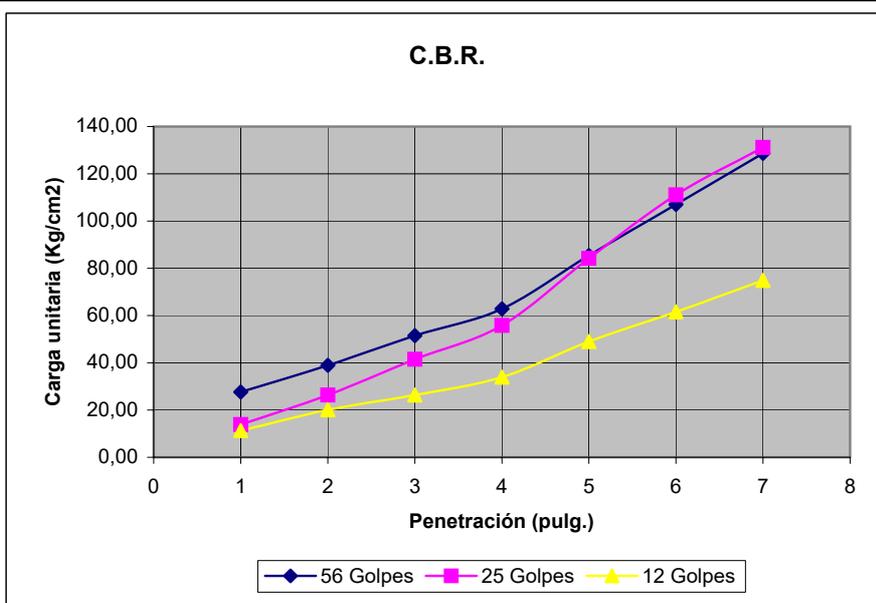
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm

**Fecha:** 27-Ene-06  
**Muestra:** C1  
**Abscisa:** 0 + 000

**Molde No:** C/10/12

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2       | 3       | 1                                 | 2       | 3       |
|-------------------|------------------------------------|---------|---------|-----------------------------------|---------|---------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |         |         | Cargas de Penetración en Kgs      |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 110                                | 55      | 45      | 1184,52                           | 592,26  | 484,58  |
| 02.54 mm. (0.10") | 155                                | 105     | 80      | 1669,10                           | 1130,68 | 861,47  |
| 03.81 mm. (0.15") | 205                                | 165     | 105     | 2207,51                           | 1776,78 | 1130,68 |
| 05.08 mm. (0.20") | 250                                | 222     | 135     | 2692,09                           | 2390,58 | 1453,73 |
| 07.62 mm. (0.30") | 340                                | 335     | 195     | 3661,24                           | 3607,40 | 2099,83 |
| 10.16 mm. (0.40") | 426                                | 442     | 245     | 4587,32                           | 4759,62 | 2638,25 |
| 12.70 mm. (0.50") | 512                                | 522     | 298     | 5513,40                           | 5621,08 | 3208,97 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |         |         | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 394,84                             | 197,42  | 161,53  | 27,64                             | 13,82   | 11,31   |
| 02.54 mm. (0.10") | 556,37                             | 376,89  | 287,16  | 38,95                             | 26,38   | 20,10   |
| 03.81 mm. (0.15") | 735,84                             | 592,26  | 376,89  | 51,51                             | 41,46   | 26,38   |
| 05.08 mm. (0.20") | 897,36                             | 796,86  | 484,58  | 62,82                             | 55,78   | 33,92   |
| 07.62 mm. (0.30") | 1220,41                            | 1202,47 | 699,94  | 85,43                             | 84,17   | 49,00   |
| 10.16 mm. (0.40") | 1529,11                            | 1586,54 | 879,42  | 107,04                            | 111,06  | 61,56   |
| 12.70 mm. (0.50") | 1837,80                            | 1873,69 | 1069,66 | 128,65                            | 131,16  | 74,88   |



CBR: 59.56-52.89-32.16 %  
HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
Para: 5,08 mm  
de penetración

Observaciones:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

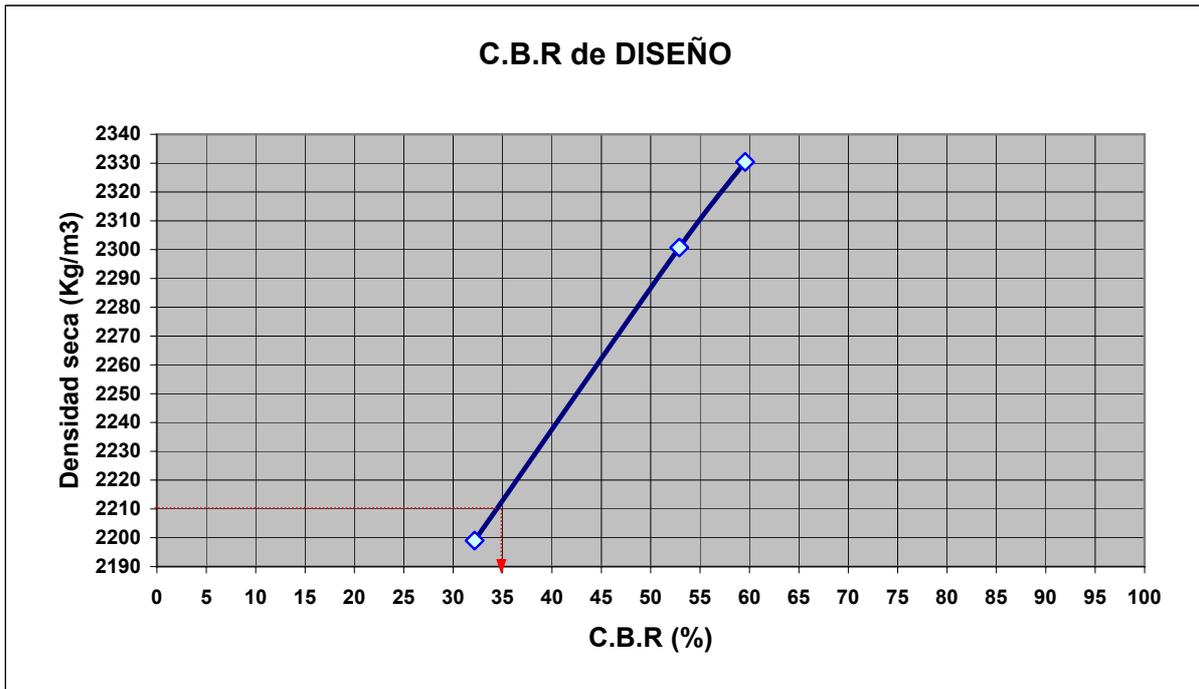
Operador: \_\_\_\_\_

Calculado por: \_\_\_\_\_  
A. Coronel - J. Falconí

Verificado por: \_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                  | C . B . R . (%) |           |           |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                   | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54                              | 55,39           | 37,52     | 28,59     |
| 5,08                              | 59,56           | 52,89     | 32,16     |
| Densidad (Kg/m3)                  | 2330,40         | 2300,72   | 2199,01   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m3)      |                 |           | 2330,40   |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m3) |                 |           | 2213,88   |
| C.B.R. de Diseño (%)              |                 |           | 35 %      |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

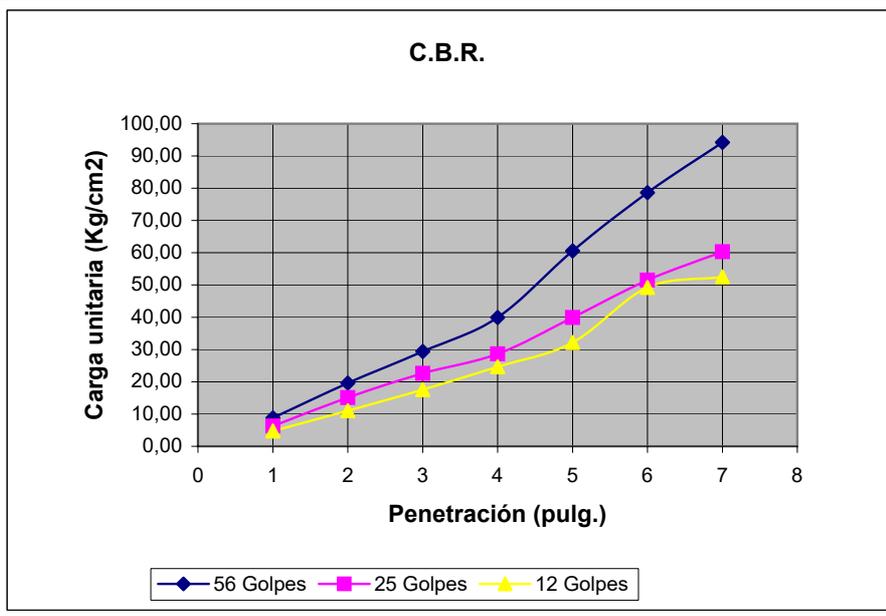
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Sub-Base - 50 cm

**Fecha:** 27-Ene-06  
**Muestra:** C1  
**Abscisa:** 0 + 000

**Molde No:** 4/B/8

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2      | 3      | 1                                 | 2       | 3       |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|---------|---------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |        |        | Cargas de Penetración en Kgs      |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 35                                 | 25     | 19     | 376,89                            | 269,21  | 204,60  |
| 02.54 mm. (0.10") | 78                                 | 60     | 44     | 839,93                            | 646,10  | 473,81  |
| 03.81 mm. (0.15") | 117                                | 90     | 70     | 1259,90                           | 969,15  | 753,79  |
| 05.08 mm. (0.20") | 159                                | 114    | 98     | 1712,17                           | 1227,59 | 1055,30 |
| 07.62 mm. (0.30") | 241                                | 159    | 128    | 2595,17                           | 1712,17 | 1378,35 |
| 10.16 mm. (0.40") | 313                                | 205    | 196    | 3370,50                           | 2207,51 | 2110,60 |
| 12.70 mm. (0.50") | 375                                | 240    | 209    | 4038,14                           | 2584,41 | 2250,59 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |        |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 125,63                             | 89,74  | 68,20  | 8,79                              | 6,28    | 4,77    |
| 02.54 mm. (0.10") | 279,98                             | 215,37 | 157,94 | 19,60                             | 15,08   | 11,06   |
| 03.81 mm. (0.15") | 419,97                             | 323,05 | 251,26 | 29,40                             | 22,61   | 17,59   |
| 05.08 mm. (0.20") | 570,72                             | 409,20 | 351,77 | 39,95                             | 28,64   | 24,62   |
| 07.62 mm. (0.30") | 865,06                             | 570,72 | 459,45 | 60,55                             | 39,95   | 32,16   |
| 10.16 mm. (0.40") | 1123,50                            | 735,84 | 703,53 | 78,64                             | 51,51   | 49,25   |
| 12.70 mm. (0.50") | 1346,05                            | 861,47 | 750,20 | 94,22                             | 60,30   | 52,51   |



CBR: 37.88-27.16-23.35 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 5,08 mm  
 de penetración

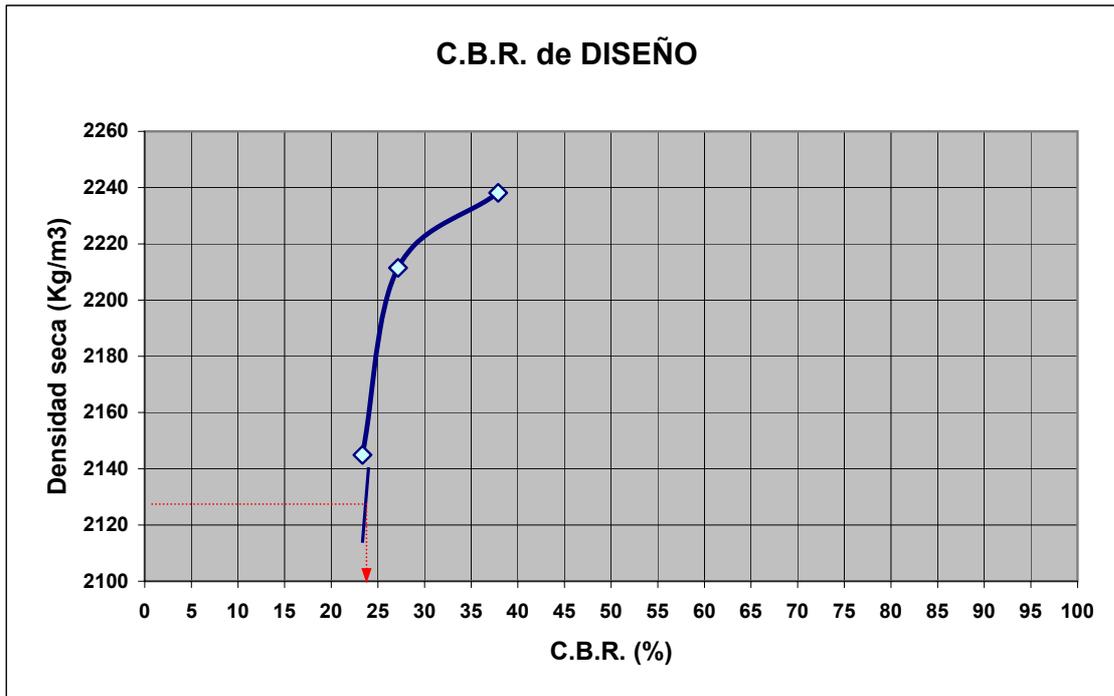
Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_  
 Calculado por: \_\_\_\_\_  
 A. Coronel - J.Falconí  
 Verificado por: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                  | C . B . R . (%) |           |           |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                   | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54                              | 27,87           | 21,44     | 15,72     |
| 5,08                              | 37,88           | 27,16     | 23,35     |
| Densidad (Kg/m3)                  | 2238,16         | 2211,48   | 2144,93   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m3)      | 2238,16         |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m3) | 2126,26         |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)              | 23 %            |           |           |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

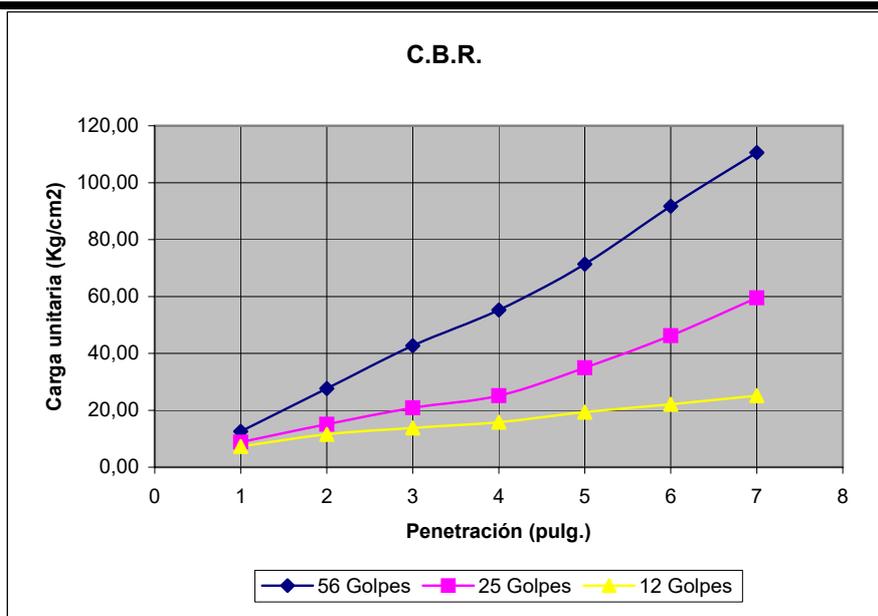
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm

**Fecha:** 31-Ene-06  
**Muestra:** C2  
**Abscisa:** 0 + 300

**Molde No:** C/6/5

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2      | 3      | 1                                 | 2       | 3       |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|---------|---------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |        |        | Cargas de Penetración en Kgs      |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 50                                 | 35     | 29     | 538,42                            | 376,89  | 312,28  |
| 02.54 mm. (0.10") | 110                                | 60     | 46     | 1184,52                           | 646,10  | 495,34  |
| 03.81 mm. (0.15") | 170                                | 83     | 55     | 1830,62                           | 893,77  | 592,26  |
| 05.08 mm. (0.20") | 220                                | 100    | 63     | 2369,04                           | 1076,84 | 678,41  |
| 07.62 mm. (0.30") | 284                                | 139    | 77     | 3058,21                           | 1496,80 | 829,16  |
| 10.16 mm. (0.40") | 365                                | 184    | 88     | 3930,45                           | 1981,38 | 947,62  |
| 12.70 mm. (0.50") | 440                                | 237    | 100    | 4738,08                           | 2552,10 | 1076,84 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |        |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 179,47                             | 125,63 | 104,09 | 12,56                             | 8,79    | 7,29    |
| 02.54 mm. (0.10") | 394,84                             | 215,37 | 165,11 | 27,64                             | 15,08   | 11,56   |
| 03.81 mm. (0.15") | 610,21                             | 297,92 | 197,42 | 42,71                             | 20,85   | 13,82   |
| 05.08 mm. (0.20") | 789,68                             | 358,95 | 226,14 | 55,28                             | 25,13   | 15,83   |
| 07.62 mm. (0.30") | 1019,40                            | 498,93 | 276,39 | 71,36                             | 34,93   | 19,35   |
| 10.16 mm. (0.40") | 1310,15                            | 660,46 | 315,87 | 91,71                             | 46,23   | 22,11   |
| 12.70 mm. (0.50") | 1579,36                            | 850,70 | 358,95 | 110,56                            | 59,55   | 25,13   |



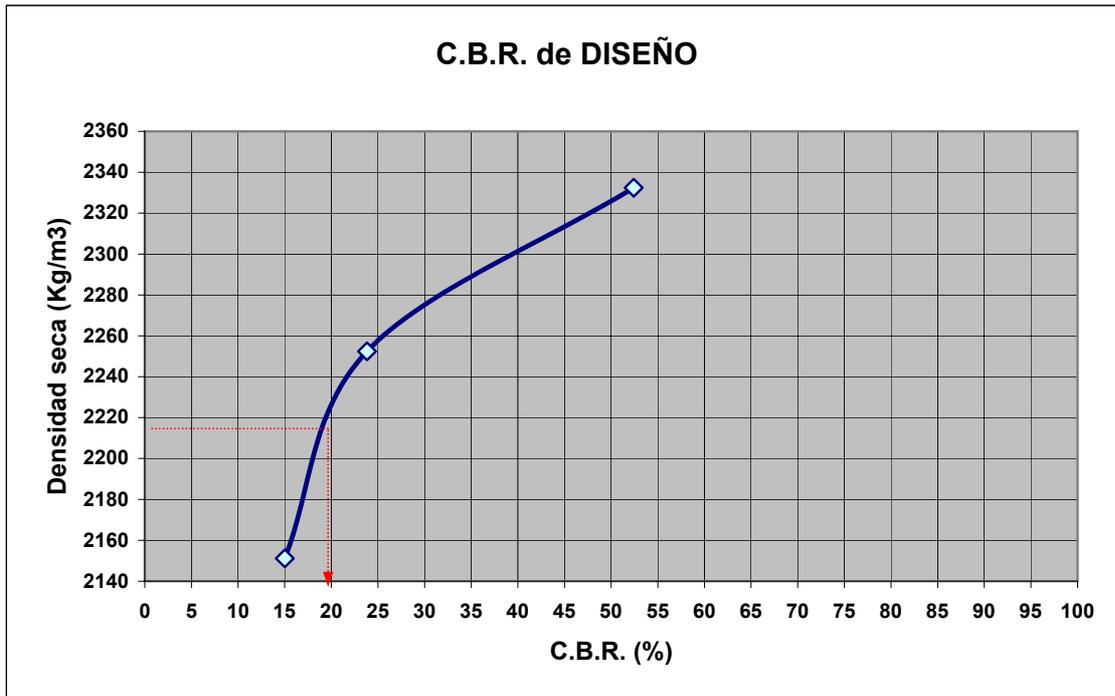
CBR: 52.42-23.83-15.01 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 5,08 mm  
 de penetración

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_  
 Calculado por: \_\_\_\_\_  
 A. Coronel - J.Falconí  
 Verificado por: \_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                               | C . B . R . (%) |           |           |
|--|-----------------|-----------|-----------|
|  | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54   | 39,31           | 21,44     | 16,44     |
| 5,08   | 52,42           | 23,83     | 15,01     |
| Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )                  | 2332,43         | 2252,39   | 2151,13   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m <sup>3</sup> )      | 2332,43         |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m <sup>3</sup> ) | 2215,81         |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)                           | 19 %            |           |           |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Sub-Base - 50 cm

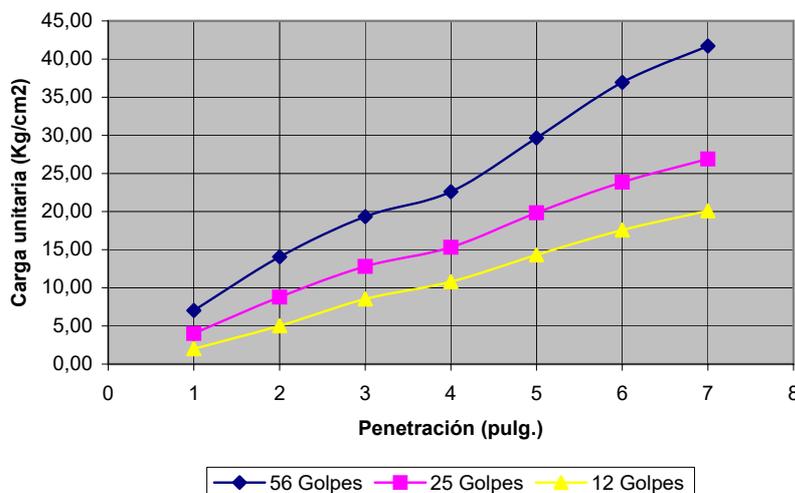
**Fecha:** 31-Ene-06  
**Muestra:** C2  
**Abscisa:** 0 + 300

**Molde No:** 06//05/11

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2      | 3      | 1                                 | 2       | 3      |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|---------|--------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |        |        | Cargas de Penetración en Kgs      |         |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 28                                 | 16     | 8      | 301,51                            | 172,29  | 86,15  |
| 02.54 mm. (0.10") | 56                                 | 35     | 20     | 603,03                            | 376,89  | 215,37 |
| 03.81 mm. (0.15") | 77                                 | 51     | 34     | 829,16                            | 549,19  | 366,12 |
| 05.08 mm. (0.20") | 90                                 | 61     | 43     | 969,15                            | 656,87  | 463,04 |
| 07.62 mm. (0.30") | 118                                | 79     | 57     | 1270,67                           | 850,70  | 613,80 |
| 10.16 mm. (0.40") | 147                                | 95     | 70     | 1582,95                           | 1022,99 | 753,79 |
| 12.70 mm. (0.50") | 166                                | 107    | 80     | 1787,55                           | 1152,21 | 861,47 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |        |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 100,50                             | 57,43  | 28,72  | 7,04                              | 4,02    | 2,01   |
| 02.54 mm. (0.10") | 201,01                             | 125,63 | 71,79  | 14,07                             | 8,79    | 5,03   |
| 03.81 mm. (0.15") | 276,39                             | 183,06 | 122,04 | 19,35                             | 12,81   | 8,54   |
| 05.08 mm. (0.20") | 323,05                             | 218,96 | 154,35 | 22,61                             | 15,33   | 10,80  |
| 07.62 mm. (0.30") | 423,56                             | 283,57 | 204,60 | 29,65                             | 19,85   | 14,32  |
| 10.16 mm. (0.40") | 527,65                             | 341,00 | 251,26 | 36,94                             | 23,87   | 17,59  |
| 12.70 mm. (0.50") | 595,85                             | 384,07 | 287,16 | 41,71                             | 26,89   | 20,10  |

**C.B.R.**



CBR: 21.44-14.53-10.24 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 5,08 mm  
 de penetración

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

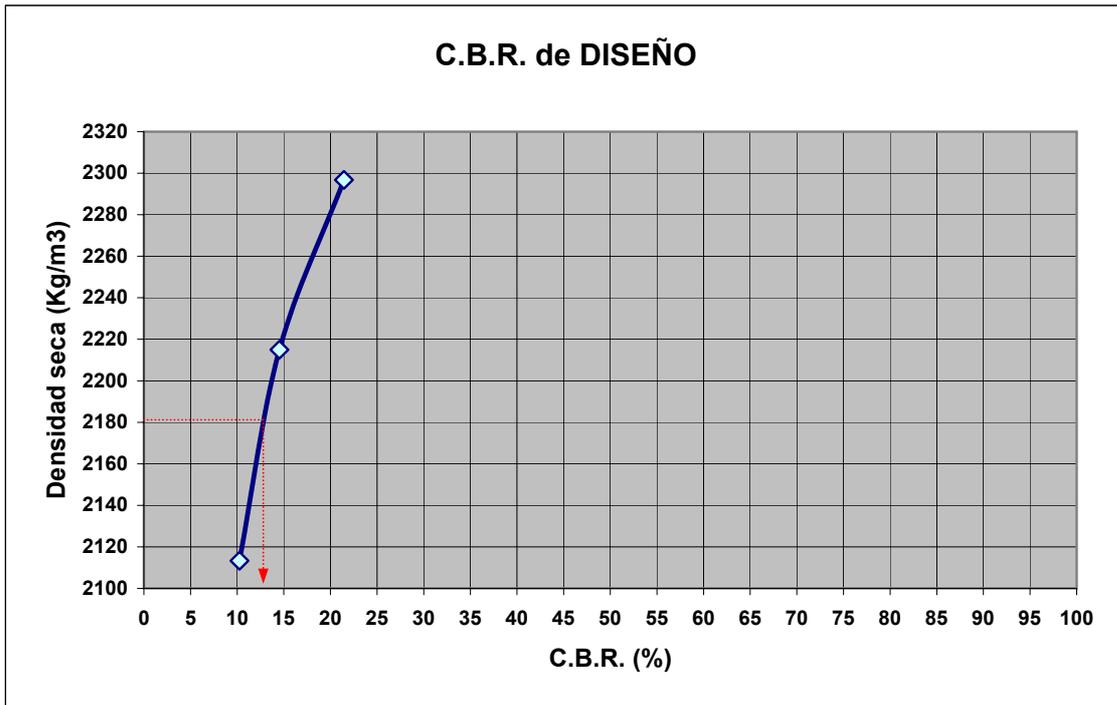
Calculado por: \_\_\_\_\_

Verificado por: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                  | C . B . R . (%) |           |           |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                   | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54                              | 20,01           | 12,51     | 7,15      |
| 5,08                              | 21,44           | 14,53     | 10,24     |
| Densidad (Kg/m3)                  | 2296,76         | 2214,98   | 2113,27   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m3)      | 2296,76         |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m3) | 2181,92         |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)              | 13 %            |           |           |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

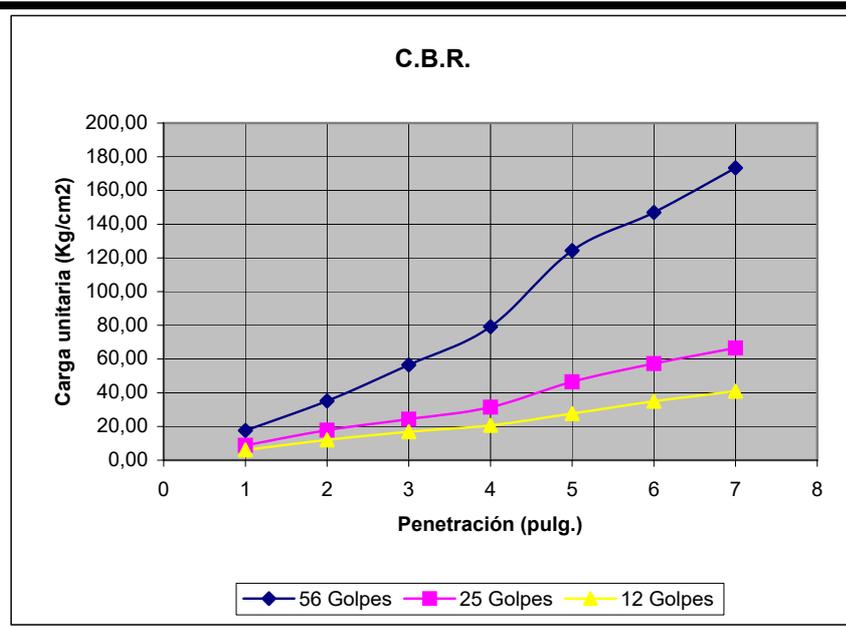
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm

**Fecha:** 31-Ene-06  
**Muestra:** C3  
**Abscisa:** 0 + 650

**Molde No:** 56/25/12

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2      | 3      | 1                                 | 2       | 3       |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|---------|---------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |        |        | Cargas de Penetración en Kgs      |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 70                                 | 35     | 24     | 753,79                            | 376,89  | 258,44  |
| 02.54 mm. (0.10") | 140                                | 71     | 48     | 1507,57                           | 764,55  | 516,88  |
| 03.81 mm. (0.15") | 225                                | 97     | 67     | 2422,88                           | 1044,53 | 721,48  |
| 05.08 mm. (0.20") | 315                                | 125    | 82     | 3392,03                           | 1346,05 | 883,01  |
| 07.62 mm. (0.30") | 495                                | 185    | 110    | 5330,34                           | 1992,15 | 1184,52 |
| 10.16 mm. (0.40") | 585                                | 228    | 139    | 6299,49                           | 2455,19 | 1496,80 |
| 12.70 mm. (0.50") | 690                                | 265    | 163    | 7430,17                           | 2853,62 | 1755,24 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |        |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 251,26                             | 125,63 | 86,15  | 17,59                             | 8,79    | 6,03    |
| 02.54 mm. (0.10") | 502,52                             | 254,85 | 172,29 | 35,18                             | 17,84   | 12,06   |
| 03.81 mm. (0.15") | 807,63                             | 348,18 | 240,49 | 56,53                             | 24,37   | 16,83   |
| 05.08 mm. (0.20") | 1130,68                            | 448,68 | 294,34 | 79,15                             | 31,41   | 20,60   |
| 07.62 mm. (0.30") | 1776,78                            | 664,05 | 394,84 | 124,37                            | 46,48   | 27,64   |
| 10.16 mm. (0.40") | 2099,83                            | 818,40 | 498,93 | 146,99                            | 57,29   | 34,93   |
| 12.70 mm. (0.50") | 2476,72                            | 951,21 | 585,08 | 173,37                            | 66,58   | 40,96   |



CBR: 75.05-29.78-19.54 %  
HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
Para: 5,08 mm  
de penetración

Observaciones:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

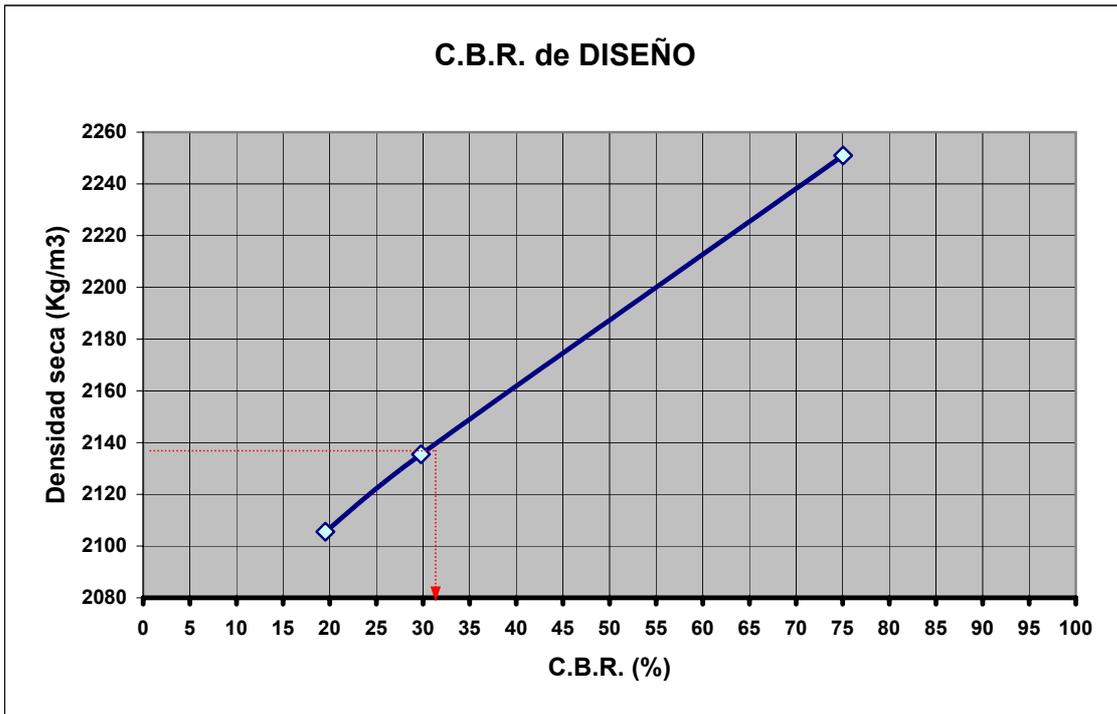
Calculado por: \_\_\_\_\_  
A. Coronel - J.Falconí

Verificado por: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| C . B . R . (%)                   |           |           |           |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Penetración (mm)                  | 56 Golpes | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54                              | 50,03     | 25,37     | 17,15     |
| 5,08                              | 75,05     | 29,78     | 19,54     |
| Densidad (Kg/m3)                  | 2250,97   | 2135,49   | 2105,57   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m3)      | 2250,97   |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m3) | 2138,42   |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)              | 31 %      |           |           |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

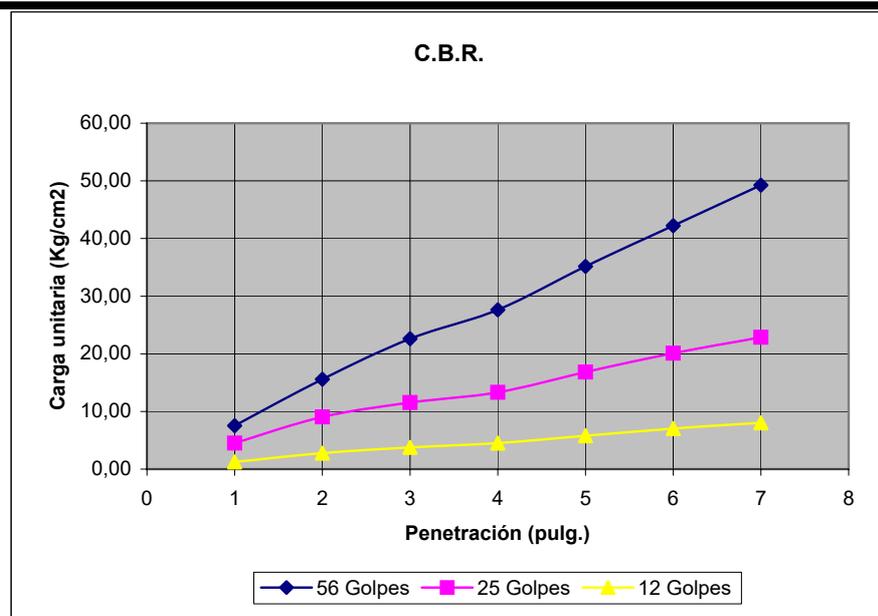
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Sub-Base - 50 cm

**Fecha:** 01-Feb-06  
**Muestra:** C3  
**Abscisa:** 0 + 650

**Molde No:** A/3/8

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2      | 3      | 1                                 | 2      | 3      |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|--------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |        |        | Cargas de Penetración en Kgs      |        |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 30                                 | 18     | 5      | 323,05                            | 193,83 | 53,84  |
| 02.54 mm. (0.10") | 62                                 | 36     | 11     | 667,64                            | 387,66 | 118,45 |
| 03.81 mm. (0.15") | 90                                 | 46     | 15     | 969,15                            | 495,34 | 161,53 |
| 05.08 mm. (0.20") | 110                                | 53     | 18     | 1184,52                           | 570,72 | 193,83 |
| 07.62 mm. (0.30") | 140                                | 67     | 23     | 1507,57                           | 721,48 | 247,67 |
| 10.16 mm. (0.40") | 168                                | 80     | 28     | 1809,08                           | 861,47 | 301,51 |
| 12.70 mm. (0.50") | 196                                | 91     | 32     | 2110,60                           | 979,92 | 344,59 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |        |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |        |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 107,68                             | 64,61  | 17,95  | 7,54                              | 4,52   | 1,26   |
| 02.54 mm. (0.10") | 222,55                             | 129,22 | 39,48  | 15,58                             | 9,05   | 2,76   |
| 03.81 mm. (0.15") | 323,05                             | 165,11 | 53,84  | 22,61                             | 11,56  | 3,77   |
| 05.08 mm. (0.20") | 394,84                             | 190,24 | 64,61  | 27,64                             | 13,32  | 4,52   |
| 07.62 mm. (0.30") | 502,52                             | 240,49 | 82,56  | 35,18                             | 16,83  | 5,78   |
| 10.16 mm. (0.40") | 603,03                             | 287,16 | 100,50 | 42,21                             | 20,10  | 7,04   |
| 12.70 mm. (0.50") | 703,53                             | 326,64 | 114,86 | 49,25                             | 22,86  | 8,04   |



CBR: 26.21-12.63-4.29 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 5,08 mm  
 de penetración

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

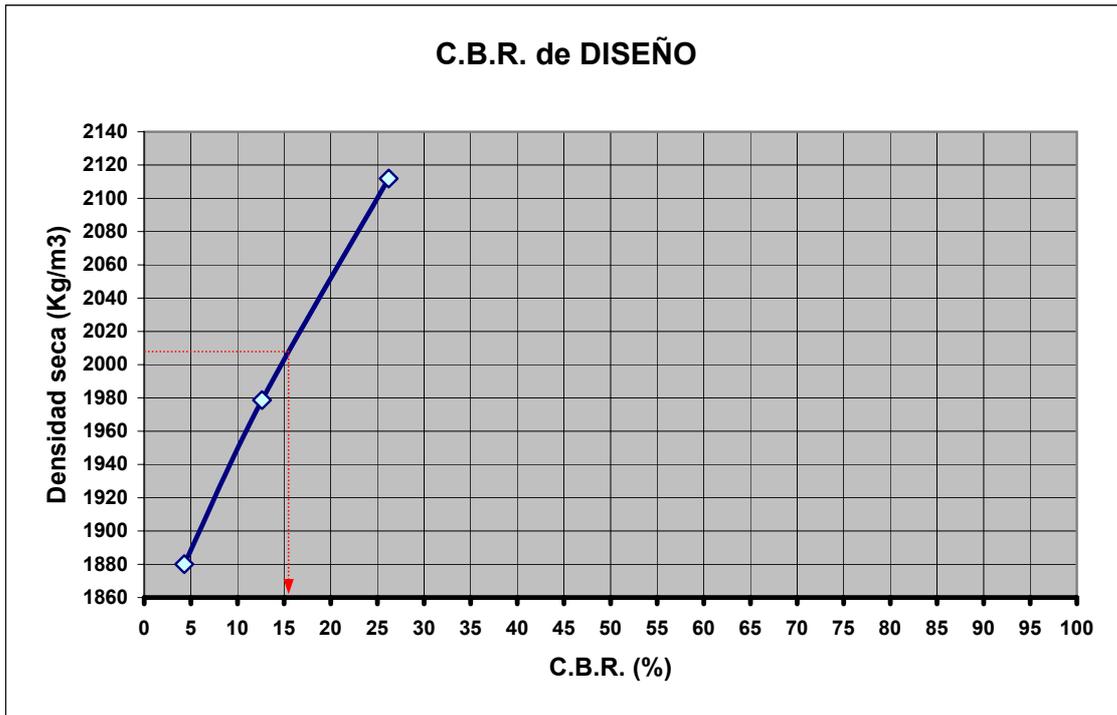
Calculado por: \_\_\_\_\_  
 A. Coronel - J.Falconí

Verificado por: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                               | C . B . R . (%) |           |           |
|--|-----------------|-----------|-----------|
|  | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54   | 22,16           | 12,87     | 3,93      |
| 5,08   | 26,21           | 12,63     | 4,29      |
| Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )                  | 2111,86         | 1978,65   | 1880,06   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m <sup>3</sup> )      | 2111,86         |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m <sup>3</sup> ) | 2006,26         |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)                           | 16 %            |           |           |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

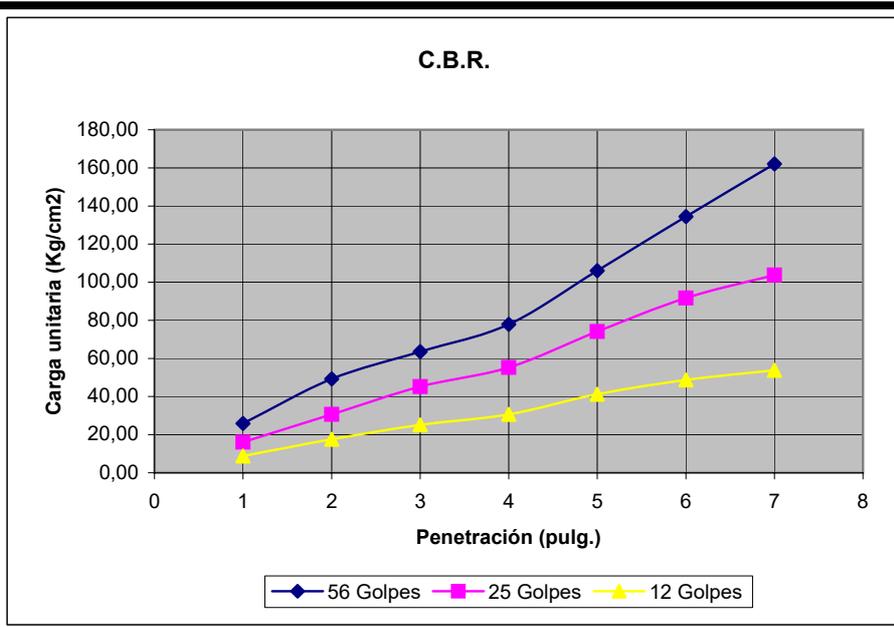
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm

**Fecha:** 01-Feb-06  
**Muestra:** C4  
**Abscisa:** 0+050 (Ingreso Y)

**Molde No:** 3/A/1

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2       | 3      | 1                                 | 2       | 3       |
|-------------------|------------------------------------|---------|--------|-----------------------------------|---------|---------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |         |        | Cargas de Penetración en Kgs      |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 103                                | 64      | 35     | 1109,14                           | 689,18  | 376,89  |
| 02.54 mm. (0.10") | 196                                | 122     | 70     | 2110,60                           | 1313,74 | 753,79  |
| 03.81 mm. (0.15") | 253                                | 180     | 100    | 2724,40                           | 1938,30 | 1076,84 |
| 05.08 mm. (0.20") | 310                                | 220     | 122    | 3338,19                           | 2369,04 | 1313,74 |
| 07.62 mm. (0.30") | 422                                | 295     | 164    | 4544,25                           | 3176,67 | 1766,01 |
| 10.16 mm. (0.40") | 535                                | 365     | 194    | 5761,07                           | 3930,45 | 2089,06 |
| 12.70 mm. (0.50") | 645                                | 413     | 214    | 6945,59                           | 4447,33 | 2304,43 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |         |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 369,71                             | 229,73  | 125,63 | 25,88                             | 16,08   | 8,79    |
| 02.54 mm. (0.10") | 703,53                             | 437,91  | 251,26 | 49,25                             | 30,65   | 17,59   |
| 03.81 mm. (0.15") | 908,13                             | 646,10  | 358,95 | 63,57                             | 45,23   | 25,13   |
| 05.08 mm. (0.20") | 1112,73                            | 789,68  | 437,91 | 77,89                             | 55,28   | 30,65   |
| 07.62 mm. (0.30") | 1514,75                            | 1058,89 | 588,67 | 106,03                            | 74,12   | 41,21   |
| 10.16 mm. (0.40") | 1920,36                            | 1310,15 | 696,35 | 134,43                            | 91,71   | 48,74   |
| 12.70 mm. (0.50") | 2315,20                            | 1482,44 | 768,14 | 162,06                            | 103,77  | 53,77   |



CBR: 73.86-52.42-29.07 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 5,08 mm  
 de penetración

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

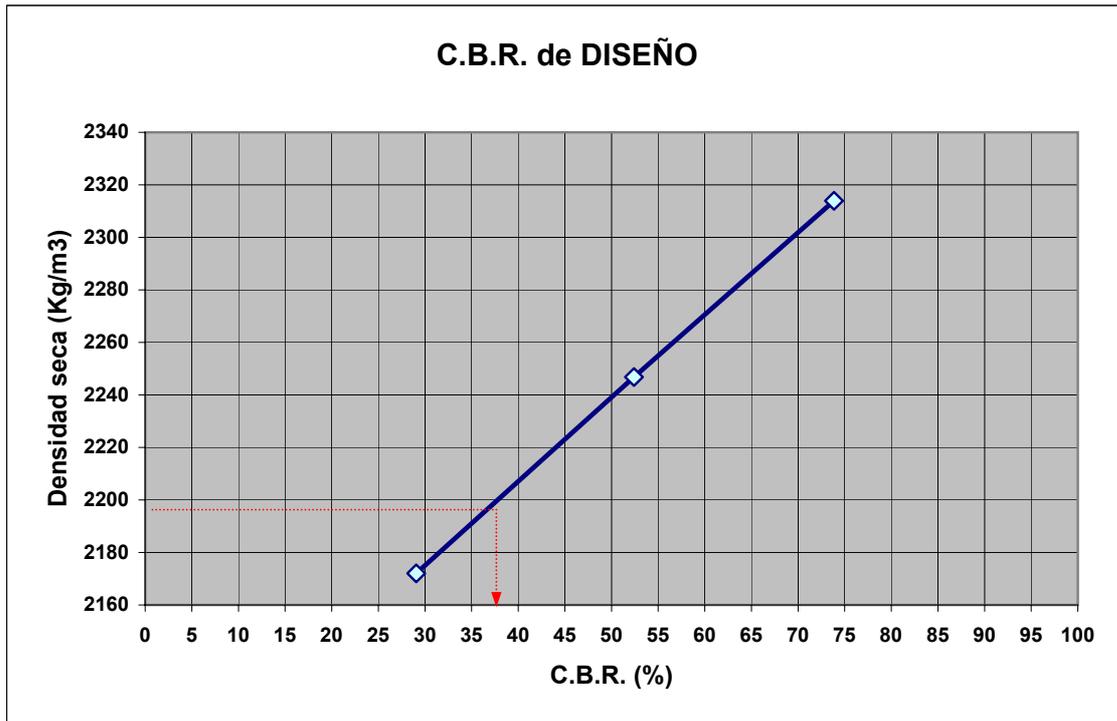
Calculado por: \_\_\_\_\_  
 A. Coronel - J.Falconí

Verificado por: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                               | C . B . R . (%) |           |           |
|--|-----------------|-----------|-----------|
|  | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54   | 70,04           | 43,60     | 25,02     |
| 5,08   | 73,86           | 52,42     | 29,07     |
| Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )                  | 2313,90         | 2246,78   | 2172,04   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m <sup>3</sup> )      |                 |           | 2313,90   |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m <sup>3</sup> ) |                 |           | 2198,20   |
| C.B.R. de Diseño (%)                           |                 |           | 37 %      |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

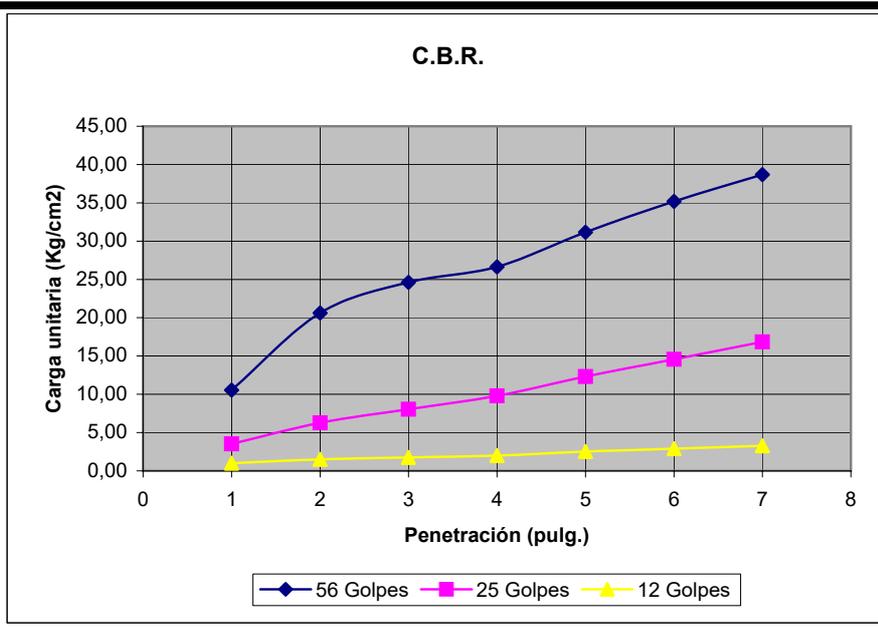
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Sub-Base - 50 cm

**Fecha:** 01-Feb-06  
**Muestra:** C5  
**Abscisa:** 0+830

**Molde No:** 01/10/11

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2      | 3     | 1                                 | 2      | 3      |
|-------------------|------------------------------------|--------|-------|-----------------------------------|--------|--------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |        |       | Cargas de Penetración en Kgs      |        |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 42                                 | 14     | 4     | 452,27                            | 150,76 | 43,07  |
| 02.54 mm. (0.10") | 82                                 | 25     | 6     | 883,01                            | 269,21 | 64,61  |
| 03.81 mm. (0.15") | 98                                 | 32     | 7     | 1055,30                           | 344,59 | 75,38  |
| 05.08 mm. (0.20") | 106                                | 39     | 8     | 1141,45                           | 419,97 | 86,15  |
| 07.62 mm. (0.30") | 124                                | 49     | 10    | 1335,28                           | 527,65 | 107,68 |
| 10.16 mm. (0.40") | 140                                | 58     | 11,5  | 1507,57                           | 624,56 | 123,84 |
| 12.70 mm. (0.50") | 154                                | 67     | 13    | 1658,33                           | 721,48 | 139,99 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |        |       | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |        |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 150,76                             | 50,25  | 14,36 | 10,55                             | 3,52   | 1,01   |
| 02.54 mm. (0.10") | 294,34                             | 89,74  | 21,54 | 20,60                             | 6,28   | 1,51   |
| 03.81 mm. (0.15") | 351,77                             | 114,86 | 25,13 | 24,62                             | 8,04   | 1,76   |
| 05.08 mm. (0.20") | 380,48                             | 139,99 | 28,72 | 26,63                             | 9,80   | 2,01   |
| 07.62 mm. (0.30") | 445,09                             | 175,88 | 35,89 | 31,16                             | 12,31  | 2,51   |
| 10.16 mm. (0.40") | 502,52                             | 208,19 | 41,28 | 35,18                             | 14,57  | 2,89   |
| 12.70 mm. (0.50") | 552,78                             | 240,49 | 46,66 | 38,69                             | 16,83  | 3,27   |



CBR: 29.3-8.93-2.14 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 2,54 mm  
 de penetración

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

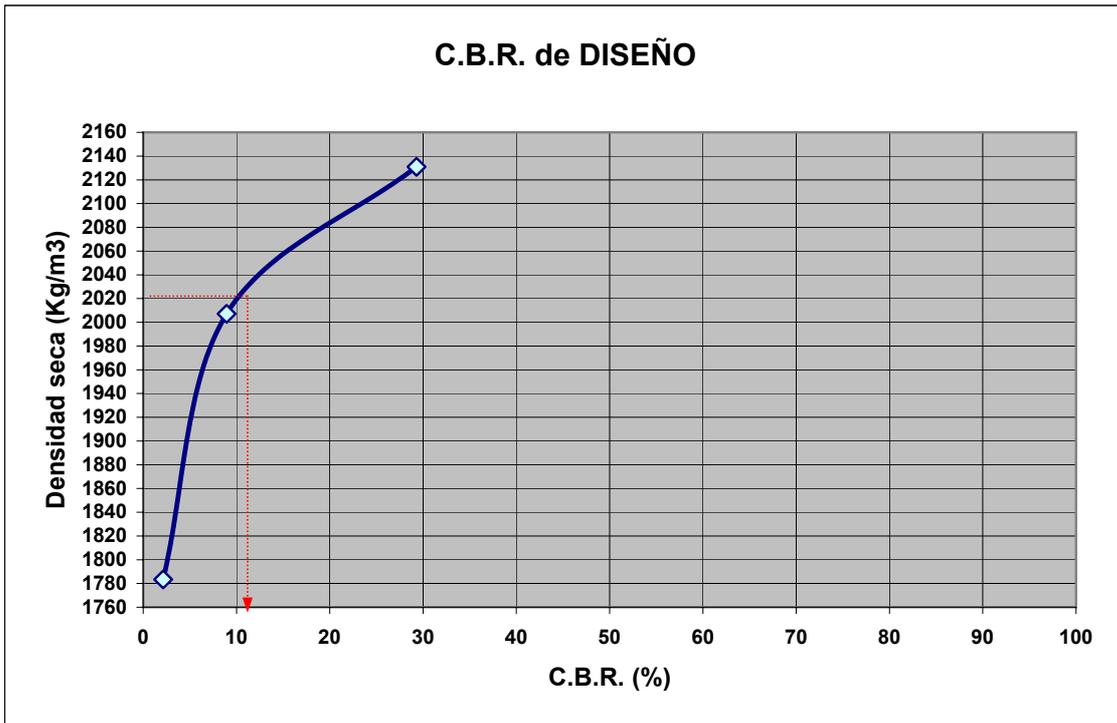
Calculado por: \_\_\_\_\_

Verificado por: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                  | C . B . R . (%) |           |           |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                   | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54                              | 29,30           | 8,93      | 2,14      |
| 5,08                              | 25,25           | 9,29      | 1,91      |
| Densidad (Kg/m3)                  | 2130,97         | 2007,07   | 1783,41   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m3)      | 2130,97         |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m3) | 2024,42         |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)              | 10 %            |           |           |

Elegir 2.54 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

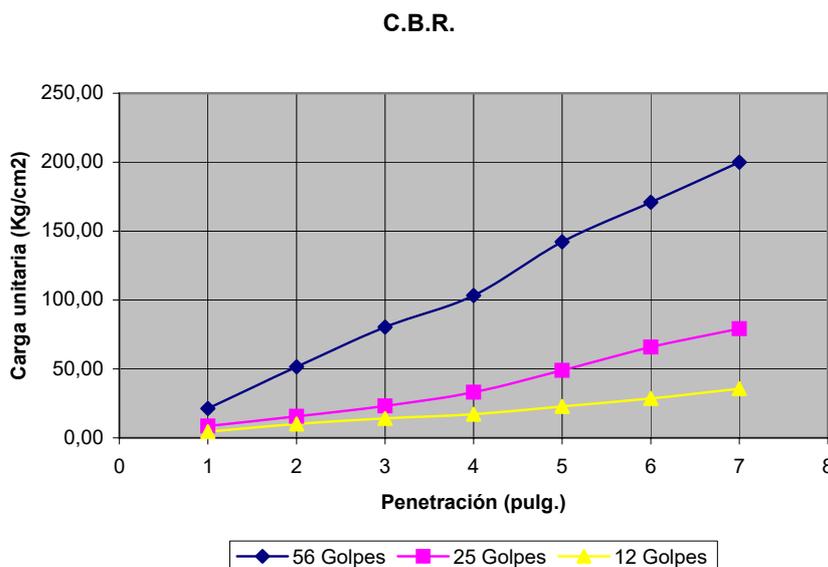
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Base - 20 cm

**Fecha:** 02-Feb-06  
**Muestra:** C5  
**Abscisa:** 0 + 830

**Molde No:** 01/10/11

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2       | 3      | 1                                 | 2       | 3       |
|-------------------|------------------------------------|---------|--------|-----------------------------------|---------|---------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |         |        | Cargas de Penetración en Kgs      |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 85                                 | 34      | 18     | 915,31                            | 366,12  | 193,83  |
| 02.54 mm. (0.10") | 205                                | 62      | 40     | 2207,51                           | 667,64  | 430,73  |
| 03.81 mm. (0.15") | 320                                | 92      | 56     | 3445,88                           | 990,69  | 603,03  |
| 05.08 mm. (0.20") | 411                                | 132     | 68     | 4425,80                           | 1421,42 | 732,25  |
| 07.62 mm. (0.30") | 566                                | 195     | 91     | 6094,89                           | 2099,83 | 979,92  |
| 10.16 mm. (0.40") | 680                                | 262     | 114    | 7322,48                           | 2821,31 | 1227,59 |
| 12.70 mm. (0.50") | 796                                | 315     | 142    | 8571,61                           | 3392,03 | 1529,11 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |         |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |         |
| 01.27 mm. (0.05") | 305,10                             | 122,04  | 64,61  | 21,36                             | 8,54    | 4,52    |
| 02.54 mm. (0.10") | 735,84                             | 222,55  | 143,58 | 51,51                             | 15,58   | 10,05   |
| 03.81 mm. (0.15") | 1148,63                            | 330,23  | 201,01 | 80,40                             | 23,12   | 14,07   |
| 05.08 mm. (0.20") | 1475,27                            | 473,81  | 244,08 | 103,27                            | 33,17   | 17,09   |
| 07.62 mm. (0.30") | 2031,63                            | 699,94  | 326,64 | 142,21                            | 49,00   | 22,86   |
| 10.16 mm. (0.40") | 2440,83                            | 940,44  | 409,20 | 170,86                            | 65,83   | 28,64   |
| 12.70 mm. (0.50") | 2857,20                            | 1130,68 | 509,70 | 200,00                            | 79,15   | 35,68   |



CBR: 97.92-31.45-16.2 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 5,08 mm  
 de penetración

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

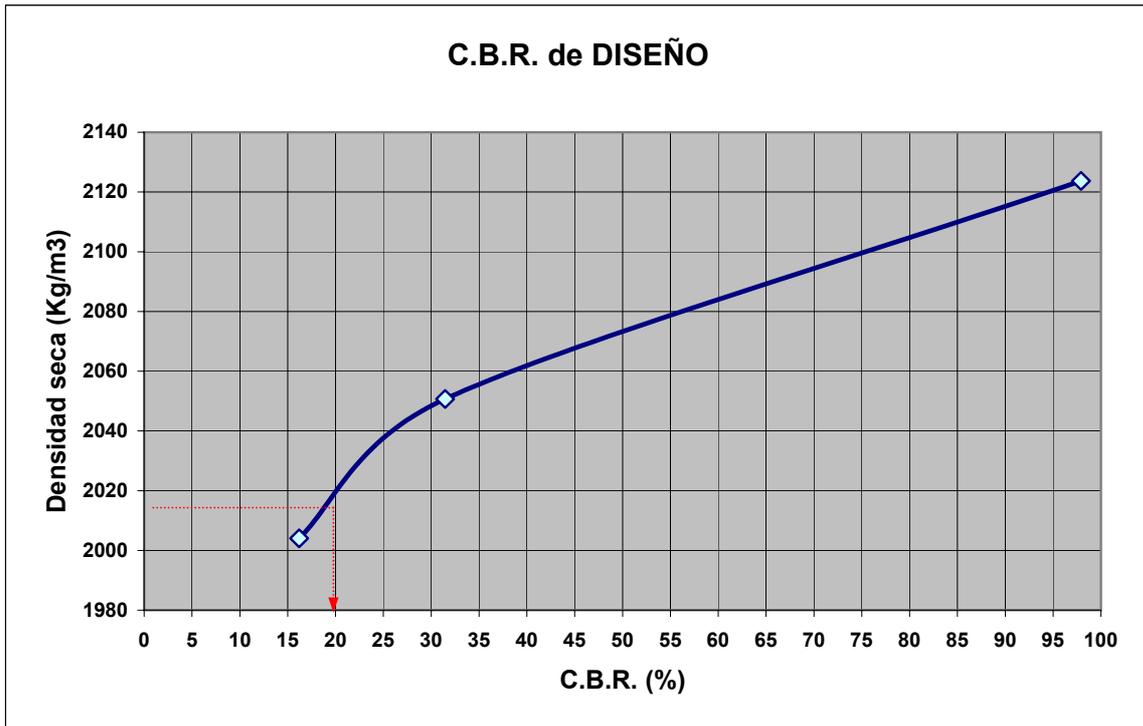
Operador: \_\_\_\_\_

Calculado por: \_\_\_\_\_  
 A. Coronel - J.Falconí

Verificado por: \_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                  | C . B . R . (%) |           |           |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                   | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54                              | 73,26           | 22,16     | 14,29     |
| 5,08                              | 97,92           | 31,45     | 16,20     |
| Densidad (Kg/m3)                  | 2123,70         | 2050,73   | 2004,03   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m3)      | 2123,70         |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m3) | 2017,52         |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)              | 19 %            |           |           |

Elegir 5.08 mm de penetración



**Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales**

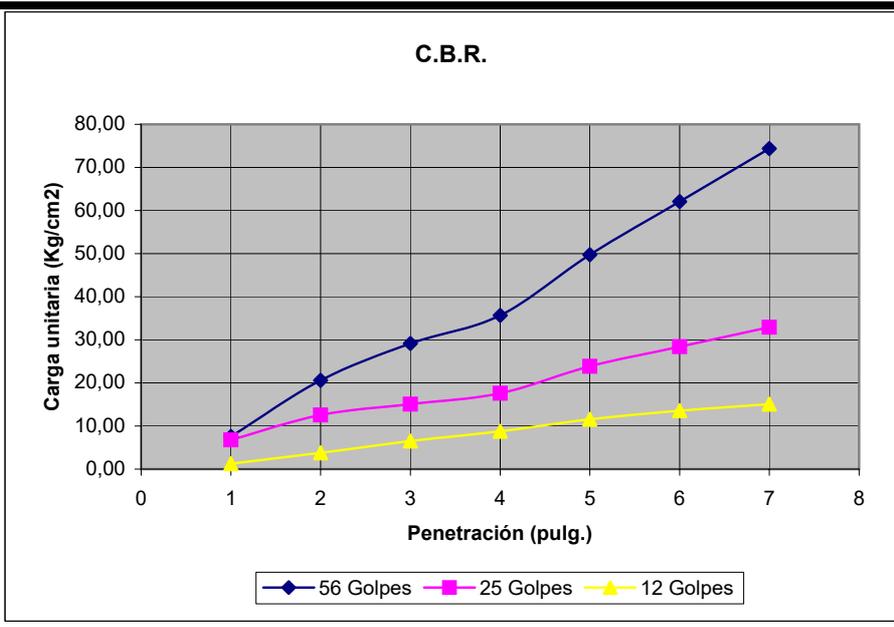
**Proyecto:** Rehabilitación Vía ESPOL  
**Localización:** Lago Politécnico - Intersección con Vía principal  
**Material:** Sub-Base - 50 cm

**Fecha:** 02-Feb-06  
**Muestra:** C4  
**Abscisa:** 0 + 050 (Ingreso Y)

**Molde No:** 01/10/11

**Número de Golpes por capa:** \_\_\_\_\_

| Número de Ensayo  | 1                                  | 2      | 3      | 1                                 | 2       | 3      |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|---------|--------|
|                   | Cargas de Penetración en Libras    |        |        | Cargas de Penetración en Kgs      |         |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 30                                 | 27     | 5      | 323,05                            | 290,75  | 53,84  |
| 02.54 mm. (0.10") | 82                                 | 50     | 15     | 883,01                            | 538,42  | 161,53 |
| 03.81 mm. (0.15") | 116                                | 60     | 26     | 1249,13                           | 646,10  | 279,98 |
| 05.08 mm. (0.20") | 142                                | 70     | 35     | 1529,11                           | 753,79  | 376,89 |
| 07.62 mm. (0.30") | 198                                | 95     | 46     | 2132,14                           | 1022,99 | 495,34 |
| 10.16 mm. (0.40") | 247                                | 113    | 54     | 2659,78                           | 1216,82 | 581,49 |
| 12.70 mm. (0.50") | 296                                | 131    | 60     | 3187,43                           | 1410,66 | 646,10 |
|                   | Cargas de Penetración en Lbs/pulg2 |        |        | Cargas de Penetración en Kgs /cm2 |         |        |
| 01.27 mm. (0.05") | 107,68                             | 96,92  | 17,95  | 7,54                              | 6,78    | 1,26   |
| 02.54 mm. (0.10") | 294,34                             | 179,47 | 53,84  | 20,60                             | 12,56   | 3,77   |
| 03.81 mm. (0.15") | 416,38                             | 215,37 | 93,33  | 29,15                             | 15,08   | 6,53   |
| 05.08 mm. (0.20") | 509,70                             | 251,26 | 125,63 | 35,68                             | 17,59   | 8,79   |
| 07.62 mm. (0.30") | 710,71                             | 341,00 | 165,11 | 49,75                             | 23,87   | 11,56  |
| 10.16 mm. (0.40") | 886,59                             | 405,61 | 193,83 | 62,06                             | 28,39   | 13,57  |
| 12.70 mm. (0.50") | 1062,48                            | 470,22 | 215,37 | 74,37                             | 32,92   | 15,08  |



CBR: 33.83-16.68-8.34 %  
 HINCHAMIENTO: \_\_\_\_\_ %  
 Para: 5,08 mm  
 de penetración

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

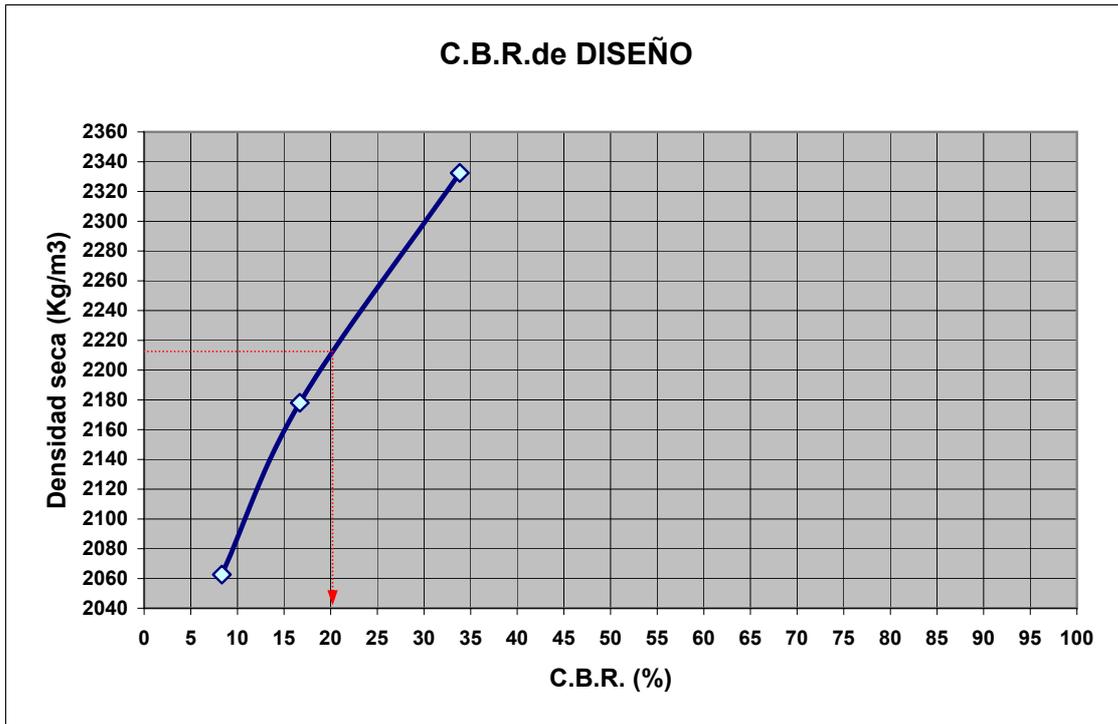
Calculado por: \_\_\_\_\_  
 A. Coronel - J.Falconí

Verificado por: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| Penetración (mm)                  | C . B . R . (%) |           |           |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                   | 56 Golpes       | 25 Golpes | 12 Golpes |
| 2,54                              | 29,30           | 17,87     | 5,36      |
| 5,08                              | 33,83           | 16,68     | 8,34      |
| Densidad (Kg/m3)                  | 2332,43         | 2177,97   | 2062,63   |
| Densidad Seca Máxima (Kg/m3)      | 2332,43         |           |           |
| 95 % Densidad Seca Máxima (Kg/m3) | 2215,81         |           |           |
| C.B.R. de Diseño (%)              | 20 %            |           |           |

Elegir 5.08 mm de penetración

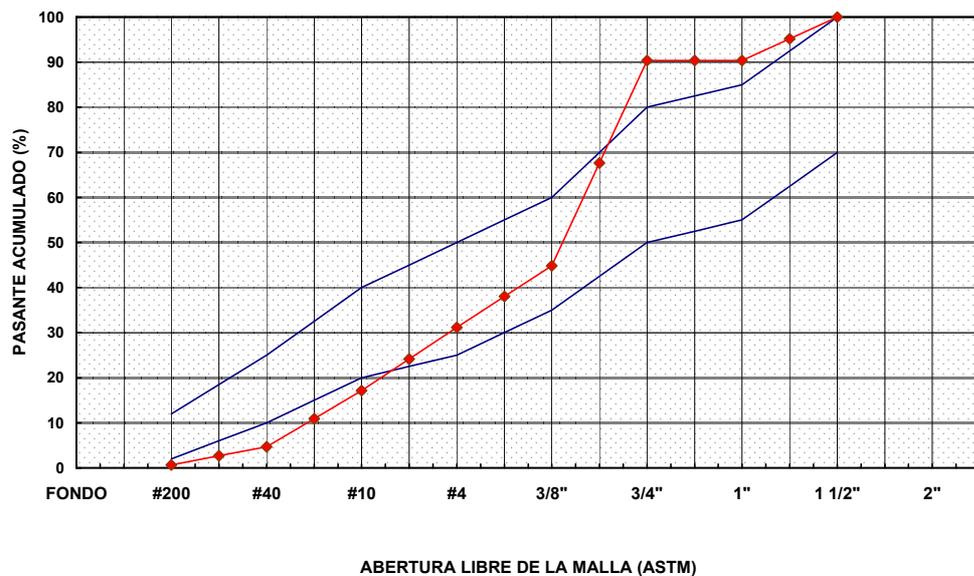
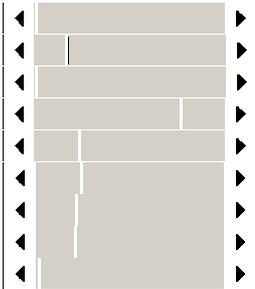




**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C1  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 000

**MASA INICIAL:** 5106,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/ 1/2"      | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 492,0          | 9,6           | 9,6                 | 90,4               |
| 19.00 mm 3/4"        | 0,0            | 0,0           | 9,6                 | 90,4               |
| 9.52 mm 3/8"         | 2324,0         | 45,5          | 55,2                | 44,8               |
| 4.76 mm No. 4        | 698,0          | 13,7          | 68,8                | 31,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 718,0          | 14,1          | 82,9                | 17,1               |
| 0.425 mm No. 40      | 634,0          | 12,4          | 95,3                | 4,7                |
| 0.075 mm No. 200     | 206,0          | 4,0           | 99,3                | 0,7                |
| FONDO                | 34,0           | 0,7           | 100,0               | 0,0                |

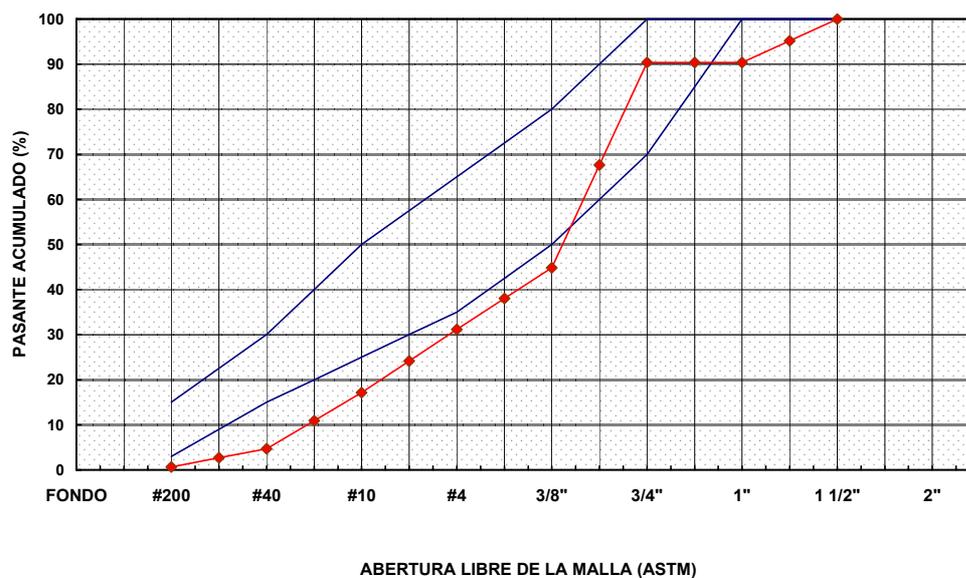
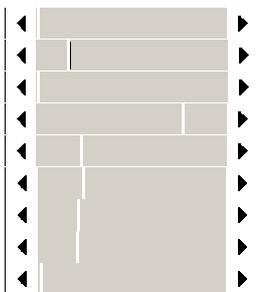


— Limite Inferior    — Limite Superior    —●— Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C1  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 000

**MASA INICIAL:** 5106,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/ 1/2"      | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 492,0          | 9,6           | 9,6                 | 90,4               |
| 19.00 mm 3/4"        | 0,0            | 0,0           | 9,6                 | 90,4               |
| 9.52 mm 3/8"         | 2324,0         | 45,5          | 55,2                | 44,8               |
| 4.76 mm No. 4        | 698,0          | 13,7          | 68,8                | 31,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 718,0          | 14,1          | 82,9                | 17,1               |
| 0.425 mm No. 40      | 634,0          | 12,4          | 95,3                | 4,7                |
| 0.075 mm No. 200     | 206,0          | 4,0           | 99,3                | 0,7                |
| FONDO                | 34,0           | 0,7           | 100,0               | 0,0                |

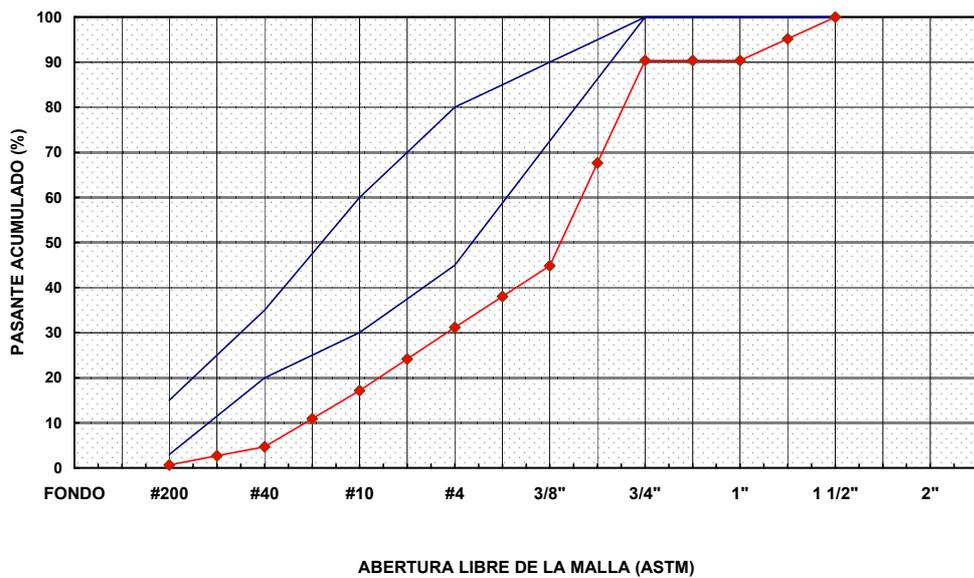
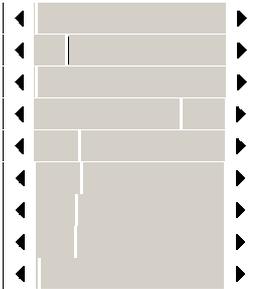


— Limite Inferior      — Limite Superior      —◆— Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C1  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 000

**MASA INICIAL:** 5106,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 492,0          | 9,6           | 9,6                 | 90,4               |
| 19.00 mm 3/4"        | 0,0            | 0,0           | 9,6                 | 90,4               |
| 9.52 mm 3/8"         | 2324,0         | 45,5          | 55,2                | 44,8               |
| 4.76 mm No. 4        | 698,0          | 13,7          | 68,8                | 31,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 718,0          | 14,1          | 82,9                | 17,1               |
| 0.425 mm No. 40      | 634,0          | 12,4          | 95,3                | 4,7                |
| 0.075 mm No. 200     | 206,0          | 4,0           | 99,3                | 0,7                |
| FONDO                | 34,0           | 0,7           | 100,0               | 0,0                |

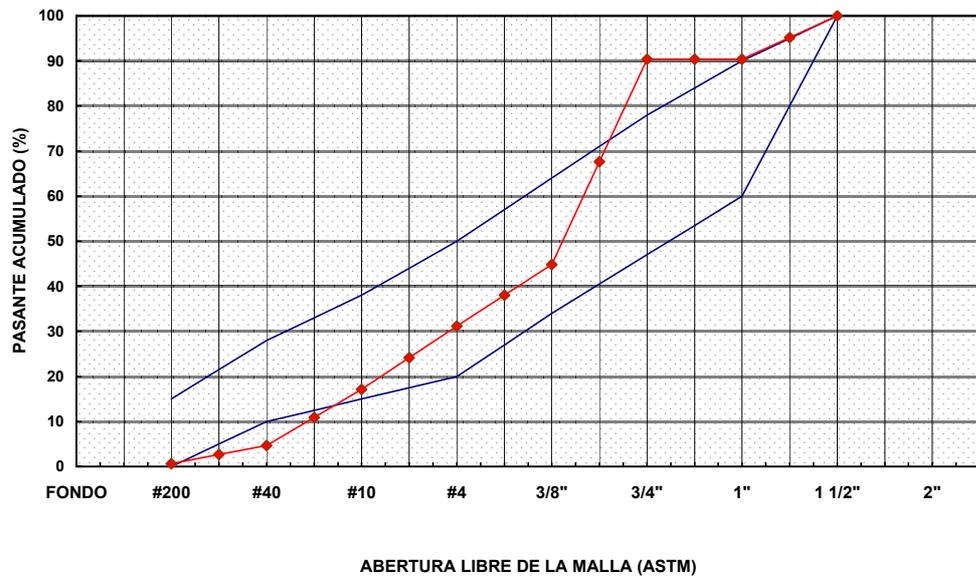


— Limite Inferior    — Limite Superior    —●— Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C1  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 000

**MASA INICIAL:** 5106,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 492,0          | 9,6           | 9,6                 | 90,4               |
| 19.00 mm 3/4"        | 0,0            | 0,0           | 9,6                 | 90,4               |
| 9.52 mm 3/8"         | 2324,0         | 45,5          | 55,2                | 44,8               |
| 4.76 mm No. 4        | 698,0          | 13,7          | 68,8                | 31,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 718,0          | 14,1          | 82,9                | 17,1               |
| 0.425 mm No. 40      | 634,0          | 12,4          | 95,3                | 4,7                |
| 0.075 mm No. 200     | 206,0          | 4,0           | 99,3                | 0,7                |
| FONDO                | 34,0           | 0,7           | 100,0               | 0,0                |

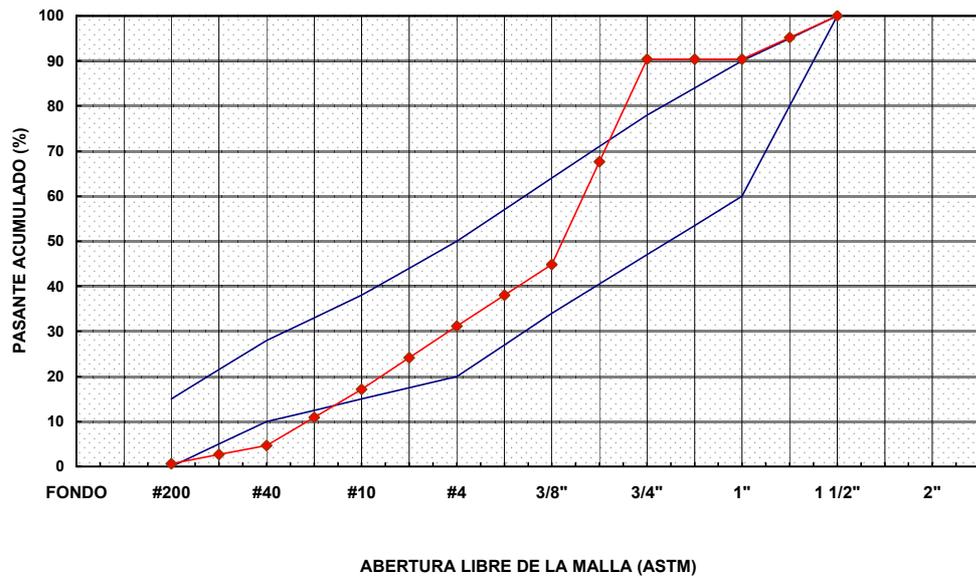


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C1  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 000

**MASA INICIAL:** 5106,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 492,0          | 9,6           | 9,6                 | 90,4               |
| 19.00 mm 3/4"        | 0,0            | 0,0           | 9,6                 | 90,4               |
| 9.52 mm 3/8"         | 2324,0         | 45,5          | 55,2                | 44,8               |
| 4.76 mm No. 4        | 698,0          | 13,7          | 68,8                | 31,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 718,0          | 14,1          | 82,9                | 17,1               |
| 0.425 mm No. 40      | 634,0          | 12,4          | 95,3                | 4,7                |
| 0.075 mm No. 200     | 206,0          | 4,0           | 99,3                | 0,7                |
| FONDO                | 34,0           | 0,7           | 100,0               | 0,0                |

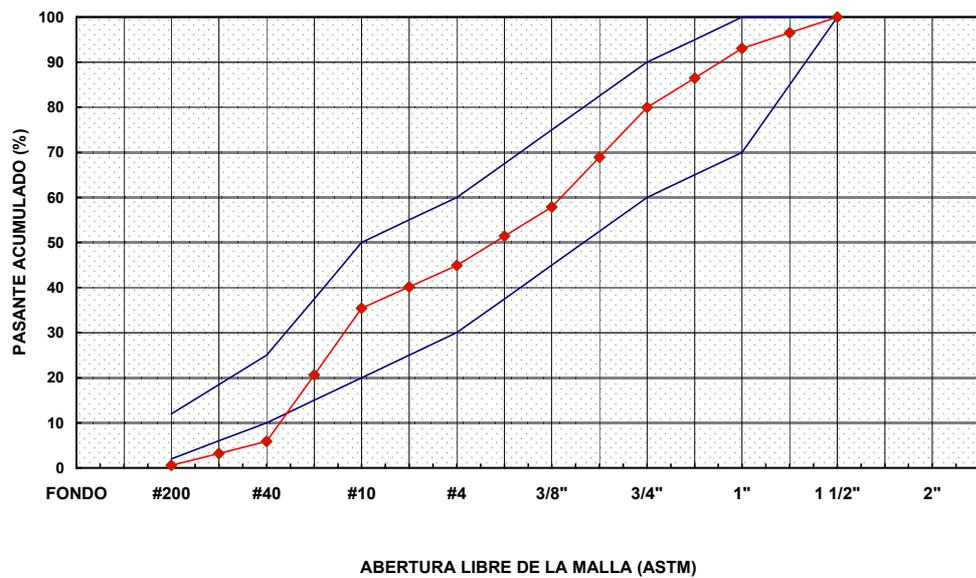


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C2  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 300

**MASA INICIAL:** 3132,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 218,0          | 7,0           | 7,0                 | 93,0               |
| 19.00 mm 3/4"        | 410,0          | 13,1          | 20,1                | 79,9               |
| 9.52 mm 3/8"         | 692,0          | 22,1          | 42,1                | 57,9               |
| 4.76 mm No. 4        | 405,0          | 12,9          | 55,1                | 44,9               |
| 2.00 mm No. 10       | 298,0          | 9,5           | 64,6                | 35,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 926,0          | 29,6          | 94,2                | 5,8                |
| 0.075 mm No. 200     | 166,0          | 5,3           | 99,5                | 0,5                |
| FONDO                | 17,0           | 0,5           | 100,0               | 0,0                |

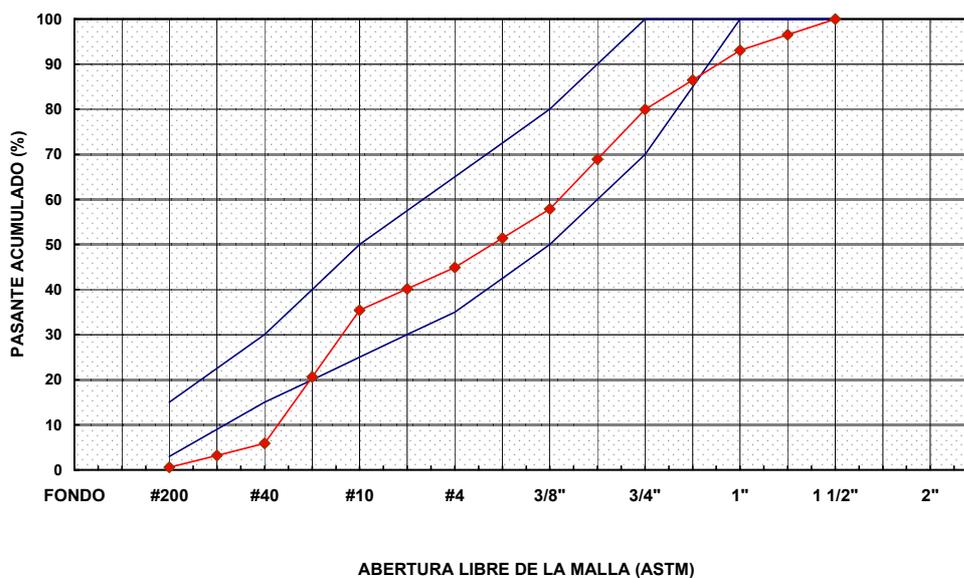
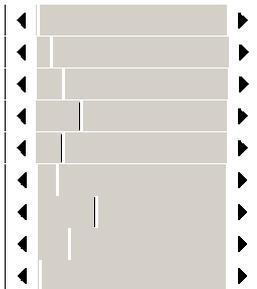


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C2  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 300

**MASA INICIAL:** 3132,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 218,0          | 7,0           | 7,0                 | 93,0               |
| 19.00 mm 3/4"        | 410,0          | 13,1          | 20,1                | 79,9               |
| 9.52 mm 3/8"         | 692,0          | 22,1          | 42,1                | 57,9               |
| 4.76 mm No. 4        | 405,0          | 12,9          | 55,1                | 44,9               |
| 2.00 mm No. 10       | 298,0          | 9,5           | 64,6                | 35,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 926,0          | 29,6          | 94,2                | 5,8                |
| 0.075 mm No. 200     | 166,0          | 5,3           | 99,5                | 0,5                |
| FONDO                | 17,0           | 0,5           | 100,0               | 0,0                |

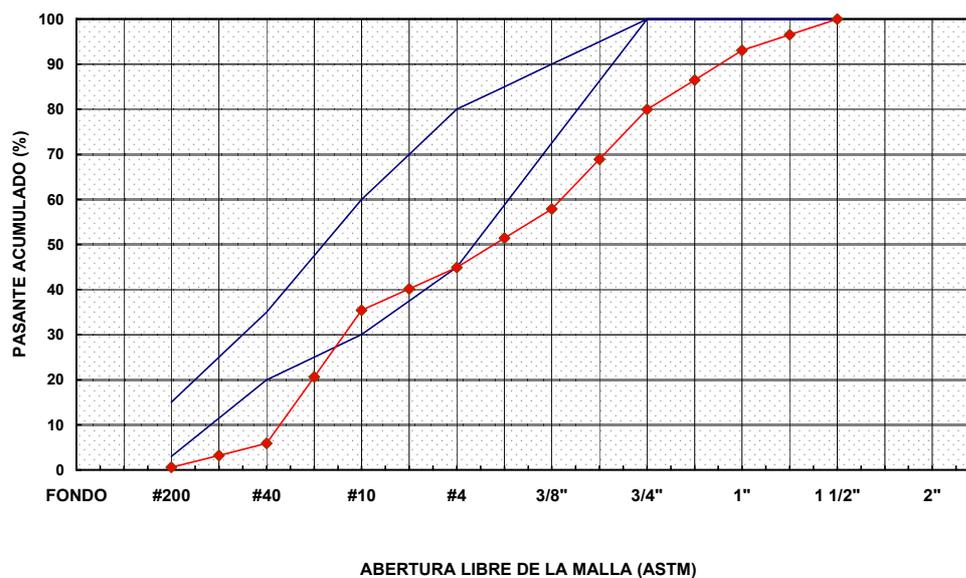
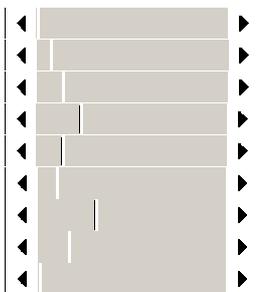


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C2  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 300

**MASA INICIAL:** 3132,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 218,0          | 7,0           | 7,0                 | 93,0               |
| 19.00 mm 3/4"        | 410,0          | 13,1          | 20,1                | 79,9               |
| 9.52 mm 3/8"         | 692,0          | 22,1          | 42,1                | 57,9               |
| 4.76 mm No. 4        | 405,0          | 12,9          | 55,1                | 44,9               |
| 2.00 mm No. 10       | 298,0          | 9,5           | 64,6                | 35,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 926,0          | 29,6          | 94,2                | 5,8                |
| 0.075 mm No. 200     | 166,0          | 5,3           | 99,5                | 0,5                |
| FONDO                | 17,0           | 0,5           | 100,0               | 0,0                |

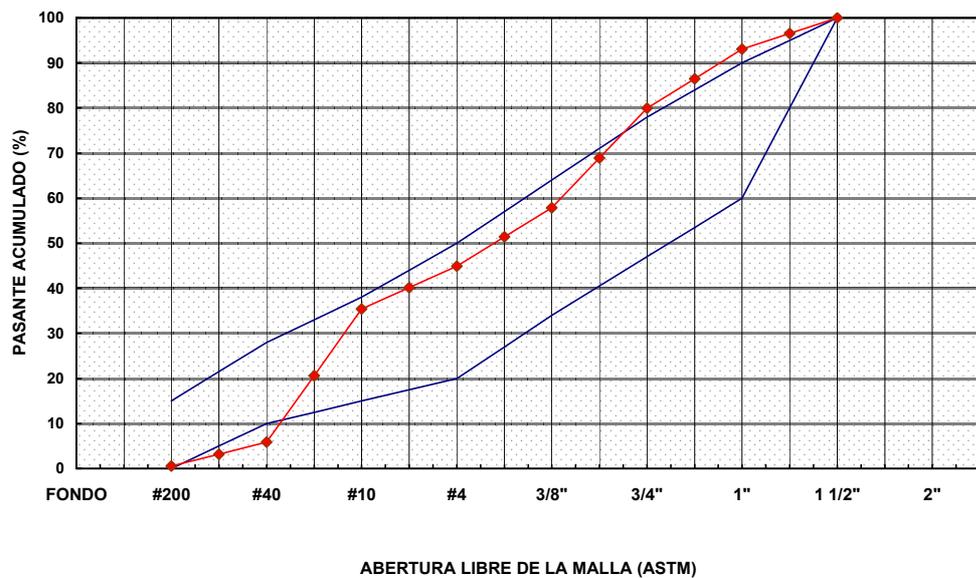


— Limite Inferior      — Limite Superior      ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C2  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 300

**MASA INICIAL:** 3132,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 218,0          | 7,0           | 7,0                 | 93,0               |
| 19.00 mm 3/4"        | 410,0          | 13,1          | 20,1                | 79,9               |
| 9.52 mm 3/8"         | 692,0          | 22,1          | 42,1                | 57,9               |
| 4.76 mm No. 4        | 405,0          | 12,9          | 55,1                | 44,9               |
| 2.00 mm No. 10       | 298,0          | 9,5           | 64,6                | 35,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 926,0          | 29,6          | 94,2                | 5,8                |
| 0.075 mm No. 200     | 166,0          | 5,3           | 99,5                | 0,5                |
| FONDO                | 17,0           | 0,5           | 100,0               | 0,0                |

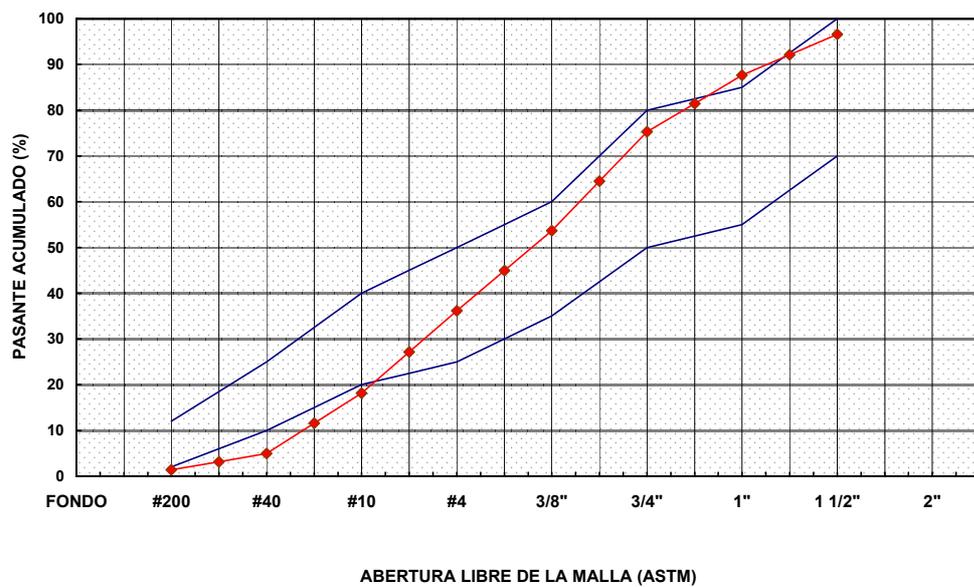
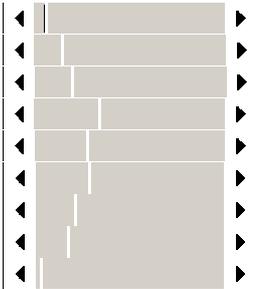


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C3  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 650

**MASA INICIAL:** 4759,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 164,0          | 3,4           | 3,4                 | 96,6               |
| 25.4 mm 1"           | 424,0          | 8,9           | 12,4                | 87,6               |
| 19.00 mm 3/4"        | 588,0          | 12,4          | 24,7                | 75,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1028,0         | 21,6          | 46,3                | 53,7               |
| 4.76 mm No. 4        | 834,0          | 17,5          | 63,8                | 36,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 856,0          | 18,0          | 81,8                | 18,2               |
| 0.425 mm No. 40      | 629,0          | 13,2          | 95,0                | 5,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 170,0          | 3,6           | 98,6                | 1,4                |
| FONDO                | 66,0           | 1,4           | 100,0               | 0,0                |



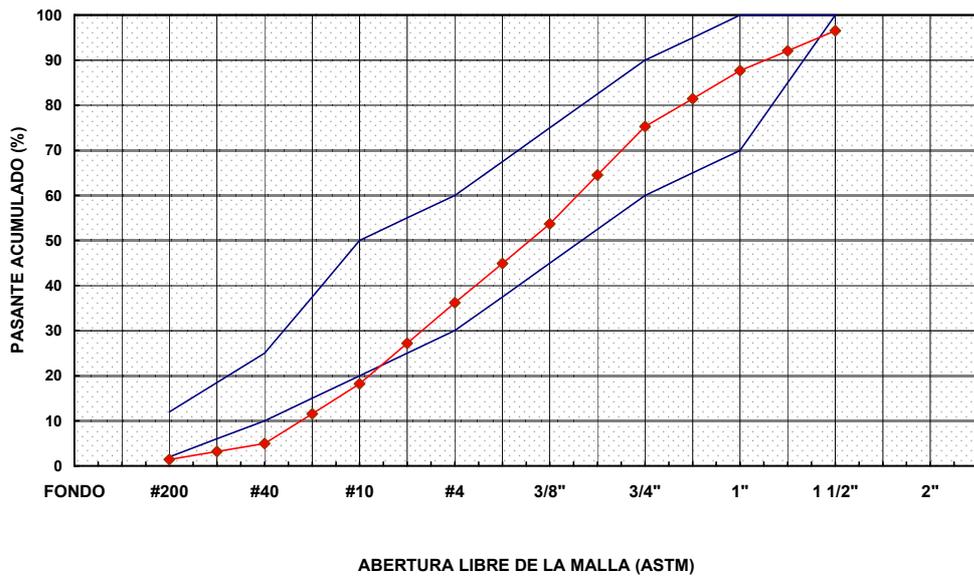
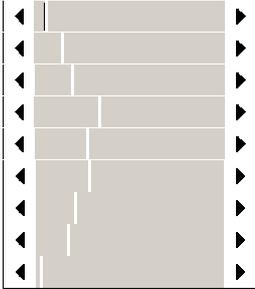
— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo



**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C3  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 650

**MASA INICIAL:** 4759,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 164,0          | 3,4           | 3,4                 | 96,6               |
| 25.4 mm 1"           | 424,0          | 8,9           | 12,4                | 87,6               |
| 19.00 mm 3/4"        | 588,0          | 12,4          | 24,7                | 75,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1028,0         | 21,6          | 46,3                | 53,7               |
| 4.76 mm No. 4        | 834,0          | 17,5          | 63,8                | 36,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 856,0          | 18,0          | 81,8                | 18,2               |
| 0.425 mm No. 40      | 629,0          | 13,2          | 95,0                | 5,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 170,0          | 3,6           | 98,6                | 1,4                |
| FONDO                | 66,0           | 1,4           | 100,0               | 0,0                |



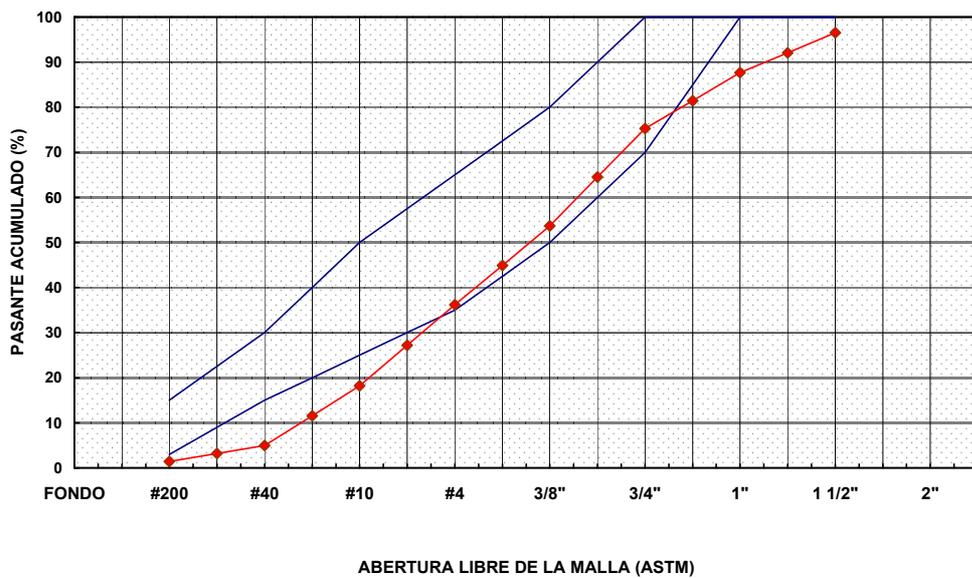
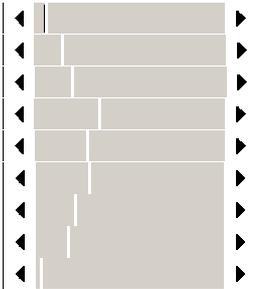
— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo



**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C3  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 650

**MASA INICIAL:** 4759,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 164,0          | 3,4           | 3,4                 | 96,6               |
| 25.4 mm 1"           | 424,0          | 8,9           | 12,4                | 87,6               |
| 19.00 mm 3/4"        | 588,0          | 12,4          | 24,7                | 75,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1028,0         | 21,6          | 46,3                | 53,7               |
| 4.76 mm No. 4        | 834,0          | 17,5          | 63,8                | 36,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 856,0          | 18,0          | 81,8                | 18,2               |
| 0.425 mm No. 40      | 629,0          | 13,2          | 95,0                | 5,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 170,0          | 3,6           | 98,6                | 1,4                |
| FONDO                | 66,0           | 1,4           | 100,0               | 0,0                |



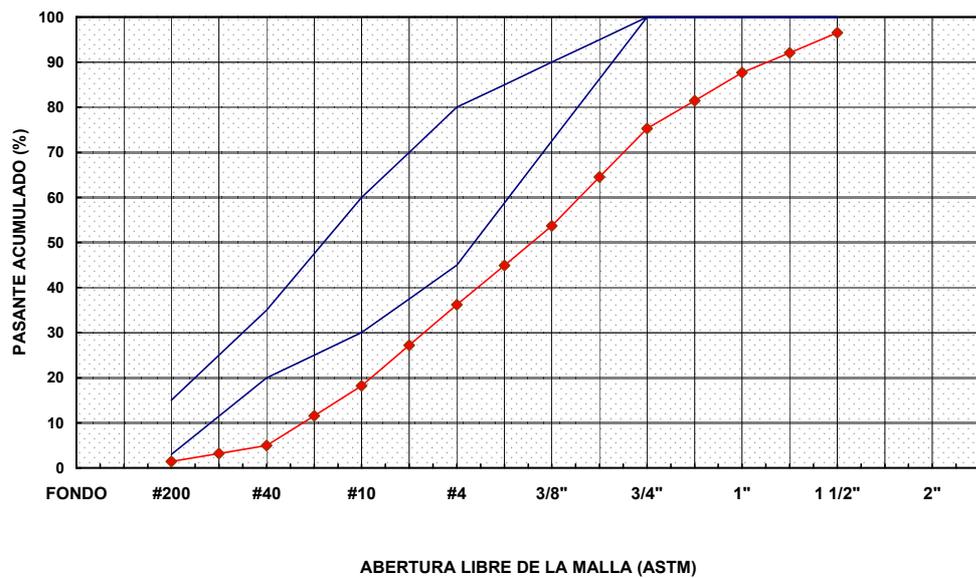
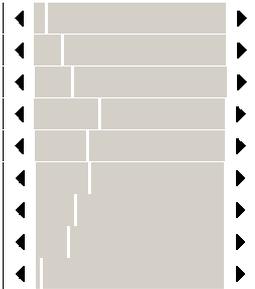
— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo



**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C3  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 650

**MASA INICIAL:** 4759,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 164,0          | 3,4           | 3,4                 | 96,6               |
| 25.4 mm 1"           | 424,0          | 8,9           | 12,4                | 87,6               |
| 19.00 mm 3/4"        | 588,0          | 12,4          | 24,7                | 75,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1028,0         | 21,6          | 46,3                | 53,7               |
| 4.76 mm No. 4        | 834,0          | 17,5          | 63,8                | 36,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 856,0          | 18,0          | 81,8                | 18,2               |
| 0.425 mm No. 40      | 629,0          | 13,2          | 95,0                | 5,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 170,0          | 3,6           | 98,6                | 1,4                |
| FONDO                | 66,0           | 1,4           | 100,0               | 0,0                |

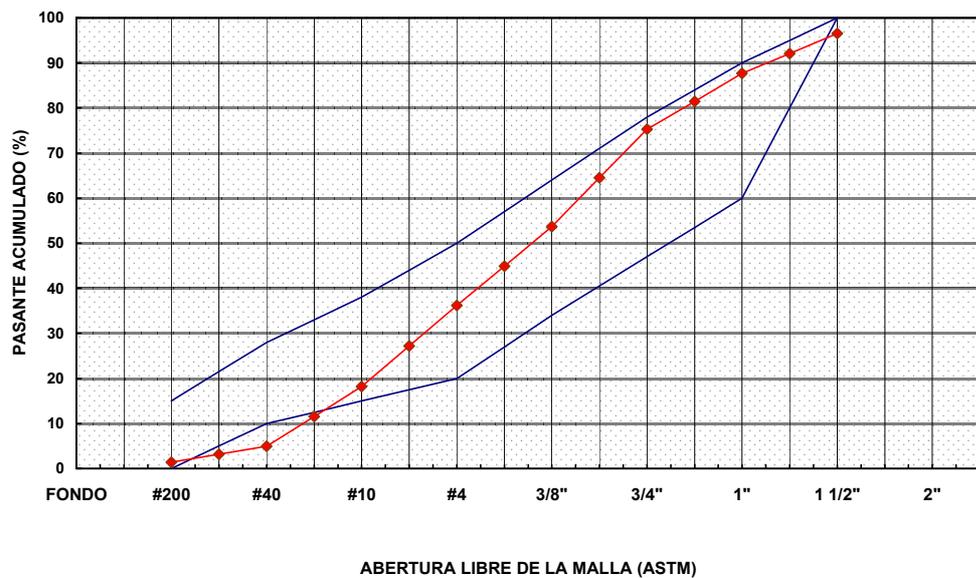


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C3  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 650

**MASA INICIAL:** 4759,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 164,0          | 3,4           | 3,4                 | 96,6               |
| 25.4 mm 1"           | 424,0          | 8,9           | 12,4                | 87,6               |
| 19.00 mm 3/4"        | 588,0          | 12,4          | 24,7                | 75,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1028,0         | 21,6          | 46,3                | 53,7               |
| 4.76 mm No. 4        | 834,0          | 17,5          | 63,8                | 36,2               |
| 2.00 mm No. 10       | 856,0          | 18,0          | 81,8                | 18,2               |
| 0.425 mm No. 40      | 629,0          | 13,2          | 95,0                | 5,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 170,0          | 3,6           | 98,6                | 1,4                |
| FONDO                | 66,0           | 1,4           | 100,0               | 0,0                |

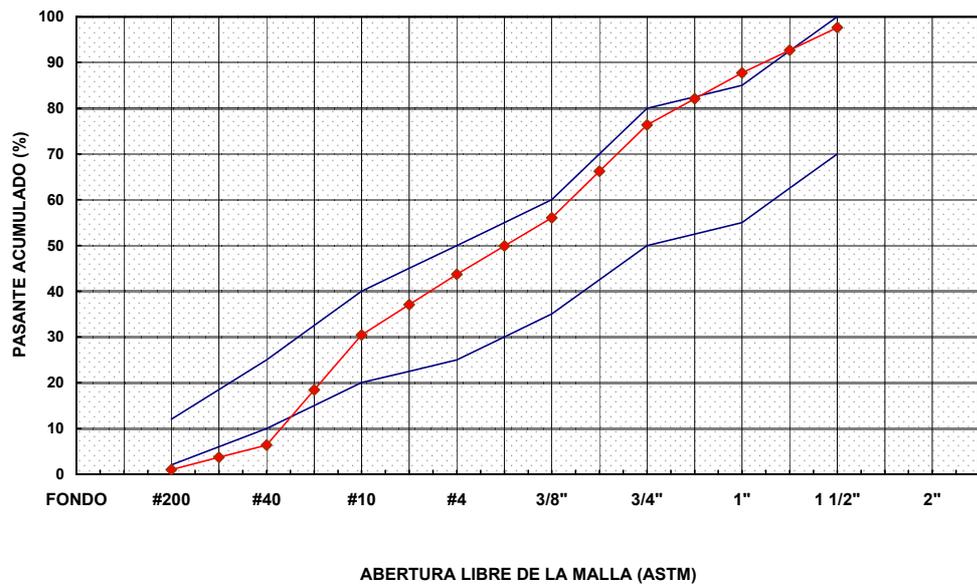


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C4  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 050 ( Ingreso Y)

**MASA INICIAL:** 4142,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 98,0           | 2,4           | 2,4                 | 97,6               |
| 25.4 mm 1"           | 410,0          | 9,9           | 12,3                | 87,7               |
| 19.00 mm 3/4"        | 472,0          | 11,4          | 23,7                | 76,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 840,0          | 20,3          | 43,9                | 56,1               |
| 4.76 mm No. 4        | 512,0          | 12,4          | 56,3                | 43,7               |
| 2.00 mm No. 10       | 550,0          | 13,3          | 69,6                | 30,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 996,0          | 24,0          | 93,6                | 6,4                |
| 0.075 mm No. 200     | 224,0          | 5,4           | 99,0                | 1,0                |
| FONDO                | 40,0           | 1,0           | 100,0               | 0,0                |



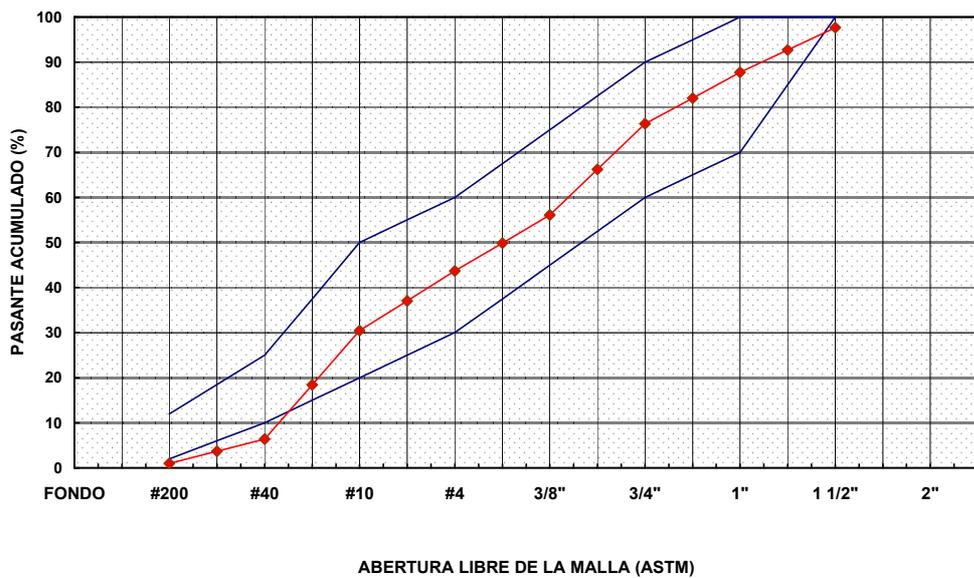
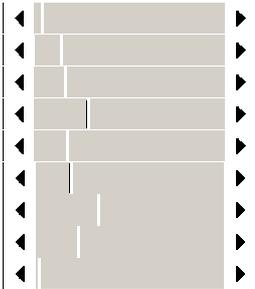
— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo



**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C4  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 050 ( E)

**MASA INICIAL:** 4142,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 98,0           | 2,4           | 2,4                 | 97,6               |
| 25.4 mm 1"           | 410,0          | 9,9           | 12,3                | 87,7               |
| 19.00 mm 3/4"        | 472,0          | 11,4          | 23,7                | 76,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 840,0          | 20,3          | 43,9                | 56,1               |
| 4.76 mm No. 4        | 512,0          | 12,4          | 56,3                | 43,7               |
| 2.00 mm No. 10       | 550,0          | 13,3          | 69,6                | 30,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 996,0          | 24,0          | 93,6                | 6,4                |
| 0.075 mm No. 200     | 224,0          | 5,4           | 99,0                | 1,0                |
| FONDO                | 40,0           | 1,0           | 100,0               | 0,0                |

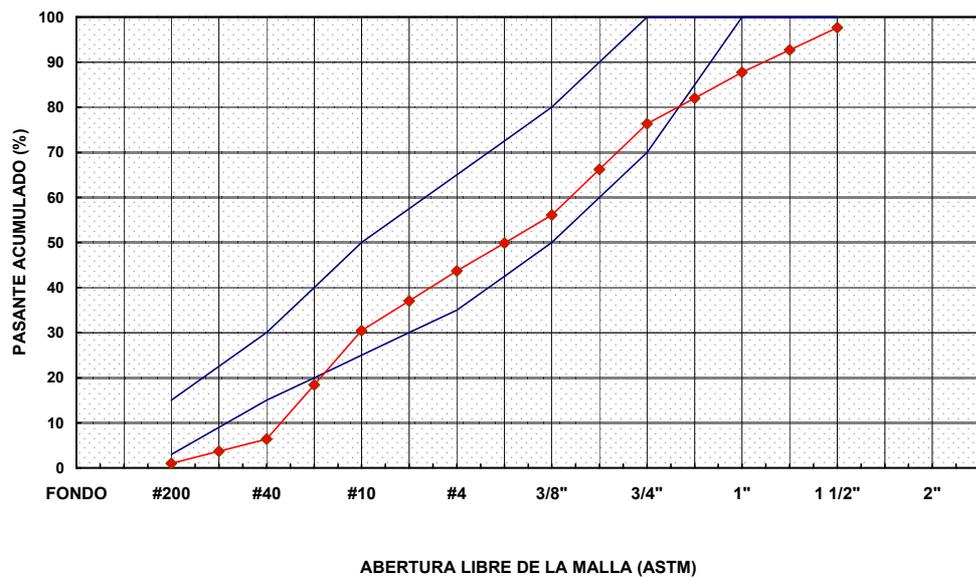
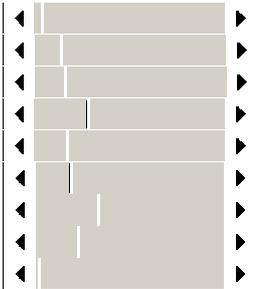


— Limite Inferior    — Limite Superior    —◆— Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C4  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 050 ( E)

**MASA INICIAL:** 4142,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 98,0           | 2,4           | 2,4                 | 97,6               |
| 25.4 mm 1"           | 410,0          | 9,9           | 12,3                | 87,7               |
| 19.00 mm 3/4"        | 472,0          | 11,4          | 23,7                | 76,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 840,0          | 20,3          | 43,9                | 56,1               |
| 4.76 mm No. 4        | 512,0          | 12,4          | 56,3                | 43,7               |
| 2.00 mm No. 10       | 550,0          | 13,3          | 69,6                | 30,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 996,0          | 24,0          | 93,6                | 6,4                |
| 0.075 mm No. 200     | 224,0          | 5,4           | 99,0                | 1,0                |
| FONDO                | 40,0           | 1,0           | 100,0               | 0,0                |

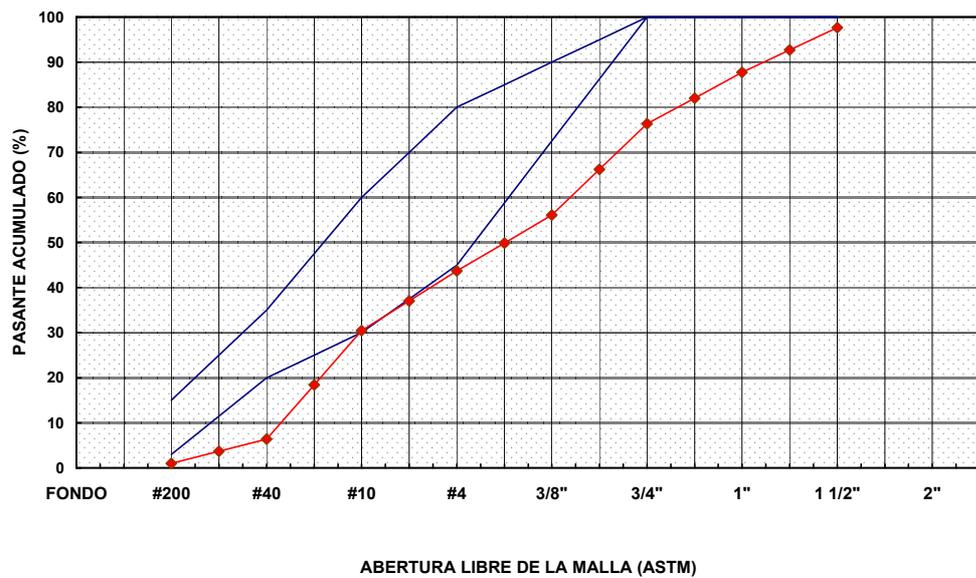
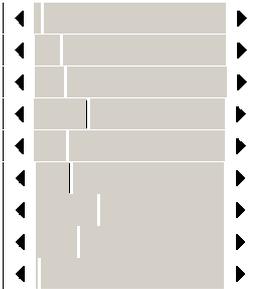




**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C4  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 050 ( E )

**MASA INICIAL:** 4142,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 98,0           | 2,4           | 2,4                 | 97,6               |
| 25.4 mm 1"           | 410,0          | 9,9           | 12,3                | 87,7               |
| 19.00 mm 3/4"        | 472,0          | 11,4          | 23,7                | 76,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 840,0          | 20,3          | 43,9                | 56,1               |
| 4.76 mm No. 4        | 512,0          | 12,4          | 56,3                | 43,7               |
| 2.00 mm No. 10       | 550,0          | 13,3          | 69,6                | 30,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 996,0          | 24,0          | 93,6                | 6,4                |
| 0.075 mm No. 200     | 224,0          | 5,4           | 99,0                | 1,0                |
| FONDO                | 40,0           | 1,0           | 100,0               | 0,0                |

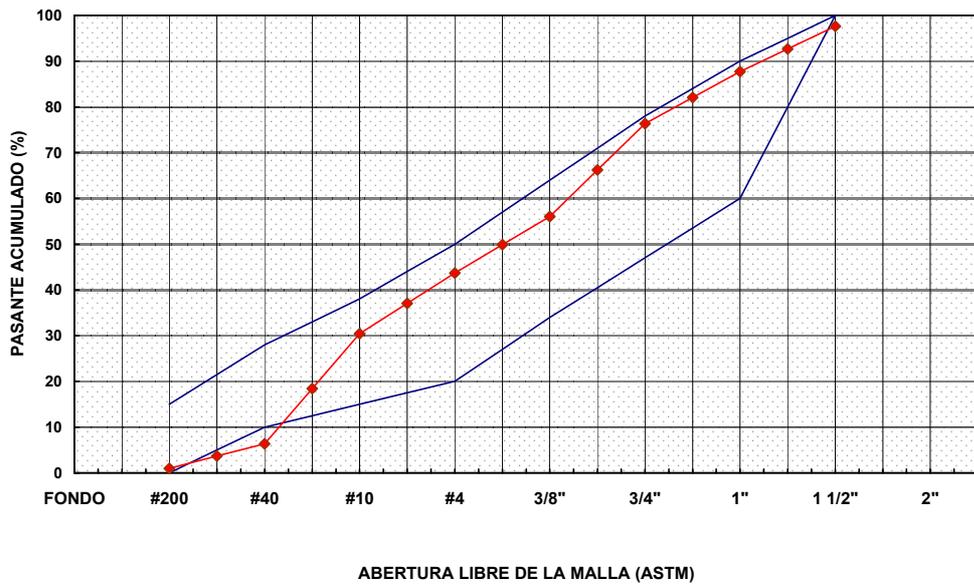


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C4  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 050 ( E)

**MASA INICIAL:** 4142,0 g

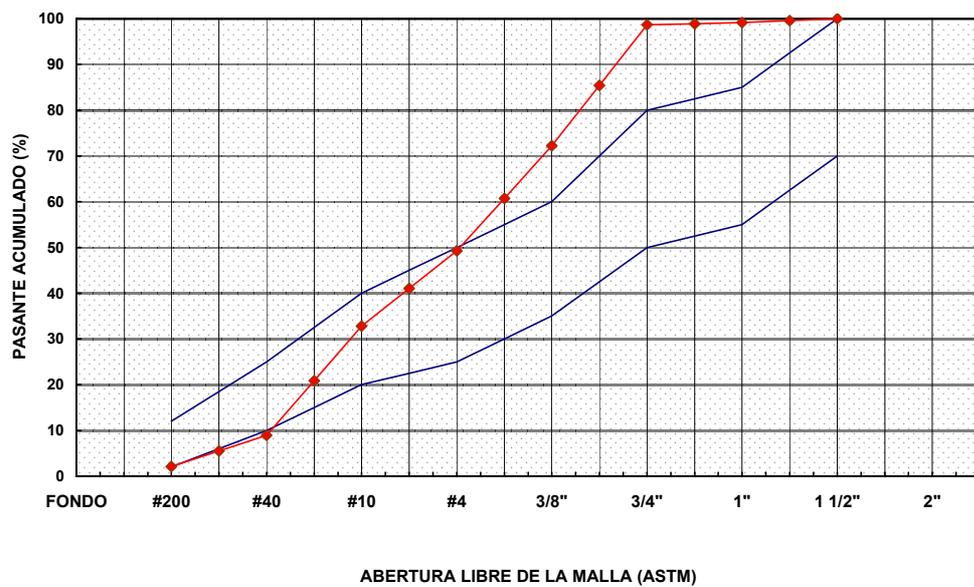
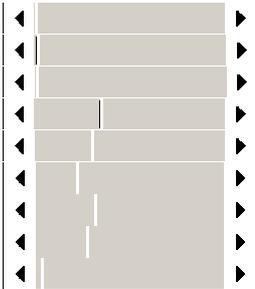
| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 98,0           | 2,4           | 2,4                 | 97,6               |
| 25.4 mm 1"           | 410,0          | 9,9           | 12,3                | 87,7               |
| 19.00 mm 3/4"        | 472,0          | 11,4          | 23,7                | 76,3               |
| 9.52 mm 3/8"         | 840,0          | 20,3          | 43,9                | 56,1               |
| 4.76 mm No. 4        | 512,0          | 12,4          | 56,3                | 43,7               |
| 2.00 mm No. 10       | 550,0          | 13,3          | 69,6                | 30,4               |
| 0.425 mm No. 40      | 996,0          | 24,0          | 93,6                | 6,4                |
| 0.075 mm No. 200     | 224,0          | 5,4           | 99,0                | 1,0                |
| FONDO                | 40,0           | 1,0           | 100,0               | 0,0                |



**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C5  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 830 (S)

**MASA INICIAL:** 3971,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 33,0           | 0,8           | 0,8                 | 99,2               |
| 19.00 mm 3/4"        | 21,0           | 0,5           | 1,4                 | 98,6               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1050,0         | 26,4          | 27,8                | 72,2               |
| 4.76 mm No. 4        | 910,0          | 22,9          | 50,7                | 49,3               |
| 2.00 mm No. 10       | 654,0          | 16,5          | 67,2                | 32,8               |
| 0.425 mm No. 40      | 947,0          | 23,8          | 91,0                | 9,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 272,0          | 6,8           | 97,9                | 2,1                |
| FONDO                | 84,0           | 2,1           | 100,0               | 0,0                |



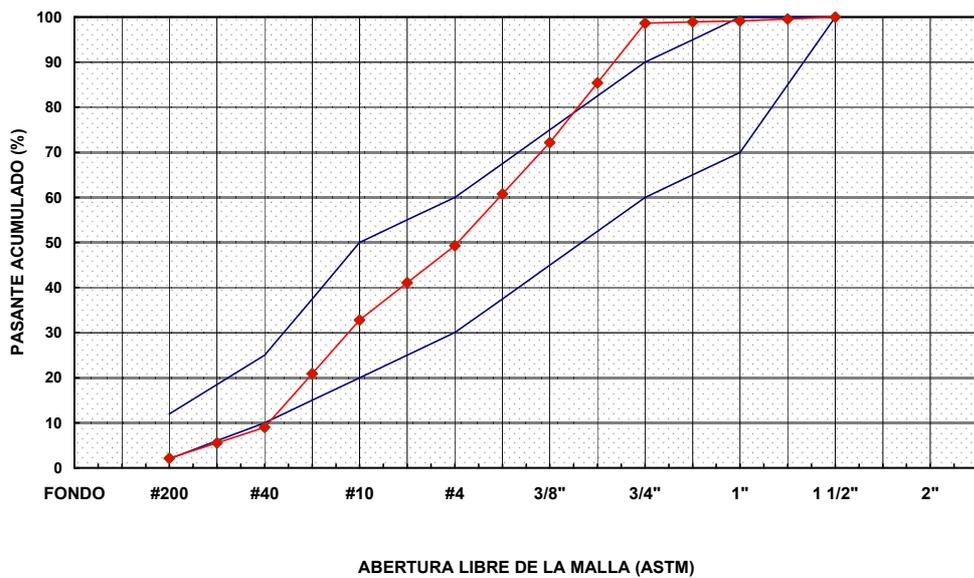
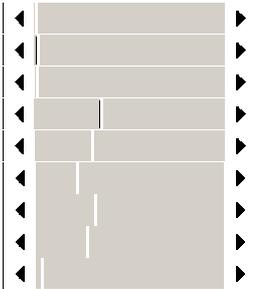
— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo



**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C5  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 830 (S)

**MASA INICIAL:** 3971,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/ 1/2"      | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 33,0           | 0,8           | 0,8                 | 99,2               |
| 19.00 mm 3/4"        | 21,0           | 0,5           | 1,4                 | 98,6               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1050,0         | 26,4          | 27,8                | 72,2               |
| 4.76 mm No. 4        | 910,0          | 22,9          | 50,7                | 49,3               |
| 2.00 mm No. 10       | 654,0          | 16,5          | 67,2                | 32,8               |
| 0.425 mm No. 40      | 947,0          | 23,8          | 91,0                | 9,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 272,0          | 6,8           | 97,9                | 2,1                |
| FONDO                | 84,0           | 2,1           | 100,0               | 0,0                |

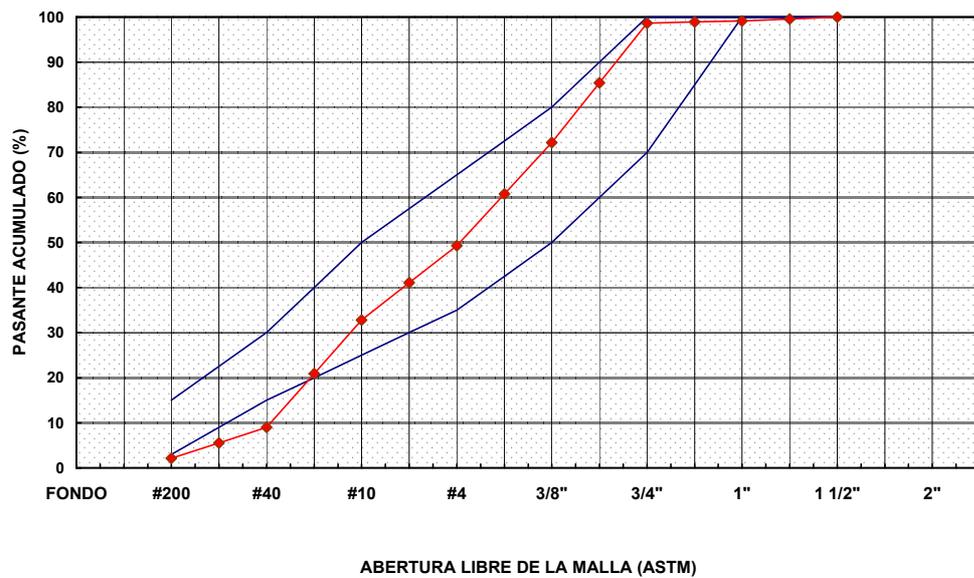
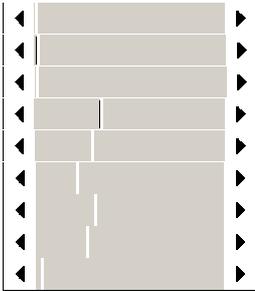


— Limite Inferior    — Limite Superior    ◆ Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C5  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 830 (S)

**MASA INICIAL:** 3971,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 33,0           | 0,8           | 0,8                 | 99,2               |
| 19.00 mm 3/4"        | 21,0           | 0,5           | 1,4                 | 98,6               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1050,0         | 26,4          | 27,8                | 72,2               |
| 4.76 mm No. 4        | 910,0          | 22,9          | 50,7                | 49,3               |
| 2.00 mm No. 10       | 654,0          | 16,5          | 67,2                | 32,8               |
| 0.425 mm No. 40      | 947,0          | 23,8          | 91,0                | 9,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 272,0          | 6,8           | 97,9                | 2,1                |
| FONDO                | 84,0           | 2,1           | 100,0               | 0,0                |

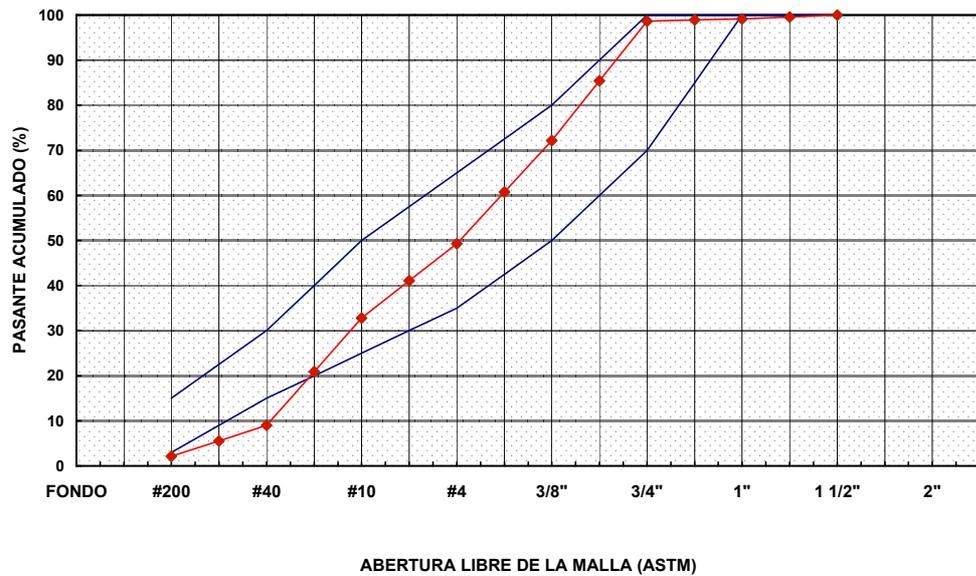


— Limite Inferior    — Limite Superior    —◆— Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C5  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 830 (S)

**MASA INICIAL:** 3971,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 33,0           | 0,8           | 0,8                 | 99,2               |
| 19.00 mm 3/4"        | 21,0           | 0,5           | 1,4                 | 98,6               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1050,0         | 26,4          | 27,8                | 72,2               |
| 4.76 mm No. 4        | 910,0          | 22,9          | 50,7                | 49,3               |
| 2.00 mm No. 10       | 654,0          | 16,5          | 67,2                | 32,8               |
| 0.425 mm No. 40      | 947,0          | 23,8          | 91,0                | 9,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 272,0          | 6,8           | 97,9                | 2,1                |
| FONDO                | 84,0           | 2,1           | 100,0               | 0,0                |

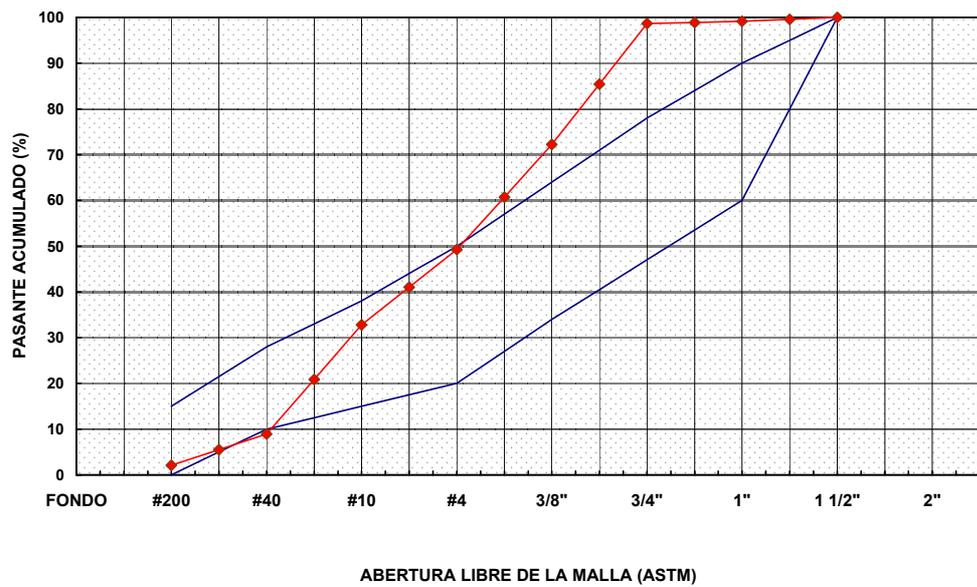


— Limite Inferior    — Limite Superior    —◆— Ensayo

**PROYECTO:** Rehabilitación Vía ESPOL      **FECHA:** 08-Feb-06  
**LOCALIZACIÓN:** Lago Politécnico      **MUESTRA:** C5  
**MATERIAL:** Base (20 cm)      **ABSCISA:** 0 + 830 (S)

**MASA INICIAL:** 3971,0 g

| TAMIZ<br>INEN - ASTM | MASA RET.<br>g | RETENIDO<br>% | RET. ACUMULADO<br>% | PASANTE ACUM.<br>% |
|----------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 38.1 mm 1/2"         | 0,0            | 0,0           | 0,0                 | 100,0              |
| 25.4 mm 1"           | 33,0           | 0,8           | 0,8                 | 99,2               |
| 19.00 mm 3/4"        | 21,0           | 0,5           | 1,4                 | 98,6               |
| 9.52 mm 3/8"         | 1050,0         | 26,4          | 27,8                | 72,2               |
| 4.76 mm No. 4        | 910,0          | 22,9          | 50,7                | 49,3               |
| 2.00 mm No. 10       | 654,0          | 16,5          | 67,2                | 32,8               |
| 0.425 mm No. 40      | 947,0          | 23,8          | 91,0                | 9,0                |
| 0.075 mm No. 200     | 272,0          | 6,8           | 97,9                | 2,1                |
| FONDO                | 84,0           | 2,1           | 100,0               | 0,0                |







**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 1

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|            |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | '' | °       | °         | '  | '' | °      |        |    |      |
|            | 0 + 000 | 0     | Eje  | 1,848 | 1,638 |       | 42,00          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 92        | 31 | 20 | 92,52  | 41,92  |    |      |
| E - 1      |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,638 |         | E - 2 |      | 2,159 | 1,638 | 1,102 | 106,25         | 239        | 29 | 50 | 239,50  | 83        | 55 | 10 | 83,92  | 105,06 |    |      |
|            |         | 1     | Izq  | 1,858 | 1,638 |       | 44,00          | 4          | 31 | 50 | 4,53    | 92        | 25 | 30 | 92,43  | 43,92  |    |      |
|            |         | 2     | Der  | 1,844 | 1,638 |       | 41,20          | 354        | 52 | 10 | 354,87  | 92        | 42 | 20 | 92,71  | 41,11  |    |      |
|            | 0 + 010 | 10    | Eje  | 1,801 | 1,638 |       | 32,60          | 4          | 16 | 30 | 4,28    | 92        | 55 | 30 | 92,93  | 32,52  |    |      |
|            |         | 12    | Der  | 1,799 | 1,638 |       | 32,20          | 359        | 28 | 40 | 359,48  | 93        | 8  | 50 | 93,15  | 32,10  |    |      |
|            | 0 + 020 | 25    | Eje  | 1,753 | 1,638 |       | 23,00          | 10         | 5  | 40 | 10,09   | 93        | 4  | 30 | 93,08  | 22,93  |    |      |
|            |         | 26    | Der  | 1,750 | 1,638 |       | 22,40          | 1          | 46 | 10 | 1,77    | 93        | 18 | 0  | 93,30  | 22,33  |    |      |
|            | 0 + 030 | 31    | Eje  | 1,702 | 1,638 |       | 12,80          | 10         | 0  | 30 | 10,01   | 93        | 11 | 30 | 93,19  | 12,76  |    |      |
|            |         | 33    | Der  | 1,706 | 1,638 |       | 13,60          | 351        | 47 | 50 | 351,80  | 93        | 21 | 0  | 93,35  | 13,55  |    |      |
|            | 0 + 040 | 44    | Eje  | 1,659 | 1,638 |       | 4,20           | 335        | 28 | 20 | 335,47  | 92        | 8  | 50 | 92,15  | 4,19   |    |      |
|            |         | 45    | Der  | 1,664 | 1,638 |       | 5,20           | 320        | 41 | 20 | 320,69  | 92        | 12 | 40 | 92,21  | 5,19   |    |      |
|            |         | 53    | Izq  | 1,652 | 1,638 |       | 2,80           | 31         | 18 | 50 | 31,31   | 93        | 8  | 40 | 93,14  | 2,79   |    |      |
|            | 0 + 050 | 57    | Eje  | 1,687 | 1,638 |       | 9,80           | 242        | 13 | 30 | 242,23  | 86        | 39 | 30 | 86,66  | 9,77   |    |      |
|            |         | 58    | Der  | 1,690 | 1,638 |       | 10,40          | 257        | 40 | 40 | 257,68  | 87        | 25 | 40 | 87,43  | 10,38  |    |      |
|            |         | 61    | Izq  | 1,682 | 1,638 |       | 8,80           | 221        | 21 | 0  | 221,35  | 86        | 20 | 0  | 86,33  | 8,76   |    |      |
|            | 0 + 060 | 64    | Eje  | 1,730 | 1,638 |       | 18,40          | 237        | 19 | 50 | 237,33  | 85        | 59 | 50 | 86,00  | 18,31  |    |      |
|            |         | 65    | Der  | 1,733 | 1,638 |       | 19,00          | 246        | 10 | 30 | 246,18  | 86        | 14 | 50 | 86,25  | 18,92  |    |      |
|            |         | 68    | Izq  | 1,730 | 1,638 |       | 18,40          | 227        | 18 | 0  | 227,30  | 86        | 5  | 10 | 86,09  | 18,31  |    |      |
|            | 0 + 080 | 70    | Eje  | 1,832 | 1,638 |       | 38,80          | 239        | 14 | 40 | 239,24  | 85        | 22 | 20 | 85,37  | 38,55  |    |      |
|            |         | 71    | Der  | 1,831 | 1,638 |       | 38,60          | 244        | 3  | 0  | 244,05  | 85        | 29 | 30 | 85,49  | 38,36  |    |      |
|            |         | 72    | Izq  | 1,836 | 1,638 |       | 39,60          | 233        | 46 | 20 | 233,77  | 85        | 38 | 40 | 85,64  | 39,37  |    |      |
|            |         | 74    |      | 1,791 | 1,638 |       | 30,60          | 231        | 55 | 40 | 231,93  | 85        | 59 | 20 | 85,99  | 30,45  |    |      |
|            |         | 76    |      | 1,810 | 1,638 |       | 34,40          | 226        | 28 | 0  | 226,47  | 85        | 52 | 10 | 85,87  | 34,22  |    |      |
|            |         | 79    |      | 2,820 | 2,638 |       | 36,40          | 219        | 39 | 10 | 219,65  | 84        | 3  | 40 | 84,06  | 36,01  |    |      |
|            |         | 80    |      | 3,834 | 3,638 |       | 39,20          | 210        | 16 | 30 | 210,28  | 82        | 17 | 30 | 82,29  | 38,49  |    |      |
|            |         | 82    |      | 1,833 | 1,638 |       | 39,00          | 232        | 57 | 0  | 232,95  | 85        | 56 | 40 | 85,94  | 38,80  |    |      |
|            |         | 83    |      | 3,848 | 3,638 |       | 42,00          | 215        | 24 | 40 | 215,41  | 82        | 49 | 20 | 82,82  | 41,34  |    |      |
|            | 0 + 100 | 81    | Eje  | 1,931 | 1,638 |       | 58,60          | 240        | 11 | 10 | 240,19  | 84        | 46 | 40 | 84,78  | 58,11  |    |      |
|            |         | 84    | Der  | 1,935 | 1,638 |       | 59,40          | 243        | 50 | 0  | 243,83  | 84        | 48 | 50 | 84,81  | 58,91  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 2

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|            |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|            |         | 86    | Izq  | 1,934 | 1,638 |       | 59,20          | 236        | 39 | 10 | 236,65  | 84        | 50 | 20 | 84,84  | 58,72  |    |      |
|            |         | E - 1 |      | 2,115 | 1,582 | 1,047 | 106,25         | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 96        | 4  | 50 | 96,08  | 105,06 |    |      |
| E - 2      |         | E - 3 |      | 1,943 | 1,582 | 1,210 | 73,40          | 186        | 50 | 40 | 186,84  | 84        | 16 | 50 | 84,28  | 72,67  |    |      |
| ha = 1,582 |         | E - 3 |      | 1,943 | 1,582 | 1,210 | 73,40          | 186        | 50 | 40 | 186,84  | 84        | 16 | 50 | 84,28  | 72,67  |    |      |
|            | 0 + 120 | 89    | Eje  | 1,721 | 1,582 |       | 27,80          | 356        | 46 | 30 | 356,78  | 97        | 6  | 20 | 97,11  | 27,37  |    |      |
|            |         | 90    | Der  | 1,722 | 1,582 |       | 28,00          | 349        | 39 | 20 | 349,66  | 96        | 56 | 20 | 96,94  | 27,59  |    |      |
|            |         | 94    | Izq  | 1,721 | 1,582 |       | 27,80          | 4          | 21 | 30 | 4,36    | 97        | 8  | 40 | 97,14  | 27,37  |    |      |
|            | 0 + 140 | 103   | Eje  | 1,622 | 1,582 |       | 8,00           | 343        | 28 | 40 | 343,48  | 96        | 46 | 40 | 96,78  | 7,89   |    |      |
|            |         | 105   | Der  | 1,632 | 1,582 |       | 10,00          | 323        | 45 | 50 | 323,76  | 95        | 34 | 20 | 95,57  | 9,91   |    |      |
|            |         | 106   | Izq  | 1,618 | 1,582 |       | 7,20           | 10         | 2  | 10 | 10,04   | 96        | 56 | 30 | 96,94  | 7,09   |    |      |
|            | 0 + 160 | 125   | Eje  | 1,647 | 1,582 |       | 13,00          | 194        | 16 | 40 | 194,28  | 83        | 13 | 10 | 83,22  | 12,82  |    |      |
|            |         | 126   | Der  | 1,651 | 1,582 |       | 13,80          | 209        | 26 | 0  | 209,43  | 83        | 47 | 20 | 83,79  | 13,64  |    |      |
|            |         | 130   | Izq  | 1,646 | 1,582 |       | 12,80          | 178        | 54 | 30 | 178,91  | 83        | 0  | 30 | 83,01  | 12,61  |    |      |
|            | 0 + 180 | 133   | Eje  | 1,745 | 1,582 |       | 32,60          | 187        | 6  | 40 | 187,11  | 83        | 22 | 10 | 83,37  | 32,17  |    |      |
|            |         | 134   | Izq  | 1,746 | 1,582 |       | 32,80          | 180        | 52 | 0  | 180,87  | 83        | 29 | 0  | 83,48  | 32,38  |    |      |
|            |         | 135   | Der  | 1,749 | 1,582 |       | 33,40          | 192        | 41 | 10 | 192,69  | 83        | 35 | 0  | 83,58  | 32,98  |    |      |
|            | 0 + 190 | 139   | Eje  | 1,800 | 1,582 |       | 43,60          | 186        | 9  | 50 | 186,16  | 86        | 33 | 30 | 86,56  | 43,44  |    |      |
|            |         | 140   | Der  | 1,799 | 1,582 |       | 43,40          | 191        | 0  | 20 | 191,01  | 83        | 45 | 0  | 83,75  | 42,89  |    |      |
|            |         | 141   | Izq  | 1,799 | 1,582 |       | 43,40          | 181        | 21 | 20 | 181,36  | 83        | 40 | 0  | 83,67  | 42,87  |    |      |
|            | 0 + 200 | 143   | Eje  | 1,846 | 1,582 |       | 52,80          | 185        | 54 | 50 | 185,91  | 83        | 52 | 10 | 83,87  | 52,20  |    |      |
|            |         | 145   | Der  | 1,847 | 1,582 |       | 53,00          | 190        | 1  | 20 | 190,02  | 85        | 52 | 20 | 85,87  | 52,73  |    |      |
|            |         | 146   | Izq  | 1,850 | 1,582 |       | 53,60          | 182        | 16 | 0  | 182,27  | 83        | 55 | 20 | 83,92  | 53,00  |    |      |
|            |         | E - 2 |      | 1,820 | 1,450 | 1,085 | 73,40          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 95        | 43 | 10 | 95,72  | 72,67  |    |      |
| E - 3      |         | E - 4 |      | 1,905 | 1,450 | 1,000 | 91,00          | 216        | 20 | 30 | 216,34  | 86        | 48 | 50 | 86,81  | 90,72  |    |      |
| ha = 1,450 |         | E - 4 |      | 1,905 | 1,450 | 1,000 | 91,00          | 216        | 20 | 30 | 216,34  | 86        | 48 | 50 | 86,81  | 90,72  |    |      |
|            | 0 + 210 | 148   | Eje  | 1,501 | 1,450 |       | 10,20          | 356        | 1  | 20 | 356,02  | 93        | 57 | 30 | 93,96  | 10,15  |    |      |
|            |         | 149   | Der  | 1,510 | 1,450 |       | 12,00          | 339        | 13 | 30 | 339,23  | 93        | 48 | 30 | 93,81  | 11,95  |    |      |
|            |         | 152   | Izq  | 1,500 | 1,450 |       | 10,00          | 16         | 15 | 50 | 16,26   | 94        | 12 | 0  | 94,20  | 9,95   |    |      |
|            | 0 + 220 | 155   | Eje  | 1,464 | 1,450 |       | 2,80           | 287        | 0  | 30 | 287,01  | 89        | 54 | 20 | 89,91  | 2,80   |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 3

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH    | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|-------|----|------|
|            |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |       |    |      |
| E - 3      |         | 156   | Der  | 1,485 | 1,450 |       | 7,00           | 287        | 47 | 40 | 287,79  | 90        | 46 | 20 | 90,77  | 7,00  |    |      |
| ha = 1,450 | 0 + 230 | 160'  | Eje  | 1,505 | 1,450 |       | 11,00          | 219        | 41 | 50 | 219,70  | 86        | 11 | 50 | 86,20  | 10,95 |    |      |
|            |         | 161   | Der  | 1,512 | 1,450 |       | 12,40          | 235        | 54 | 40 | 235,91  | 86        | 48 | 50 | 86,81  | 12,36 |    |      |
|            |         | 164   | Izq  | 1,505 | 1,450 |       | 11,00          | 198        | 33 | 0  | 198,55  | 86        | 45 | 40 | 86,76  | 10,96 |    |      |
|            | 0 + 240 | 166'  | Eje  | 1,552 | 1,450 |       | 20,40          | 213        | 6  | 30 | 213,11  | 86        | 45 | 40 | 86,76  | 20,33 |    |      |
|            |         | 167   | Der  | 1,558 | 1,450 |       | 21,60          | 223        | 31 | 0  | 223,52  | 86        | 26 | 30 | 86,44  | 21,52 |    |      |
|            |         | 170   | Izq  | 1,557 | 1,450 |       | 21,40          | 202        | 47 | 40 | 202,79  | 86        | 24 | 20 | 86,41  | 21,32 |    |      |
|            | 0 + 250 | 172'  | Eje  | 1,605 | 1,450 |       | 31,00          | 213        | 41 | 40 | 213,69  | 86        | 11 | 30 | 86,19  | 30,86 |    |      |
|            |         | 173   | Der  | 1,608 | 1,450 |       | 31,60          | 220        | 42 | 50 | 220,71  | 86        | 20 | 10 | 86,34  | 31,47 |    |      |
|            |         | 176   | Izq  | 1,605 | 1,450 |       | 31,00          | 206        | 11 | 0  | 206,18  | 86        | 20 | 30 | 86,34  | 30,87 |    |      |
|            | 0 + 270 | 178'  | Eje  | 1,705 | 1,450 |       | 51,00          | 214        | 33 | 0  | 214,55  | 86        | 21 | 20 | 86,36  | 50,79 |    |      |
|            |         | 179   | Der  | 1,708 | 1,450 |       | 51,60          | 218        | 27 | 20 | 218,46  | 86        | 24 | 50 | 86,41  | 51,40 |    |      |
|            |         | 180   | Izq  | 1,709 | 1,450 |       | 51,80          | 210        | 22 | 10 | 210,37  | 86        | 40 | 10 | 86,67  | 51,63 |    |      |
|            | 0 + 290 | 180'  | Eje  | 1,808 | 1,450 |       | 71,60          | 215        | 2  | 0  | 215,03  | 86        | 50 | 30 | 86,84  | 71,38 |    |      |
|            |         | 181   | Der  | 2,807 | 2,450 |       | 71,40          | 217        | 51 | 20 | 217,86  | 85        | 43 | 40 | 85,73  | 71,00 |    |      |
|            |         | 182   | Izq  | 1,806 | 1,450 |       | 71,20          | 211        | 47 | 40 | 211,79  | 86        | 53 | 50 | 86,90  | 70,99 |    |      |
|            | 0 + 300 | 182'  | Eje  | 1,855 | 1,450 |       | 81,00          | 215        | 2  | 10 | 215,04  | 86        | 50 | 40 | 86,84  | 80,75 |    |      |
|            |         | 183   | Der  | 1,857 | 1,450 |       | 81,40          | 217        | 32 | 50 | 217,55  | 86        | 50 | 0  | 86,83  | 81,15 |    |      |
|            |         | 184   | Izq  | 1,856 | 1,450 |       | 81,20          | 212        | 31 | 50 | 212,53  | 86        | 54 | 20 | 86,91  | 80,96 |    |      |
|            | 0 + 310 | 184'  | Eje  | 1,910 | 1,450 |       | 92,00          | 214        | 50 | 50 | 214,85  | 86        | 49 | 30 | 86,83  | 91,72 |    |      |
|            |         | 185   | Der  | 1,907 | 1,450 |       | 91,40          | 217        | 3  | 40 | 217,06  | 86        | 34 | 20 | 86,57  | 91,07 |    |      |
|            |         | 186   | Izq  | 1,910 | 1,450 |       | 92,00          | 212        | 31 | 30 | 212,53  | 86        | 53 | 50 | 86,90  | 91,73 |    |      |
|            |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |       |    |      |
|            |         | E - 3 |      | 1,950 | 1,490 | 1,035 | 91,00          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 93        | 11 | 10 | 93,19  | 90,72 |    |      |
| E - 4      |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |       |    |      |
| ha = 1,490 |         | E - 5 |      | 1,900 | 1,490 | 1,088 | 81,20          | 147        | 46 | 4  | 147,77  | 87        | 5  | 45 | 87,10  | 80,99 |    |      |
|            | 0 + 320 | 187   | Eje  | 1,540 | 1,490 |       | 10,00          | 155        | 1  | 20 | 155,02  | 87        | 12 | 30 | 87,21  | 9,98  |    |      |
|            |         | 187'  | Der  | 1,540 | 1,490 |       | 10,00          | 172        | 18 | 50 | 172,31  | 87        | 14 | 50 | 87,25  | 9,98  |    |      |
|            |         | 188   | Izq  | 1,548 | 1,490 |       | 11,60          | 139        | 52 | 10 | 139,87  | 87        | 52 | 50 | 87,88  | 11,58 |    |      |
|            | 0 + 330 | 189   | Eje  | 1,588 | 1,490 |       | 19,60          | 159        | 42 | 50 | 159,71  | 87        | 13 | 20 | 87,22  | 19,55 |    |      |
|            |         | 190   | Der  | 1,590 | 1,490 |       | 20,00          | 167        | 33 | 20 | 167,56  | 87        | 15 | 30 | 87,26  | 19,95 |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 4

| EST. | ABCISA     | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------|------------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|      |            |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|      |            | 191   | Izq  | 1,592 | 1,490 |       | 20,40          | 151        | 3  | 40 | 151,06  | 87        | 23 | 0  | 87,38  | 20,36  |    |      |
|      | 0 + 340    | 192   | Eje  | 1,642 | 1,490 |       | 30,40          | 159        | 20 | 0  | 159,33  | 87        | 0  | 30 | 87,01  | 30,32  |    |      |
|      |            | 193   | Der  | 1,643 | 1,490 |       | 30,60          | 164        | 40 | 20 | 164,67  | 87        | 7  | 10 | 87,12  | 30,52  |    |      |
|      |            | 194   | Izq  | 1,645 | 1,490 |       | 31,00          | 153        | 13 | 20 | 153,22  | 87        | 8  | 10 | 87,14  | 30,92  |    |      |
|      | 0 + 350    | 195   | Eje  | 1,689 | 1,490 |       | 39,80          | 157        | 30 | 40 | 157,51  | 87        | 4  | 20 | 87,07  | 39,70  |    |      |
|      |            | 196   | Der  | 1,691 | 1,490 |       | 40,20          | 161        | 37 | 20 | 161,62  | 87        | 0  | 0  | 87,00  | 40,09  |    |      |
|      |            | 197   | Izq  | 1,690 | 1,490 |       | 40,00          | 152        | 49 | 50 | 152,83  | 87        | 0  | 10 | 87,00  | 39,89  |    |      |
|      | 0 + 360    | 198   | Eje  | 1,741 | 1,490 |       | 50,20          | 155        | 4  | 40 | 155,08  | 87        | 3  | 0  | 87,05  | 50,07  |    |      |
|      |            | 199   | Der  | 1,743 | 1,490 |       | 50,60          | 158        | 12 | 10 | 158,20  | 87        | 5  | 10 | 87,09  | 50,47  |    |      |
|      |            | 200   | Izq  | 1,740 | 1,490 |       | 50,00          | 151        | 32 | 50 | 151,55  | 87        | 3  | 50 | 87,06  | 49,87  |    |      |
|      | 0 + 370    | 201   | Eje  | 1,785 | 1,490 |       | 59,00          | 152        | 29 | 30 | 152,49  | 86        | 59 | 50 | 87,00  | 58,84  |    |      |
|      |            | 202   | Der  | 1,790 | 1,490 |       | 60,00          | 154        | 42 | 40 | 154,71  | 87        | 2  | 0  | 87,03  | 59,84  |    |      |
|      |            | 203   | Izq  | 1,783 | 1,490 |       | 58,60          | 149        | 44 | 50 | 149,75  | 87        | 3  | 30 | 87,06  | 58,45  |    |      |
|      | 0 + 380    | 204   | Eje  | 1,840 | 1,490 |       | 70,00          | 149        | 27 | 20 | 149,46  | 87        | 3  | 20 | 87,06  | 69,82  |    |      |
|      |            | 205   | Der  | 1,845 | 1,490 |       | 71,00          | 151        | 26 | 20 | 151,44  | 87        | 6  | 40 | 87,11  | 70,82  |    |      |
|      |            | 206   | Izq  | 1,828 | 1,490 |       | 67,60          | 147        | 5  | 50 | 147,10  | 86        | 59 | 20 | 86,99  | 67,41  |    |      |
|      |            |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|      |            | E - 4 |      | 1,862 | 1,455 | 1,050 | 81,20          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 92        | 54 | 15 | 92,90  | 80,99  |    |      |
|      | E - 5      |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|      | ha = 1,455 | E - 6 |      | 1,995 | 1,455 | 0,925 | 107,50         | 154        | 7  | 20 | 154,12  | 89        | 52 | 40 | 89,88  | 107,50 |    |      |
|      | 0 + 400    | 207   | Eje  | 1,495 | 1,455 |       | 8,00           | 139        | 17 | 30 | 139,29  | 88        | 7  | 0  | 88,12  | 7,99   |    |      |
|      |            | 208   | Der  | 1,495 | 1,455 |       | 8,00           | 163        | 47 | 10 | 163,79  | 88        | 10 | 10 | 88,17  | 7,99   |    |      |
|      |            | 209   | Izq  | 1,504 | 1,455 |       | 9,80           | 120        | 44 | 50 | 120,75  | 88        | 36 | 20 | 88,61  | 9,79   |    |      |
|      | 0 + 420    | 216   | Eje  | 1,592 | 1,455 |       | 27,40          | 152        | 36 | 0  | 152,60  | 88        | 22 | 20 | 88,37  | 27,38  |    |      |
|      |            | 217   | Der  | 1,595 | 1,455 |       | 28,00          | 159        | 45 | 30 | 159,76  | 88        | 22 | 40 | 88,38  | 27,98  |    |      |
|      |            | 218   | Izq  | 1,599 | 1,455 |       | 28,80          | 145        | 46 | 0  | 145,77  | 88        | 37 | 0  | 88,62  | 28,78  |    |      |
|      | 0 + 440    | 221   | Eje  | 1,694 | 1,455 |       | 47,80          | 154        | 44 | 20 | 154,74  | 88        | 45 | 40 | 88,76  | 47,78  |    |      |
|      |            | 222   | Der  | 1,696 | 1,455 |       | 48,20          | 158        | 59 | 30 | 158,99  | 88        | 35 | 20 | 88,59  | 48,17  |    |      |
|      |            | 223   | Izq  | 1,696 | 1,455 |       | 48,20          | 149        | 22 | 50 | 149,38  | 88        | 32 | 10 | 88,54  | 48,17  |    |      |
|      | 0 + 460    | 226   | Eje  | 1,791 | 1,455 |       | 67,20          | 155        | 17 | 10 | 155,29  | 89        | 9  | 0  | 89,15  | 67,19  |    |      |
|      |            | 227   | Der  | 1,792 | 1,455 |       | 67,40          | 158        | 33 | 10 | 158,55  | 89        | 13 | 50 | 89,23  | 67,39  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 5

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC       | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|            |         |       |            | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|            |         | 228   | Izq        | 1,794 | 1,455 |       | 67,80          | 152        | 14 | 10 | 152,24  | 89        | 15 | 20 | 89,26  | 67,79  |    |      |
|            | 0 + 480 | 231   | Eje        | 1,895 | 1,455 |       | 88,00          | 155        | 38 | 40 | 155,64  | 89        | 31 | 40 | 89,53  | 87,99  |    |      |
|            |         | 232   | Der        | 1,889 | 1,455 |       | 86,80          | 158        | 0  | 20 | 158,01  | 89        | 33 | 30 | 89,56  | 86,79  |    |      |
|            |         | 233   | Izq        | 1,895 | 1,455 |       | 88,00          | 153        | 18 | 0  | 153,30  | 89        | 34 | 0  | 89,57  | 87,99  |    |      |
|            | 0 + 500 | 236   | Eje        | 1,993 | 1,455 |       | 107,60         | 155        | 47 | 20 | 155,79  | 89        | 51 | 0  | 89,85  | 107,60 |    |      |
|            |         | 237   | Der        | 2,991 | 2,455 |       | 107,20         | 157        | 21 | 30 | 157,36  | 89        | 17 | 0  | 89,28  | 107,18 |    |      |
|            |         | 238   | Izq        | 1,997 | 1,455 |       | 108,40         | 153        | 49 | 20 | 153,82  | 89        | 54 | 40 | 89,91  | 108,40 |    |      |
|            |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|            |         | E - 5 |            | 2,020 | 1,480 | 0,940 | 107,50         | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 90        | 7  | 27 | 90,12  | 107,50 |    |      |
| E - 6      |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,480 |         | E - 7 | <u>OJO</u> | 1,832 | 1,480 | 1,130 | 70,40          |            |    |    | 0,00    | 92        | 45 | 49 | 92,76  | 70,24  |    |      |
|            | 0 + 510 | 241   | Eje        | 1,532 | 1,480 |       | 10,40          | 199        | 19 | 40 | 199,33  | 91        | 48 | 50 | 91,81  | 10,39  |    |      |
|            |         | 242   | Izq        | 1,528 | 1,480 |       | 9,60           | 180        | 26 | 50 | 180,45  | 91        | 50 | 10 | 91,84  | 9,59   |    |      |
|            |         | 243   | Der        | 1,537 | 1,480 |       | 11,40          | 212        | 50 | 20 | 212,84  | 91        | 56 | 30 | 91,94  | 11,39  |    |      |
|            | 0 + 520 | 246   | Eje        | 1,580 | 1,480 |       | 20,00          | 191        | 4  | 0  | 191,07  | 92        | 6  | 50 | 92,11  | 19,97  |    |      |
|            |         | 247   | Izq        | 1,579 | 1,480 |       | 19,80          | 182        | 16 | 10 | 182,27  | 92        | 16 | 30 | 92,28  | 19,77  |    |      |
|            |         | 248   | Der        | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 198        | 44 | 0  | 198,73  | 92        | 5  | 50 | 92,10  | 20,17  |    |      |
|            | 0 + 530 | 251   | Eje        | 1,629 | 1,480 |       | 29,80          | 190        | 12 | 50 | 190,21  | 92        | 18 | 30 | 92,31  | 29,75  |    |      |
|            |         | 252   | Der        | 1,631 | 1,480 |       | 30,20          | 195        | 49 | 40 | 195,83  | 92        | 22 | 0  | 92,37  | 30,15  |    |      |
|            |         | 253   | Izq        | 1,631 | 1,480 |       | 30,20          | 184        | 16 | 40 | 184,28  | 92        | 24 | 50 | 92,41  | 30,15  |    |      |
|            | 0 + 540 | 254   | Eje        | 1,682 | 1,480 |       | 40,40          | 191        | 0  | 0  | 191,00  | 92        | 27 | 10 | 92,45  | 40,33  |    |      |
|            |         | 255   | Der        | 1,681 | 1,480 |       | 40,20          | 195        | 5  | 10 | 195,09  | 92        | 30 | 30 | 92,51  | 40,12  |    |      |
|            |         | 256   | Izq        | 1,683 | 1,480 |       | 40,60          | 186        | 21 | 20 | 186,36  | 92        | 30 | 10 | 92,50  | 40,52  |    |      |
|            |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|            |         | E - 6 |            | 1,831 | 1,480 | 1,125 | 70,40          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 87        | 14 | 11 | 87,24  | 70,24  |    |      |
| E - 7      |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,480 |         | E - 8 |            | 1,838 | 1,480 | 1,120 | 71,90          | 219        | 9  | 0  | 219,15  | 94        | 54 | 20 | 94,91  | 71,37  |    |      |
|            | 0 + 550 | 257   | Eje        | 1,583 | 1,480 |       | 20,60          | 4          | 56 | 40 | 4,94    | 86        | 58 | 0  | 86,97  | 20,54  |    |      |
|            |         | 258   | Der        | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 356        | 6  | 10 | 356,10  | 87        | 3  | 0  | 87,05  | 20,15  |    |      |
|            |         | 259   | Izq        | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 14         | 20 | 50 | 14,35   | 86        | 59 | 0  | 86,98  | 20,14  |    |      |
|            | 0 + 560 | 260   | Eje        | 1,533 | 1,480 |       | 10,60          | 1          | 5  | 10 | 1,09    | 86        | 56 | 10 | 86,94  | 10,57  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 6

| EST.      | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|-----------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|           |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|           |         | 261   | Izq  | 1,530 | 1,480 |       | 10,00          | 18         | 7  | 30 | 18,13   | 86        | 42 | 40 | 86,71  | 9,97   |    |      |
|           |         | 262   | Der  | 1,538 | 1,480 |       | 11,60          | 345        | 25 | 50 | 345,43  | 87        | 22 | 0  | 87,37  | 11,58  |    |      |
|           | 0 + 570 | 263   | Eje  | 1,494 | 1,480 |       | 2,80           | 289        | 30 | 40 | 289,51  | 89        | 4  | 30 | 89,08  | 2,80   |    |      |
|           |         | 264   | Der  | 1,508 | 1,480 |       | 5,60           | 292        | 1  | 50 | 292,03  | 89        | 31 | 30 | 89,53  | 5,60   |    |      |
|           | 0 + 580 | 265   | Eje  | 1,532 | 1,480 |       | 10,40          | 217        | 6  | 0  | 217,10  | 92        | 35 | 50 | 92,60  | 10,38  |    |      |
|           |         | 266   | Der  | 1,535 | 1,480 |       | 11,00          | 232        | 27 | 30 | 232,46  | 92        | 44 | 40 | 92,74  | 10,97  |    |      |
|           |         | 267   | Izq  | 1,531 | 1,480 |       | 10,20          | 197        | 20 | 30 | 197,34  | 92        | 40 | 0  | 92,67  | 10,18  |    |      |
|           | 0 + 590 | 268   | Eje  | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 212        | 57 | 0  | 212,95  | 93        | 10 | 0  | 93,17  | 20,14  |    |      |
|           |         | 269   | Izq  | 1,582 | 1,480 |       | 20,40          | 203        | 30 | 30 | 203,51  | 93        | 2  | 10 | 93,04  | 20,34  |    |      |
|           |         | 270   | Der  | 1,582 | 1,480 |       | 20,40          | 222        | 2  | 10 | 222,04  | 93        | 10 | 50 | 93,18  | 20,34  |    |      |
|           | 0 + 600 | 271   | Eje  | 1,629 | 1,480 |       | 29,80          | 213        | 34 | 30 | 213,58  | 93        | 27 | 10 | 93,45  | 29,69  |    |      |
|           |         | 272   | Der  | 1,631 | 1,480 |       | 30,20          | 219        | 9  | 0  | 219,15  | 93        | 36 | 30 | 93,61  | 30,08  |    |      |
|           |         | 273   | Izq  | 1,630 | 1,480 |       | 30,00          | 207        | 47 | 40 | 207,79  | 93        | 34 | 20 | 93,57  | 29,88  |    |      |
|           |         | 274   |      | 1,619 | 1,480 |       | 27,80          | 206        | 16 | 20 | 206,27  | 93        | 27 | 20 | 93,46  | 27,70  |    |      |
|           |         | 275   |      | 1,659 | 1,480 |       | 35,80          | 208        | 28 | 40 | 208,48  | 93        | 37 | 10 | 93,62  | 35,66  |    |      |
|           |         | 276   |      | 1,619 | 1,480 |       | 27,80          | 198        | 21 | 30 | 198,36  | 92        | 55 | 20 | 92,92  | 27,73  |    |      |
|           |         | 277   |      | 1,651 | 1,480 |       | 34,20          | 199        | 42 | 50 | 199,71  | 92        | 29 | 30 | 92,49  | 34,14  |    |      |
|           | 0 + 610 | 278   | Eje  | 1,680 | 1,480 |       | 40,00          | 215        | 9  | 20 | 215,16  | 93        | 46 | 20 | 93,77  | 39,83  |    |      |
|           |         | 279   | Izq  | 1,681 | 1,480 |       | 40,20          | 210        | 18 | 40 | 210,31  | 93        | 45 | 0  | 93,75  | 40,03  |    |      |
|           |         | 280   | Der  | 1,682 | 1,480 |       | 40,40          | 219        | 9  | 50 | 219,16  | 93        | 54 | 0  | 93,90  | 40,21  |    |      |
|           | 0 + 620 | 281   | Eje  | 1,730 | 1,480 |       | 50,00          | 216        | 47 | 40 | 216,79  | 94        | 4  | 40 | 94,08  | 49,75  |    |      |
|           |         | 282   | Izq  | 1,732 | 1,480 |       | 50,40          | 212        | 58 | 0  | 212,97  | 94        | 2  | 0  | 94,03  | 50,15  |    |      |
|           |         | 283   | Der  | 1,727 | 1,480 |       | 49,40          | 220        | 20 | 10 | 220,34  | 94        | 7  | 50 | 94,13  | 49,14  |    |      |
|           |         | E - 7 |      | 1,860 | 1,500 | 1,140 | 71,90          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 85        | 5  | 40 | 85,09  | 71,37  |    |      |
| E - 8     |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,50 |         | E - 9 |      | 2,308 | 1,500 | 0,635 | 167,40         | 197        | 43 | 0  | 197,72  | 95        | 22 | 45 | 95,38  | 165,93 |    |      |
|           | 0 + 630 | 284   | Eje  | 1,558 | 1,500 |       | 11,60          | 0          | 23 | 50 | 0,40    | 84        | 20 | 30 | 84,34  | 11,49  |    |      |
|           |         | 285   | Der  | 1,563 | 1,500 |       | 12,60          | 345        | 31 | 10 | 345,52  | 85        | 6  | 10 | 85,10  | 12,51  |    |      |
|           |         | 286   | Izq  | 1,565 | 1,500 |       | 13,00          | 17         | 55 | 30 | 17,93   | 84        | 16 | 0  | 84,27  | 12,87  |    |      |
|           | 0 + 650 | 287   | Eje  | 1,548 | 1,500 |       | 9,60           | 214        | 13 | 50 | 214,23  | 95        | 24 | 50 | 95,41  | 9,51   |    |      |
|           |         | 288   | Izq  | 1,543 | 1,500 |       | 8,60           | 192        | 7  | 10 | 192,12  | 95        | 43 | 10 | 95,72  | 8,51   |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 7

| EST.      | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|-----------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|           |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|           |         | 289   | Der  | 1,558 | 1,500 |       | 11,60          | 230        | 47 | 40 | 230,79  | 94        | 52 | 40 | 94,88  | 11,52  |    |      |
|           | 0 + 670 | 290   | Eje  | 1,645 | 1,500 |       | 29,00          | 202        | 9  | 50 | 202,16  | 95        | 50 | 10 | 95,84  | 28,70  |    |      |
|           |         | 291   | Izq  | 1,647 | 1,500 |       | 29,40          | 195        | 14 | 50 | 195,25  | 95        | 50 | 30 | 95,84  | 29,10  |    |      |
|           |         | 292   | Der  | 1,648 | 1,500 |       | 29,60          | 208        | 8  | 0  | 208,13  | 95        | 50 | 0  | 95,83  | 29,29  |    |      |
|           | 0 + 690 | 293   | Eje  | 1,744 | 1,500 |       | 48,80          | 200        | 2  | 50 | 200,05  | 95        | 51 | 30 | 95,86  | 48,29  |    |      |
|           |         | 294   | Izq  | 2,745 | 2,500 |       | 49,00          | 196        | 11 | 30 | 196,19  | 94        | 46 | 0  | 94,77  | 48,66  |    |      |
|           |         | 295   | Der  | 1,750 | 1,500 |       | 50,00          | 203        | 34 | 30 | 203,58  | 95        | 53 | 30 | 95,89  | 49,47  |    |      |
|           | 0 + 710 | 296   | Eje  | 1,844 | 1,500 |       | 68,80          | 199        | 20 | 20 | 199,34  | 95        | 53 | 0  | 95,88  | 68,08  |    |      |
|           |         | 297   | Izq  | 2,848 | 2,500 |       | 69,60          | 196        | 12 | 30 | 196,21  | 95        | 4  | 30 | 95,08  | 69,06  |    |      |
|           |         | 298   | Der  | 1,85  | 1,500 |       | 70,00          | 202        | 15 | 10 | 202,25  | 95        | 53 | 20 | 95,89  | 69,26  |    |      |
|           | 0 + 730 | 299   | Eje  | 1,950 | 1,500 |       | 90,00          | 199        | 1  | 40 | 199,03  | 95        | 53 | 20 | 95,89  | 89,05  |    |      |
|           |         | 300   | Der  | 1,947 | 1,500 |       | 89,40          | 201        | 0  | 50 | 201,01  | 95        | 54 | 40 | 95,91  | 88,45  |    |      |
|           |         | 301   | Izq  | 1,949 | 1,500 |       | 89,80          | 196        | 29 | 0  | 196,48  | 95        | 55 | 30 | 95,93  | 88,84  |    |      |
|           | 0 + 750 | 302   | Eje  | 2,049 | 1,500 |       | 109,80         | 198        | 26 | 30 | 198,44  | 95        | 52 | 30 | 95,88  | 108,65 |    |      |
|           |         | 303   | Der  | 2,055 | 1,500 |       | 111,00         | 202        | 10 | 0  | 202,17  | 95        | 53 | 0  | 95,88  | 109,83 |    |      |
|           |         | 304   | Izq  | 3,05  | 2,500 |       | 110,00         | 196        | 33 | 30 | 196,56  | 95        | 21 | 20 | 95,36  | 109,04 |    |      |
|           | 0 + 770 | 305   | Eje  | 2,148 | 1,500 |       | 129,60         | 198        | 8  | 40 | 198,14  | 95        | 51 | 40 | 95,86  | 128,25 |    |      |
|           |         | 306   | Der  | 2,150 | 1,500 |       | 130,00         | 199        | 47 | 0  | 199,78  | 95        | 50 | 10 | 95,84  | 128,66 |    |      |
|           |         | 307   | Izq  | 2,140 | 1,500 |       | 128,00         | 196        | 36 | 50 | 196,61  | 95        | 54 | 10 | 95,90  | 126,65 |    |      |
|           |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|           |         | E - 8 |      | 2,387 | 1,550 | 0,712 | 167,40         | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 84        | 37 | 15 | 84,62  | 165,93 |    |      |
|           | E - 9   |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,55 | 0 + 790 | 308   | Eje  | 1,683 | 1,550 |       | 26,60          | 358        | 44 | 20 | 358,74  | 86        | 30 | 10 | 86,50  | 26,50  |    |      |
|           |         | 309   | Izq  | 1,685 | 1,550 |       | 27,00          | 6          | 0  | 0  | 6,00    | 86        | 34 | 20 | 86,57  | 26,90  |    |      |
|           |         | 310   | Der  | 1,684 | 1,550 |       | 26,80          | 351        | 33 | 30 | 351,56  | 86        | 36 | 10 | 86,60  | 26,71  |    |      |
|           |         | 311   |      | 1,855 | 1,550 |       | 61,00          | 3          | 10 | 40 | 3,18    | 85        | 30 | 10 | 85,50  | 60,62  |    |      |
|           |         | 312   |      | 1,865 | 1,550 |       | 63,00          | 8          | 33 | 0  | 8,55    | 86        | 3  | 0  | 86,05  | 62,70  |    |      |
|           |         | 313   |      | 1,861 | 1,550 |       | 62,20          | 13         | 41 | 20 | 13,69   | 86        | 23 | 40 | 86,39  | 61,95  |    |      |
|           |         | 314   |      | 1,790 | 1,550 |       | 48,00          | 12         | 4  | 0  | 12,07   | 86        | 14 | 10 | 86,24  | 47,79  |    |      |
|           |         | 315   |      | 1,769 | 1,550 |       | 43,80          | 16         | 32 | 40 | 16,54   | 86        | 29 | 10 | 86,49  | 43,64  |    |      |
|           |         | 316   |      | 1,703 | 1,550 |       | 30,60          | 6          | 59 | 20 | 6,99    | 86        | 31 | 10 | 86,52  | 30,49  |    |      |
|           | 0 + 800 | 317   | Eje  | 1,631 | 1,550 |       | 16,20          | 353        | 1  | 10 | 353,02  | 86        | 51 | 20 | 86,86  | 16,15  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 8

| EST.      | ABCISA  | PTO | UBIC | HILOS |       |     | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH    | DV | COTA |
|-----------|---------|-----|------|-------|-------|-----|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|-------|----|------|
|           |         |     |      | SUP   | MED   | INF |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |       |    |      |
|           |         | 318 |      | 1,630 | 1,550 |     | 16,00          | 359        | 41 | 30 | 359,69  | 86        | 41 | 10 | 86,69  | 15,95 |    |      |
|           |         | 319 | Der  | 1,639 | 1,550 |     | 17,80          | 342        | 46 | 20 | 342,77  | 87        | 15 | 50 | 87,26  | 17,76 |    |      |
|           | 0 + 800 | 320 | Eje  | 1,630 | 1,550 |     | 16,00          | 6          | 49 | 0  | 6,82    | 86        | 57 | 50 | 86,96  | 15,96 |    |      |
|           |         | 321 | Izq  | 1,629 | 1,550 |     | 15,80          | 14         | 22 | 30 | 14,38   | 87        | 7  | 30 | 87,13  | 15,76 |    |      |
|           | 0 + 810 | 322 | Eje  | 1,588 | 1,550 |     | 7,60           | 324        | 26 | 0  | 324,43  | 87        | 52 | 50 | 87,88  | 7,59  |    |      |
|           |         | 323 | Der  | 1,600 | 1,550 |     | 10,00          | 317        | 3  | 30 | 317,06  | 88        | 50 | 40 | 88,84  | 10,00 |    |      |
| E - 10    |         | 324 |      | 1,580 | 1,550 |     | 6,00           | 2          | 47 | 30 | 2,79    | 86        | 46 | 0  | 86,77  | 5,98  |    |      |
| ha = 1,55 | 0 + 820 | 325 | Eje  | 1,581 | 1,550 |     | 6,20           | 235        | 36 | 50 | 235,61  | 92        | 41 | 20 | 92,69  | 6,19  |    |      |
|           |         | 326 | Der  | 1,600 | 1,550 |     | 10,00          | 254        | 17 | 10 | 254,29  | 92        | 7  | 30 | 92,13  | 9,99  |    |      |
|           |         | 327 | Izq  | 1,574 | 1,550 |     | 4,80           | 196        | 30 | 20 | 196,51  | 92        | 45 | 10 | 92,75  | 4,79  |    |      |
|           | 0 + 830 | 328 | Eje  | 1,626 | 1,550 |     | 15,20          | 210        | 19 | 0  | 210,32  | 92        | 56 | 50 | 92,95  | 15,16 |    |      |
|           |         | 329 | Der  | 1,630 | 1,550 |     | 16,00          | 224        | 6  | 10 | 224,10  | 92        | 45 | 10 | 92,75  | 15,96 |    |      |
|           |         | 330 | Izq  | 1,625 | 1,550 |     | 15,00          | 196        | 57 | 30 | 196,96  | 92        | 40 | 0  | 92,67  | 14,97 |    |      |
|           | 0 + 840 | 331 | Eje  | 1,676 | 1,550 |     | 25,20          | 206        | 15 | 10 | 206,25  | 92        | 38 | 40 | 92,64  | 25,15 |    |      |
|           |         | 332 | Der  | 1,681 | 1,550 |     | 26,20          | 214        | 59 | 40 | 214,99  | 92        | 36 | 0  | 92,60  | 26,15 |    |      |
|           |         | 333 | Izq  | 1,679 | 1,550 |     | 25,80          | 198        | 26 | 30 | 198,44  | 92        | 24 | 10 | 92,40  | 25,75 |    |      |
|           | 0 + 850 | 334 | Eje  | 1,727 | 1,550 |     | 35,40          | 206        | 12 | 30 | 206,21  | 92        | 21 | 40 | 92,36  | 35,34 |    |      |
|           |         | 335 | Der  | 1,730 | 1,550 |     | 36,00          | 212        | 4  | 10 | 212,07  | 92        | 21 | 40 | 92,36  | 35,94 |    |      |
|           |         | 336 | Izq  | 1,727 | 1,550 |     | 35,40          | 200        | 8  | 30 | 200,14  | 92        | 12 | 10 | 92,20  | 35,35 |    |      |
|           | 0 + 860 | 337 | Eje  | 1,779 | 1,550 |     | 45,80          | 206        | 50 | 20 | 206,84  | 92        | 5  | 10 | 92,09  | 45,74 |    |      |
|           |         | 338 | Der  | 1,778 | 1,550 |     | 45,60          | 210        | 47 | 20 | 210,79  | 92        | 8  | 10 | 92,14  | 45,54 |    |      |
|           |         | 339 | Izq  | 1,780 | 1,550 |     | 46,00          | 201        | 54 | 10 | 201,90  | 91        | 57 | 30 | 91,96  | 45,95 |    |      |
|           | 0 + 870 | 340 | Eje  | 1,829 | 1,550 |     | 55,80          | 207        | 43 | 0  | 207,72  | 91        | 49 | 10 | 91,82  | 55,74 |    |      |
|           |         | 341 | Der  | 1,827 | 1,550 |     | 55,40          | 211        | 14 | 30 | 211,24  | 91        | 53 | 0  | 91,88  | 55,34 |    |      |
|           |         | 342 | Izq  | 1,830 | 1,550 |     | 56,00          | 203        | 41 | 20 | 203,69  | 91        | 42 | 40 | 91,71  | 55,95 |    |      |
|           | 0 + 880 | 343 | Eje  | 1,879 | 1,550 |     | 65,80          | 208        | 47 | 50 | 208,80  | 91        | 35 | 10 | 91,59  | 65,75 |    |      |
|           |         | 344 | Izq  | 1,881 | 1,550 |     | 66,20          | 205        | 26 | 50 | 205,45  | 91        | 29 | 50 | 91,50  | 66,15 |    |      |
|           | 0 + 890 | 345 | Eje  | 1,925 | 1,550 |     | 75,00          | 209        | 59 | 0  | 209,98  | 91        | 19 | 50 | 91,33  | 74,96 |    |      |
|           |         | 346 | Izq  | 1,930 | 1,550 |     | 76,00          | 207        | 15 | 50 | 207,26  | 91        | 14 | 50 | 91,25  | 75,96 |    |      |
|           | 0 + 900 | 347 |      | 1,980 | 1,550 |     | 86,00          | 210        | 16 | 50 | 210,28  | 90        | 55 | 0  | 90,92  | 85,98 |    |      |
|           |         | 348 |      | 1,962 | 1,550 |     | 82,40          | 208        | 28 | 30 | 208,48  | 91        | 2  | 20 | 91,04  | 82,37 |    |      |
|           |         | 349 |      | 1,969 | 1,550 |     | 83,80          | 207        | 32 | 10 | 207,54  | 90        | 58 | 0  | 90,97  | 83,78 |    |      |



**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 1

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|            |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | '' | °       | °         | '  | '' | °      |        |    |      |
|            | 0 + 000 | 0     | Eje  | 1,848 | 1,638 |       | 42,00          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 92        | 31 | 20 | 92,52  | 41,92  |    |      |
| E - 1      |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,638 |         | E - 2 |      | 2,159 | 1,638 | 1,102 | 106,25         | 239        | 29 | 50 | 239,50  | 83        | 55 | 10 | 83,92  | 105,06 |    |      |
|            |         | 1     | Izq  | 1,858 | 1,638 |       | 44,00          | 4          | 31 | 50 | 4,53    | 92        | 25 | 30 | 92,43  | 43,92  |    |      |
|            |         | 2     | Der  | 1,844 | 1,638 |       | 41,20          | 354        | 52 | 10 | 354,87  | 92        | 42 | 20 | 92,71  | 41,11  |    |      |
|            | 0 + 010 | 10    | Eje  | 1,801 | 1,638 |       | 32,60          | 4          | 16 | 30 | 4,28    | 92        | 55 | 30 | 92,93  | 32,52  |    |      |
|            |         | 12    | Der  | 1,799 | 1,638 |       | 32,20          | 359        | 28 | 40 | 359,48  | 93        | 8  | 50 | 93,15  | 32,10  |    |      |
|            | 0 + 020 | 25    | Eje  | 1,753 | 1,638 |       | 23,00          | 10         | 5  | 40 | 10,09   | 93        | 4  | 30 | 93,08  | 22,93  |    |      |
|            |         | 26    | Der  | 1,750 | 1,638 |       | 22,40          | 1          | 46 | 10 | 1,77    | 93        | 18 | 0  | 93,30  | 22,33  |    |      |
|            | 0 + 030 | 31    | Eje  | 1,702 | 1,638 |       | 12,80          | 10         | 0  | 30 | 10,01   | 93        | 11 | 30 | 93,19  | 12,76  |    |      |
|            |         | 33    | Der  | 1,706 | 1,638 |       | 13,60          | 351        | 47 | 50 | 351,80  | 93        | 21 | 0  | 93,35  | 13,55  |    |      |
|            | 0 + 040 | 44    | Eje  | 1,659 | 1,638 |       | 4,20           | 335        | 28 | 20 | 335,47  | 92        | 8  | 50 | 92,15  | 4,19   |    |      |
|            |         | 45    | Der  | 1,664 | 1,638 |       | 5,20           | 320        | 41 | 20 | 320,69  | 92        | 12 | 40 | 92,21  | 5,19   |    |      |
|            |         | 53    | Izq  | 1,652 | 1,638 |       | 2,80           | 31         | 18 | 50 | 31,31   | 93        | 8  | 40 | 93,14  | 2,79   |    |      |
|            | 0 + 050 | 57    | Eje  | 1,687 | 1,638 |       | 9,80           | 242        | 13 | 30 | 242,23  | 86        | 39 | 30 | 86,66  | 9,77   |    |      |
|            |         | 58    | Der  | 1,690 | 1,638 |       | 10,40          | 257        | 40 | 40 | 257,68  | 87        | 25 | 40 | 87,43  | 10,38  |    |      |
|            |         | 61    | Izq  | 1,682 | 1,638 |       | 8,80           | 221        | 21 | 0  | 221,35  | 86        | 20 | 0  | 86,33  | 8,76   |    |      |
|            | 0 + 060 | 64    | Eje  | 1,730 | 1,638 |       | 18,40          | 237        | 19 | 50 | 237,33  | 85        | 59 | 50 | 86,00  | 18,31  |    |      |
|            |         | 65    | Der  | 1,733 | 1,638 |       | 19,00          | 246        | 10 | 30 | 246,18  | 86        | 14 | 50 | 86,25  | 18,92  |    |      |
|            |         | 68    | Izq  | 1,730 | 1,638 |       | 18,40          | 227        | 18 | 0  | 227,30  | 86        | 5  | 10 | 86,09  | 18,31  |    |      |
|            | 0 + 080 | 70    | Eje  | 1,832 | 1,638 |       | 38,80          | 239        | 14 | 40 | 239,24  | 85        | 22 | 20 | 85,37  | 38,55  |    |      |
|            |         | 71    | Der  | 1,831 | 1,638 |       | 38,60          | 244        | 3  | 0  | 244,05  | 85        | 29 | 30 | 85,49  | 38,36  |    |      |
|            |         | 72    | Izq  | 1,836 | 1,638 |       | 39,60          | 233        | 46 | 20 | 233,77  | 85        | 38 | 40 | 85,64  | 39,37  |    |      |
|            |         | 74    |      | 1,791 | 1,638 |       | 30,60          | 231        | 55 | 40 | 231,93  | 85        | 59 | 20 | 85,99  | 30,45  |    |      |
|            |         | 76    |      | 1,810 | 1,638 |       | 34,40          | 226        | 28 | 0  | 226,47  | 85        | 52 | 10 | 85,87  | 34,22  |    |      |
|            |         | 79    |      | 2,820 | 2,638 |       | 36,40          | 219        | 39 | 10 | 219,65  | 84        | 3  | 40 | 84,06  | 36,01  |    |      |
|            |         | 80    |      | 3,834 | 3,638 |       | 39,20          | 210        | 16 | 30 | 210,28  | 82        | 17 | 30 | 82,29  | 38,49  |    |      |
|            |         | 82    |      | 1,833 | 1,638 |       | 39,00          | 232        | 57 | 0  | 232,95  | 85        | 56 | 40 | 85,94  | 38,80  |    |      |
|            |         | 83    |      | 3,848 | 3,638 |       | 42,00          | 215        | 24 | 40 | 215,41  | 82        | 49 | 20 | 82,82  | 41,34  |    |      |
|            | 0 + 100 | 81    | Eje  | 1,931 | 1,638 |       | 58,60          | 240        | 11 | 10 | 240,19  | 84        | 46 | 40 | 84,78  | 58,11  |    |      |
|            |         | 84    | Der  | 1,935 | 1,638 |       | 59,40          | 243        | 50 | 0  | 243,83  | 84        | 48 | 50 | 84,81  | 58,91  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 2

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|            |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|            |         | 86    | Izq  | 1,934 | 1,638 |       | 59,20          | 236        | 39 | 10 | 236,65  | 84        | 50 | 20 | 84,84  | 58,72  |    |      |
|            |         | E - 1 |      | 2,115 | 1,582 | 1,047 | 106,25         | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 96        | 4  | 50 | 96,08  | 105,06 |    |      |
| E - 2      |         | E - 3 |      | 1,943 | 1,582 | 1,210 | 73,40          | 186        | 50 | 40 | 186,84  | 84        | 16 | 50 | 84,28  | 72,67  |    |      |
| ha = 1,582 |         | E - 3 |      | 1,943 | 1,582 | 1,210 | 73,40          | 186        | 50 | 40 | 186,84  | 84        | 16 | 50 | 84,28  | 72,67  |    |      |
|            | 0 + 120 | 89    | Eje  | 1,721 | 1,582 |       | 27,80          | 356        | 46 | 30 | 356,78  | 97        | 6  | 20 | 97,11  | 27,37  |    |      |
|            |         | 90    | Der  | 1,722 | 1,582 |       | 28,00          | 349        | 39 | 20 | 349,66  | 96        | 56 | 20 | 96,94  | 27,59  |    |      |
|            |         | 94    | Izq  | 1,721 | 1,582 |       | 27,80          | 4          | 21 | 30 | 4,36    | 97        | 8  | 40 | 97,14  | 27,37  |    |      |
|            | 0 + 140 | 103   | Eje  | 1,622 | 1,582 |       | 8,00           | 343        | 28 | 40 | 343,48  | 96        | 46 | 40 | 96,78  | 7,89   |    |      |
|            |         | 105   | Der  | 1,632 | 1,582 |       | 10,00          | 323        | 45 | 50 | 323,76  | 95        | 34 | 20 | 95,57  | 9,91   |    |      |
|            |         | 106   | Izq  | 1,618 | 1,582 |       | 7,20           | 10         | 2  | 10 | 10,04   | 96        | 56 | 30 | 96,94  | 7,09   |    |      |
|            | 0 + 160 | 125   | Eje  | 1,647 | 1,582 |       | 13,00          | 194        | 16 | 40 | 194,28  | 83        | 13 | 10 | 83,22  | 12,82  |    |      |
|            |         | 126   | Der  | 1,651 | 1,582 |       | 13,80          | 209        | 26 | 0  | 209,43  | 83        | 47 | 20 | 83,79  | 13,64  |    |      |
|            |         | 130   | Izq  | 1,646 | 1,582 |       | 12,80          | 178        | 54 | 30 | 178,91  | 83        | 0  | 30 | 83,01  | 12,61  |    |      |
|            | 0 + 180 | 133   | Eje  | 1,745 | 1,582 |       | 32,60          | 187        | 6  | 40 | 187,11  | 83        | 22 | 10 | 83,37  | 32,17  |    |      |
|            |         | 134   | Izq  | 1,746 | 1,582 |       | 32,80          | 180        | 52 | 0  | 180,87  | 83        | 29 | 0  | 83,48  | 32,38  |    |      |
|            |         | 135   | Der  | 1,749 | 1,582 |       | 33,40          | 192        | 41 | 10 | 192,69  | 83        | 35 | 0  | 83,58  | 32,98  |    |      |
|            | 0 + 190 | 139   | Eje  | 1,800 | 1,582 |       | 43,60          | 186        | 9  | 50 | 186,16  | 86        | 33 | 30 | 86,56  | 43,44  |    |      |
|            |         | 140   | Der  | 1,799 | 1,582 |       | 43,40          | 191        | 0  | 20 | 191,01  | 83        | 45 | 0  | 83,75  | 42,89  |    |      |
|            |         | 141   | Izq  | 1,799 | 1,582 |       | 43,40          | 181        | 21 | 20 | 181,36  | 83        | 40 | 0  | 83,67  | 42,87  |    |      |
|            | 0 + 200 | 143   | Eje  | 1,846 | 1,582 |       | 52,80          | 185        | 54 | 50 | 185,91  | 83        | 52 | 10 | 83,87  | 52,20  |    |      |
|            |         | 145   | Der  | 1,847 | 1,582 |       | 53,00          | 190        | 1  | 20 | 190,02  | 85        | 52 | 20 | 85,87  | 52,73  |    |      |
|            |         | 146   | Izq  | 1,850 | 1,582 |       | 53,60          | 182        | 16 | 0  | 182,27  | 83        | 55 | 20 | 83,92  | 53,00  |    |      |
|            |         | E - 2 |      | 1,820 | 1,450 | 1,085 | 73,40          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 95        | 43 | 10 | 95,72  | 72,67  |    |      |
| E - 3      |         | E - 4 |      | 1,905 | 1,450 | 1,000 | 91,00          | 216        | 20 | 30 | 216,34  | 86        | 48 | 50 | 86,81  | 90,72  |    |      |
| ha = 1,450 |         | E - 4 |      | 1,905 | 1,450 | 1,000 | 91,00          | 216        | 20 | 30 | 216,34  | 86        | 48 | 50 | 86,81  | 90,72  |    |      |
|            | 0 + 210 | 148   | Eje  | 1,501 | 1,450 |       | 10,20          | 356        | 1  | 20 | 356,02  | 93        | 57 | 30 | 93,96  | 10,15  |    |      |
|            |         | 149   | Der  | 1,510 | 1,450 |       | 12,00          | 339        | 13 | 30 | 339,23  | 93        | 48 | 30 | 93,81  | 11,95  |    |      |
|            |         | 152   | Izq  | 1,500 | 1,450 |       | 10,00          | 16         | 15 | 50 | 16,26   | 94        | 12 | 0  | 94,20  | 9,95   |    |      |
|            | 0 + 220 | 155   | Eje  | 1,464 | 1,450 |       | 2,80           | 287        | 0  | 30 | 287,01  | 89        | 54 | 20 | 89,91  | 2,80   |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 3

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH    | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|-------|----|------|
|            |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |       |    |      |
| E - 3      |         | 156   | Der  | 1,485 | 1,450 |       | 7,00           | 287        | 47 | 40 | 287,79  | 90        | 46 | 20 | 90,77  | 7,00  |    |      |
| ha = 1,450 | 0 + 230 | 160'  | Eje  | 1,505 | 1,450 |       | 11,00          | 219        | 41 | 50 | 219,70  | 86        | 11 | 50 | 86,20  | 10,95 |    |      |
|            |         | 161   | Der  | 1,512 | 1,450 |       | 12,40          | 235        | 54 | 40 | 235,91  | 86        | 48 | 50 | 86,81  | 12,36 |    |      |
|            |         | 164   | Izq  | 1,505 | 1,450 |       | 11,00          | 198        | 33 | 0  | 198,55  | 86        | 45 | 40 | 86,76  | 10,96 |    |      |
|            | 0 + 240 | 166'  | Eje  | 1,552 | 1,450 |       | 20,40          | 213        | 6  | 30 | 213,11  | 86        | 45 | 40 | 86,76  | 20,33 |    |      |
|            |         | 167   | Der  | 1,558 | 1,450 |       | 21,60          | 223        | 31 | 0  | 223,52  | 86        | 26 | 30 | 86,44  | 21,52 |    |      |
|            |         | 170   | Izq  | 1,557 | 1,450 |       | 21,40          | 202        | 47 | 40 | 202,79  | 86        | 24 | 20 | 86,41  | 21,32 |    |      |
|            | 0 + 250 | 172'  | Eje  | 1,605 | 1,450 |       | 31,00          | 213        | 41 | 40 | 213,69  | 86        | 11 | 30 | 86,19  | 30,86 |    |      |
|            |         | 173   | Der  | 1,608 | 1,450 |       | 31,60          | 220        | 42 | 50 | 220,71  | 86        | 20 | 10 | 86,34  | 31,47 |    |      |
|            |         | 176   | Izq  | 1,605 | 1,450 |       | 31,00          | 206        | 11 | 0  | 206,18  | 86        | 20 | 30 | 86,34  | 30,87 |    |      |
|            | 0 + 270 | 178'  | Eje  | 1,705 | 1,450 |       | 51,00          | 214        | 33 | 0  | 214,55  | 86        | 21 | 20 | 86,36  | 50,79 |    |      |
|            |         | 179   | Der  | 1,708 | 1,450 |       | 51,60          | 218        | 27 | 20 | 218,46  | 86        | 24 | 50 | 86,41  | 51,40 |    |      |
|            |         | 180   | Izq  | 1,709 | 1,450 |       | 51,80          | 210        | 22 | 10 | 210,37  | 86        | 40 | 10 | 86,67  | 51,63 |    |      |
|            | 0 + 290 | 180'  | Eje  | 1,808 | 1,450 |       | 71,60          | 215        | 2  | 0  | 215,03  | 86        | 50 | 30 | 86,84  | 71,38 |    |      |
|            |         | 181   | Der  | 2,807 | 2,450 |       | 71,40          | 217        | 51 | 20 | 217,86  | 85        | 43 | 40 | 85,73  | 71,00 |    |      |
|            |         | 182   | Izq  | 1,806 | 1,450 |       | 71,20          | 211        | 47 | 40 | 211,79  | 86        | 53 | 50 | 86,90  | 70,99 |    |      |
|            | 0 + 300 | 182'  | Eje  | 1,855 | 1,450 |       | 81,00          | 215        | 2  | 10 | 215,04  | 86        | 50 | 40 | 86,84  | 80,75 |    |      |
|            |         | 183   | Der  | 1,857 | 1,450 |       | 81,40          | 217        | 32 | 50 | 217,55  | 86        | 50 | 0  | 86,83  | 81,15 |    |      |
|            |         | 184   | Izq  | 1,856 | 1,450 |       | 81,20          | 212        | 31 | 50 | 212,53  | 86        | 54 | 20 | 86,91  | 80,96 |    |      |
|            | 0 + 310 | 184'  | Eje  | 1,910 | 1,450 |       | 92,00          | 214        | 50 | 50 | 214,85  | 86        | 49 | 30 | 86,83  | 91,72 |    |      |
|            |         | 185   | Der  | 1,907 | 1,450 |       | 91,40          | 217        | 3  | 40 | 217,06  | 86        | 34 | 20 | 86,57  | 91,07 |    |      |
|            |         | 186   | Izq  | 1,910 | 1,450 |       | 92,00          | 212        | 31 | 30 | 212,53  | 86        | 53 | 50 | 86,90  | 91,73 |    |      |
|            |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |       |    |      |
|            |         | E - 3 |      | 1,950 | 1,490 | 1,035 | 91,00          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 93        | 11 | 10 | 93,19  | 90,72 |    |      |
| E - 4      |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |       |    |      |
| ha = 1,490 |         | E - 5 |      | 1,900 | 1,490 | 1,088 | 81,20          | 147        | 46 | 4  | 147,77  | 87        | 5  | 45 | 87,10  | 80,99 |    |      |
|            | 0 + 320 | 187   | Eje  | 1,540 | 1,490 |       | 10,00          | 155        | 1  | 20 | 155,02  | 87        | 12 | 30 | 87,21  | 9,98  |    |      |
|            |         | 187'  | Der  | 1,540 | 1,490 |       | 10,00          | 172        | 18 | 50 | 172,31  | 87        | 14 | 50 | 87,25  | 9,98  |    |      |
|            |         | 188   | Izq  | 1,548 | 1,490 |       | 11,60          | 139        | 52 | 10 | 139,87  | 87        | 52 | 50 | 87,88  | 11,58 |    |      |
|            | 0 + 330 | 189   | Eje  | 1,588 | 1,490 |       | 19,60          | 159        | 42 | 50 | 159,71  | 87        | 13 | 20 | 87,22  | 19,55 |    |      |
|            |         | 190   | Der  | 1,590 | 1,490 |       | 20,00          | 167        | 33 | 20 | 167,56  | 87        | 15 | 30 | 87,26  | 19,95 |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 4

| EST. | ABCISA     | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------|------------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|      |            |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|      |            | 191   | Izq  | 1,592 | 1,490 |       | 20,40          | 151        | 3  | 40 | 151,06  | 87        | 23 | 0  | 87,38  | 20,36  |    |      |
|      | 0 + 340    | 192   | Eje  | 1,642 | 1,490 |       | 30,40          | 159        | 20 | 0  | 159,33  | 87        | 0  | 30 | 87,01  | 30,32  |    |      |
|      |            | 193   | Der  | 1,643 | 1,490 |       | 30,60          | 164        | 40 | 20 | 164,67  | 87        | 7  | 10 | 87,12  | 30,52  |    |      |
|      |            | 194   | Izq  | 1,645 | 1,490 |       | 31,00          | 153        | 13 | 20 | 153,22  | 87        | 8  | 10 | 87,14  | 30,92  |    |      |
|      | 0 + 350    | 195   | Eje  | 1,689 | 1,490 |       | 39,80          | 157        | 30 | 40 | 157,51  | 87        | 4  | 20 | 87,07  | 39,70  |    |      |
|      |            | 196   | Der  | 1,691 | 1,490 |       | 40,20          | 161        | 37 | 20 | 161,62  | 87        | 0  | 0  | 87,00  | 40,09  |    |      |
|      |            | 197   | Izq  | 1,690 | 1,490 |       | 40,00          | 152        | 49 | 50 | 152,83  | 87        | 0  | 10 | 87,00  | 39,89  |    |      |
|      | 0 + 360    | 198   | Eje  | 1,741 | 1,490 |       | 50,20          | 155        | 4  | 40 | 155,08  | 87        | 3  | 0  | 87,05  | 50,07  |    |      |
|      |            | 199   | Der  | 1,743 | 1,490 |       | 50,60          | 158        | 12 | 10 | 158,20  | 87        | 5  | 10 | 87,09  | 50,47  |    |      |
|      |            | 200   | Izq  | 1,740 | 1,490 |       | 50,00          | 151        | 32 | 50 | 151,55  | 87        | 3  | 50 | 87,06  | 49,87  |    |      |
|      | 0 + 370    | 201   | Eje  | 1,785 | 1,490 |       | 59,00          | 152        | 29 | 30 | 152,49  | 86        | 59 | 50 | 87,00  | 58,84  |    |      |
|      |            | 202   | Der  | 1,790 | 1,490 |       | 60,00          | 154        | 42 | 40 | 154,71  | 87        | 2  | 0  | 87,03  | 59,84  |    |      |
|      |            | 203   | Izq  | 1,783 | 1,490 |       | 58,60          | 149        | 44 | 50 | 149,75  | 87        | 3  | 30 | 87,06  | 58,45  |    |      |
|      | 0 + 380    | 204   | Eje  | 1,840 | 1,490 |       | 70,00          | 149        | 27 | 20 | 149,46  | 87        | 3  | 20 | 87,06  | 69,82  |    |      |
|      |            | 205   | Der  | 1,845 | 1,490 |       | 71,00          | 151        | 26 | 20 | 151,44  | 87        | 6  | 40 | 87,11  | 70,82  |    |      |
|      |            | 206   | Izq  | 1,828 | 1,490 |       | 67,60          | 147        | 5  | 50 | 147,10  | 86        | 59 | 20 | 86,99  | 67,41  |    |      |
|      |            |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|      |            | E - 4 |      | 1,862 | 1,455 | 1,050 | 81,20          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 92        | 54 | 15 | 92,90  | 80,99  |    |      |
|      | E - 5      |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|      | ha = 1,455 | E - 6 |      | 1,995 | 1,455 | 0,925 | 107,50         | 154        | 7  | 20 | 154,12  | 89        | 52 | 40 | 89,88  | 107,50 |    |      |
|      | 0 + 400    | 207   | Eje  | 1,495 | 1,455 |       | 8,00           | 139        | 17 | 30 | 139,29  | 88        | 7  | 0  | 88,12  | 7,99   |    |      |
|      |            | 208   | Der  | 1,495 | 1,455 |       | 8,00           | 163        | 47 | 10 | 163,79  | 88        | 10 | 10 | 88,17  | 7,99   |    |      |
|      |            | 209   | Izq  | 1,504 | 1,455 |       | 9,80           | 120        | 44 | 50 | 120,75  | 88        | 36 | 20 | 88,61  | 9,79   |    |      |
|      | 0 + 420    | 216   | Eje  | 1,592 | 1,455 |       | 27,40          | 152        | 36 | 0  | 152,60  | 88        | 22 | 20 | 88,37  | 27,38  |    |      |
|      |            | 217   | Der  | 1,595 | 1,455 |       | 28,00          | 159        | 45 | 30 | 159,76  | 88        | 22 | 40 | 88,38  | 27,98  |    |      |
|      |            | 218   | Izq  | 1,599 | 1,455 |       | 28,80          | 145        | 46 | 0  | 145,77  | 88        | 37 | 0  | 88,62  | 28,78  |    |      |
|      | 0 + 440    | 221   | Eje  | 1,694 | 1,455 |       | 47,80          | 154        | 44 | 20 | 154,74  | 88        | 45 | 40 | 88,76  | 47,78  |    |      |
|      |            | 222   | Der  | 1,696 | 1,455 |       | 48,20          | 158        | 59 | 30 | 158,99  | 88        | 35 | 20 | 88,59  | 48,17  |    |      |
|      |            | 223   | Izq  | 1,696 | 1,455 |       | 48,20          | 149        | 22 | 50 | 149,38  | 88        | 32 | 10 | 88,54  | 48,17  |    |      |
|      | 0 + 460    | 226   | Eje  | 1,791 | 1,455 |       | 67,20          | 155        | 17 | 10 | 155,29  | 89        | 9  | 0  | 89,15  | 67,19  |    |      |
|      |            | 227   | Der  | 1,792 | 1,455 |       | 67,40          | 158        | 33 | 10 | 158,55  | 89        | 13 | 50 | 89,23  | 67,39  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 5

| EST.       | ABCISA  | PTO   | UBIC       | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|------------|---------|-------|------------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|            |         |       |            | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|            |         | 228   | Izq        | 1,794 | 1,455 |       | 67,80          | 152        | 14 | 10 | 152,24  | 89        | 15 | 20 | 89,26  | 67,79  |    |      |
|            | 0 + 480 | 231   | Eje        | 1,895 | 1,455 |       | 88,00          | 155        | 38 | 40 | 155,64  | 89        | 31 | 40 | 89,53  | 87,99  |    |      |
|            |         | 232   | Der        | 1,889 | 1,455 |       | 86,80          | 158        | 0  | 20 | 158,01  | 89        | 33 | 30 | 89,56  | 86,79  |    |      |
|            |         | 233   | Izq        | 1,895 | 1,455 |       | 88,00          | 153        | 18 | 0  | 153,30  | 89        | 34 | 0  | 89,57  | 87,99  |    |      |
|            | 0 + 500 | 236   | Eje        | 1,993 | 1,455 |       | 107,60         | 155        | 47 | 20 | 155,79  | 89        | 51 | 0  | 89,85  | 107,60 |    |      |
|            |         | 237   | Der        | 2,991 | 2,455 |       | 107,20         | 157        | 21 | 30 | 157,36  | 89        | 17 | 0  | 89,28  | 107,18 |    |      |
|            |         | 238   | Izq        | 1,997 | 1,455 |       | 108,40         | 153        | 49 | 20 | 153,82  | 89        | 54 | 40 | 89,91  | 108,40 |    |      |
|            |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|            |         | E - 5 |            | 2,020 | 1,480 | 0,940 | 107,50         | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 90        | 7  | 27 | 90,12  | 107,50 |    |      |
| E - 6      |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,480 |         | E - 7 | <u>OJO</u> | 1,832 | 1,480 | 1,130 | 70,40          |            |    |    | 0,00    | 92        | 45 | 49 | 92,76  | 70,24  |    |      |
|            | 0 + 510 | 241   | Eje        | 1,532 | 1,480 |       | 10,40          | 199        | 19 | 40 | 199,33  | 91        | 48 | 50 | 91,81  | 10,39  |    |      |
|            |         | 242   | Izq        | 1,528 | 1,480 |       | 9,60           | 180        | 26 | 50 | 180,45  | 91        | 50 | 10 | 91,84  | 9,59   |    |      |
|            |         | 243   | Der        | 1,537 | 1,480 |       | 11,40          | 212        | 50 | 20 | 212,84  | 91        | 56 | 30 | 91,94  | 11,39  |    |      |
|            | 0 + 520 | 246   | Eje        | 1,580 | 1,480 |       | 20,00          | 191        | 4  | 0  | 191,07  | 92        | 6  | 50 | 92,11  | 19,97  |    |      |
|            |         | 247   | Izq        | 1,579 | 1,480 |       | 19,80          | 182        | 16 | 10 | 182,27  | 92        | 16 | 30 | 92,28  | 19,77  |    |      |
|            |         | 248   | Der        | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 198        | 44 | 0  | 198,73  | 92        | 5  | 50 | 92,10  | 20,17  |    |      |
|            | 0 + 530 | 251   | Eje        | 1,629 | 1,480 |       | 29,80          | 190        | 12 | 50 | 190,21  | 92        | 18 | 30 | 92,31  | 29,75  |    |      |
|            |         | 252   | Der        | 1,631 | 1,480 |       | 30,20          | 195        | 49 | 40 | 195,83  | 92        | 22 | 0  | 92,37  | 30,15  |    |      |
|            |         | 253   | Izq        | 1,631 | 1,480 |       | 30,20          | 184        | 16 | 40 | 184,28  | 92        | 24 | 50 | 92,41  | 30,15  |    |      |
|            | 0 + 540 | 254   | Eje        | 1,682 | 1,480 |       | 40,40          | 191        | 0  | 0  | 191,00  | 92        | 27 | 10 | 92,45  | 40,33  |    |      |
|            |         | 255   | Der        | 1,681 | 1,480 |       | 40,20          | 195        | 5  | 10 | 195,09  | 92        | 30 | 30 | 92,51  | 40,12  |    |      |
|            |         | 256   | Izq        | 1,683 | 1,480 |       | 40,60          | 186        | 21 | 20 | 186,36  | 92        | 30 | 10 | 92,50  | 40,52  |    |      |
|            |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|            |         | E - 6 |            | 1,831 | 1,480 | 1,125 | 70,40          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 87        | 14 | 11 | 87,24  | 70,24  |    |      |
| E - 7      |         |       |            |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,480 |         | E - 8 |            | 1,838 | 1,480 | 1,120 | 71,90          | 219        | 9  | 0  | 219,15  | 94        | 54 | 20 | 94,91  | 71,37  |    |      |
|            | 0 + 550 | 257   | Eje        | 1,583 | 1,480 |       | 20,60          | 4          | 56 | 40 | 4,94    | 86        | 58 | 0  | 86,97  | 20,54  |    |      |
|            |         | 258   | Der        | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 356        | 6  | 10 | 356,10  | 87        | 3  | 0  | 87,05  | 20,15  |    |      |
|            |         | 259   | Izq        | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 14         | 20 | 50 | 14,35   | 86        | 59 | 0  | 86,98  | 20,14  |    |      |
|            | 0 + 560 | 260   | Eje        | 1,533 | 1,480 |       | 10,60          | 1          | 5  | 10 | 1,09    | 86        | 56 | 10 | 86,94  | 10,57  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 6

| EST.      | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|-----------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|           |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|           |         | 261   | Izq  | 1,530 | 1,480 |       | 10,00          | 18         | 7  | 30 | 18,13   | 86        | 42 | 40 | 86,71  | 9,97   |    |      |
|           |         | 262   | Der  | 1,538 | 1,480 |       | 11,60          | 345        | 25 | 50 | 345,43  | 87        | 22 | 0  | 87,37  | 11,58  |    |      |
|           | 0 + 570 | 263   | Eje  | 1,494 | 1,480 |       | 2,80           | 289        | 30 | 40 | 289,51  | 89        | 4  | 30 | 89,08  | 2,80   |    |      |
|           |         | 264   | Der  | 1,508 | 1,480 |       | 5,60           | 292        | 1  | 50 | 292,03  | 89        | 31 | 30 | 89,53  | 5,60   |    |      |
|           | 0 + 580 | 265   | Eje  | 1,532 | 1,480 |       | 10,40          | 217        | 6  | 0  | 217,10  | 92        | 35 | 50 | 92,60  | 10,38  |    |      |
|           |         | 266   | Der  | 1,535 | 1,480 |       | 11,00          | 232        | 27 | 30 | 232,46  | 92        | 44 | 40 | 92,74  | 10,97  |    |      |
|           |         | 267   | Izq  | 1,531 | 1,480 |       | 10,20          | 197        | 20 | 30 | 197,34  | 92        | 40 | 0  | 92,67  | 10,18  |    |      |
|           | 0 + 590 | 268   | Eje  | 1,581 | 1,480 |       | 20,20          | 212        | 57 | 0  | 212,95  | 93        | 10 | 0  | 93,17  | 20,14  |    |      |
|           |         | 269   | Izq  | 1,582 | 1,480 |       | 20,40          | 203        | 30 | 30 | 203,51  | 93        | 2  | 10 | 93,04  | 20,34  |    |      |
|           |         | 270   | Der  | 1,582 | 1,480 |       | 20,40          | 222        | 2  | 10 | 222,04  | 93        | 10 | 50 | 93,18  | 20,34  |    |      |
|           | 0 + 600 | 271   | Eje  | 1,629 | 1,480 |       | 29,80          | 213        | 34 | 30 | 213,58  | 93        | 27 | 10 | 93,45  | 29,69  |    |      |
|           |         | 272   | Der  | 1,631 | 1,480 |       | 30,20          | 219        | 9  | 0  | 219,15  | 93        | 36 | 30 | 93,61  | 30,08  |    |      |
|           |         | 273   | Izq  | 1,630 | 1,480 |       | 30,00          | 207        | 47 | 40 | 207,79  | 93        | 34 | 20 | 93,57  | 29,88  |    |      |
|           |         | 274   |      | 1,619 | 1,480 |       | 27,80          | 206        | 16 | 20 | 206,27  | 93        | 27 | 20 | 93,46  | 27,70  |    |      |
|           |         | 275   |      | 1,659 | 1,480 |       | 35,80          | 208        | 28 | 40 | 208,48  | 93        | 37 | 10 | 93,62  | 35,66  |    |      |
|           |         | 276   |      | 1,619 | 1,480 |       | 27,80          | 198        | 21 | 30 | 198,36  | 92        | 55 | 20 | 92,92  | 27,73  |    |      |
|           |         | 277   |      | 1,651 | 1,480 |       | 34,20          | 199        | 42 | 50 | 199,71  | 92        | 29 | 30 | 92,49  | 34,14  |    |      |
|           | 0 + 610 | 278   | Eje  | 1,680 | 1,480 |       | 40,00          | 215        | 9  | 20 | 215,16  | 93        | 46 | 20 | 93,77  | 39,83  |    |      |
|           |         | 279   | Izq  | 1,681 | 1,480 |       | 40,20          | 210        | 18 | 40 | 210,31  | 93        | 45 | 0  | 93,75  | 40,03  |    |      |
|           |         | 280   | Der  | 1,682 | 1,480 |       | 40,40          | 219        | 9  | 50 | 219,16  | 93        | 54 | 0  | 93,90  | 40,21  |    |      |
|           | 0 + 620 | 281   | Eje  | 1,730 | 1,480 |       | 50,00          | 216        | 47 | 40 | 216,79  | 94        | 4  | 40 | 94,08  | 49,75  |    |      |
|           |         | 282   | Izq  | 1,732 | 1,480 |       | 50,40          | 212        | 58 | 0  | 212,97  | 94        | 2  | 0  | 94,03  | 50,15  |    |      |
|           |         | 283   | Der  | 1,727 | 1,480 |       | 49,40          | 220        | 20 | 10 | 220,34  | 94        | 7  | 50 | 94,13  | 49,14  |    |      |
|           |         | E - 7 |      | 1,860 | 1,500 | 1,140 | 71,90          | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 85        | 5  | 40 | 85,09  | 71,37  |    |      |
| E - 8     |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,50 |         | E - 9 |      | 2,308 | 1,500 | 0,635 | 167,40         | 197        | 43 | 0  | 197,72  | 95        | 22 | 45 | 95,38  | 165,93 |    |      |
|           | 0 + 630 | 284   | Eje  | 1,558 | 1,500 |       | 11,60          | 0          | 23 | 50 | 0,40    | 84        | 20 | 30 | 84,34  | 11,49  |    |      |
|           |         | 285   | Der  | 1,563 | 1,500 |       | 12,60          | 345        | 31 | 10 | 345,52  | 85        | 6  | 10 | 85,10  | 12,51  |    |      |
|           |         | 286   | Izq  | 1,565 | 1,500 |       | 13,00          | 17         | 55 | 30 | 17,93   | 84        | 16 | 0  | 84,27  | 12,87  |    |      |
|           | 0 + 650 | 287   | Eje  | 1,548 | 1,500 |       | 9,60           | 214        | 13 | 50 | 214,23  | 95        | 24 | 50 | 95,41  | 9,51   |    |      |
|           |         | 288   | Izq  | 1,543 | 1,500 |       | 8,60           | 192        | 7  | 10 | 192,12  | 95        | 43 | 10 | 95,72  | 8,51   |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 7

| EST.      | ABCISA  | PTO   | UBIC | HILOS |       |       | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH     | DV | COTA |
|-----------|---------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|--------|----|------|
|           |         |       |      | SUP   | MED   | INF   |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |        |    |      |
|           |         | 289   | Der  | 1,558 | 1,500 |       | 11,60          | 230        | 47 | 40 | 230,79  | 94        | 52 | 40 | 94,88  | 11,52  |    |      |
|           | 0 + 670 | 290   | Eje  | 1,645 | 1,500 |       | 29,00          | 202        | 9  | 50 | 202,16  | 95        | 50 | 10 | 95,84  | 28,70  |    |      |
|           |         | 291   | Izq  | 1,647 | 1,500 |       | 29,40          | 195        | 14 | 50 | 195,25  | 95        | 50 | 30 | 95,84  | 29,10  |    |      |
|           |         | 292   | Der  | 1,648 | 1,500 |       | 29,60          | 208        | 8  | 0  | 208,13  | 95        | 50 | 0  | 95,83  | 29,29  |    |      |
|           | 0 + 690 | 293   | Eje  | 1,744 | 1,500 |       | 48,80          | 200        | 2  | 50 | 200,05  | 95        | 51 | 30 | 95,86  | 48,29  |    |      |
|           |         | 294   | Izq  | 2,745 | 2,500 |       | 49,00          | 196        | 11 | 30 | 196,19  | 94        | 46 | 0  | 94,77  | 48,66  |    |      |
|           |         | 295   | Der  | 1,750 | 1,500 |       | 50,00          | 203        | 34 | 30 | 203,58  | 95        | 53 | 30 | 95,89  | 49,47  |    |      |
|           | 0 + 710 | 296   | Eje  | 1,844 | 1,500 |       | 68,80          | 199        | 20 | 20 | 199,34  | 95        | 53 | 0  | 95,88  | 68,08  |    |      |
|           |         | 297   | Izq  | 2,848 | 2,500 |       | 69,60          | 196        | 12 | 30 | 196,21  | 95        | 4  | 30 | 95,08  | 69,06  |    |      |
|           |         | 298   | Der  | 1,85  | 1,500 |       | 70,00          | 202        | 15 | 10 | 202,25  | 95        | 53 | 20 | 95,89  | 69,26  |    |      |
|           | 0 + 730 | 299   | Eje  | 1,950 | 1,500 |       | 90,00          | 199        | 1  | 40 | 199,03  | 95        | 53 | 20 | 95,89  | 89,05  |    |      |
|           |         | 300   | Der  | 1,947 | 1,500 |       | 89,40          | 201        | 0  | 50 | 201,01  | 95        | 54 | 40 | 95,91  | 88,45  |    |      |
|           |         | 301   | Izq  | 1,949 | 1,500 |       | 89,80          | 196        | 29 | 0  | 196,48  | 95        | 55 | 30 | 95,93  | 88,84  |    |      |
|           | 0 + 750 | 302   | Eje  | 2,049 | 1,500 |       | 109,80         | 198        | 26 | 30 | 198,44  | 95        | 52 | 30 | 95,88  | 108,65 |    |      |
|           |         | 303   | Der  | 2,055 | 1,500 |       | 111,00         | 202        | 10 | 0  | 202,17  | 95        | 53 | 0  | 95,88  | 109,83 |    |      |
|           |         | 304   | Izq  | 3,05  | 2,500 |       | 110,00         | 196        | 33 | 30 | 196,56  | 95        | 21 | 20 | 95,36  | 109,04 |    |      |
|           | 0 + 770 | 305   | Eje  | 2,148 | 1,500 |       | 129,60         | 198        | 8  | 40 | 198,14  | 95        | 51 | 40 | 95,86  | 128,25 |    |      |
|           |         | 306   | Der  | 2,150 | 1,500 |       | 130,00         | 199        | 47 | 0  | 199,78  | 95        | 50 | 10 | 95,84  | 128,66 |    |      |
|           |         | 307   | Izq  | 2,140 | 1,500 |       | 128,00         | 196        | 36 | 50 | 196,61  | 95        | 54 | 10 | 95,90  | 126,65 |    |      |
|           |         |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
|           |         | E - 8 |      | 2,387 | 1,550 | 0,712 | 167,40         | 0          | 0  | 0  | 0,00    | 84        | 37 | 15 | 84,62  | 165,93 |    |      |
|           | E - 9   |       |      |       |       |       |                |            |    |    |         |           |    |    |        |        |    |      |
| ha = 1,55 | 0 + 790 | 308   | Eje  | 1,683 | 1,550 |       | 26,60          | 358        | 44 | 20 | 358,74  | 86        | 30 | 10 | 86,50  | 26,50  |    |      |
|           |         | 309   | Izq  | 1,685 | 1,550 |       | 27,00          | 6          | 0  | 0  | 6,00    | 86        | 34 | 20 | 86,57  | 26,90  |    |      |
|           |         | 310   | Der  | 1,684 | 1,550 |       | 26,80          | 351        | 33 | 30 | 351,56  | 86        | 36 | 10 | 86,60  | 26,71  |    |      |
|           |         | 311   |      | 1,855 | 1,550 |       | 61,00          | 3          | 10 | 40 | 3,18    | 85        | 30 | 10 | 85,50  | 60,62  |    |      |
|           |         | 312   |      | 1,865 | 1,550 |       | 63,00          | 8          | 33 | 0  | 8,55    | 86        | 3  | 0  | 86,05  | 62,70  |    |      |
|           |         | 313   |      | 1,861 | 1,550 |       | 62,20          | 13         | 41 | 20 | 13,69   | 86        | 23 | 40 | 86,39  | 61,95  |    |      |
|           |         | 314   |      | 1,790 | 1,550 |       | 48,00          | 12         | 4  | 0  | 12,07   | 86        | 14 | 10 | 86,24  | 47,79  |    |      |
|           |         | 315   |      | 1,769 | 1,550 |       | 43,80          | 16         | 32 | 40 | 16,54   | 86        | 29 | 10 | 86,49  | 43,64  |    |      |
|           |         | 316   |      | 1,703 | 1,550 |       | 30,60          | 6          | 59 | 20 | 6,99    | 86        | 31 | 10 | 86,52  | 30,49  |    |      |
|           | 0 + 800 | 317   | Eje  | 1,631 | 1,550 |       | 16,20          | 353        | 1  | 10 | 353,02  | 86        | 51 | 20 | 86,86  | 16,15  |    |      |

**LIBRETA DE OFICINA**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO**

OBRA: Rehabilitación Vía Espol

APARATO: Teodolito Leica T-100

FECHA: Jun-05

UBICACIÓN: Lago Politécnico - Intersección vía principal

LEVANTO: ARCC - JPFS

HOJA: 8

| EST.      | ABCISA  | PTO | UBIC | HILOS |       |     | DIST<br>INCLIN | ANG. HORIZ |    |    | < HORIZ | ANG. VERT |    |    | < VERT | DH    | DV | COTA |
|-----------|---------|-----|------|-------|-------|-----|----------------|------------|----|----|---------|-----------|----|----|--------|-------|----|------|
|           |         |     |      | SUP   | MED   | INF |                | °          | '  | "  | °       | °         | '  | "  | °      |       |    |      |
|           |         | 318 |      | 1,630 | 1,550 |     | 16,00          | 359        | 41 | 30 | 359,69  | 86        | 41 | 10 | 86,69  | 15,95 |    |      |
|           |         | 319 | Der  | 1,639 | 1,550 |     | 17,80          | 342        | 46 | 20 | 342,77  | 87        | 15 | 50 | 87,26  | 17,76 |    |      |
|           | 0 + 800 | 320 | Eje  | 1,630 | 1,550 |     | 16,00          | 6          | 49 | 0  | 6,82    | 86        | 57 | 50 | 86,96  | 15,96 |    |      |
|           |         | 321 | Izq  | 1,629 | 1,550 |     | 15,80          | 14         | 22 | 30 | 14,38   | 87        | 7  | 30 | 87,13  | 15,76 |    |      |
|           | 0 + 810 | 322 | Eje  | 1,588 | 1,550 |     | 7,60           | 324        | 26 | 0  | 324,43  | 87        | 52 | 50 | 87,88  | 7,59  |    |      |
|           |         | 323 | Der  | 1,600 | 1,550 |     | 10,00          | 317        | 3  | 30 | 317,06  | 88        | 50 | 40 | 88,84  | 10,00 |    |      |
| E - 10    |         | 324 |      | 1,580 | 1,550 |     | 6,00           | 2          | 47 | 30 | 2,79    | 86        | 46 | 0  | 86,77  | 5,98  |    |      |
| ha = 1,55 | 0 + 820 | 325 | Eje  | 1,581 | 1,550 |     | 6,20           | 235        | 36 | 50 | 235,61  | 92        | 41 | 20 | 92,69  | 6,19  |    |      |
|           |         | 326 | Der  | 1,600 | 1,550 |     | 10,00          | 254        | 17 | 10 | 254,29  | 92        | 7  | 30 | 92,13  | 9,99  |    |      |
|           |         | 327 | Izq  | 1,574 | 1,550 |     | 4,80           | 196        | 30 | 20 | 196,51  | 92        | 45 | 10 | 92,75  | 4,79  |    |      |
|           | 0 + 830 | 328 | Eje  | 1,626 | 1,550 |     | 15,20          | 210        | 19 | 0  | 210,32  | 92        | 56 | 50 | 92,95  | 15,16 |    |      |
|           |         | 329 | Der  | 1,630 | 1,550 |     | 16,00          | 224        | 6  | 10 | 224,10  | 92        | 45 | 10 | 92,75  | 15,96 |    |      |
|           |         | 330 | Izq  | 1,625 | 1,550 |     | 15,00          | 196        | 57 | 30 | 196,96  | 92        | 40 | 0  | 92,67  | 14,97 |    |      |
|           | 0 + 840 | 331 | Eje  | 1,676 | 1,550 |     | 25,20          | 206        | 15 | 10 | 206,25  | 92        | 38 | 40 | 92,64  | 25,15 |    |      |
|           |         | 332 | Der  | 1,681 | 1,550 |     | 26,20          | 214        | 59 | 40 | 214,99  | 92        | 36 | 0  | 92,60  | 26,15 |    |      |
|           |         | 333 | Izq  | 1,679 | 1,550 |     | 25,80          | 198        | 26 | 30 | 198,44  | 92        | 24 | 10 | 92,40  | 25,75 |    |      |
|           | 0 + 850 | 334 | Eje  | 1,727 | 1,550 |     | 35,40          | 206        | 12 | 30 | 206,21  | 92        | 21 | 40 | 92,36  | 35,34 |    |      |
|           |         | 335 | Der  | 1,730 | 1,550 |     | 36,00          | 212        | 4  | 10 | 212,07  | 92        | 21 | 40 | 92,36  | 35,94 |    |      |
|           |         | 336 | Izq  | 1,727 | 1,550 |     | 35,40          | 200        | 8  | 30 | 200,14  | 92        | 12 | 10 | 92,20  | 35,35 |    |      |
|           | 0 + 860 | 337 | Eje  | 1,779 | 1,550 |     | 45,80          | 206        | 50 | 20 | 206,84  | 92        | 5  | 10 | 92,09  | 45,74 |    |      |
|           |         | 338 | Der  | 1,778 | 1,550 |     | 45,60          | 210        | 47 | 20 | 210,79  | 92        | 8  | 10 | 92,14  | 45,54 |    |      |
|           |         | 339 | Izq  | 1,780 | 1,550 |     | 46,00          | 201        | 54 | 10 | 201,90  | 91        | 57 | 30 | 91,96  | 45,95 |    |      |
|           | 0 + 870 | 340 | Eje  | 1,829 | 1,550 |     | 55,80          | 207        | 43 | 0  | 207,72  | 91        | 49 | 10 | 91,82  | 55,74 |    |      |
|           |         | 341 | Der  | 1,827 | 1,550 |     | 55,40          | 211        | 14 | 30 | 211,24  | 91        | 53 | 0  | 91,88  | 55,34 |    |      |
|           |         | 342 | Izq  | 1,830 | 1,550 |     | 56,00          | 203        | 41 | 20 | 203,69  | 91        | 42 | 40 | 91,71  | 55,95 |    |      |
|           | 0 + 880 | 343 | Eje  | 1,879 | 1,550 |     | 65,80          | 208        | 47 | 50 | 208,80  | 91        | 35 | 10 | 91,59  | 65,75 |    |      |
|           |         | 344 | Izq  | 1,881 | 1,550 |     | 66,20          | 205        | 26 | 50 | 205,45  | 91        | 29 | 50 | 91,50  | 66,15 |    |      |
|           | 0 + 890 | 345 | Eje  | 1,925 | 1,550 |     | 75,00          | 209        | 59 | 0  | 209,98  | 91        | 19 | 50 | 91,33  | 74,96 |    |      |
|           |         | 346 | Izq  | 1,930 | 1,550 |     | 76,00          | 207        | 15 | 50 | 207,26  | 91        | 14 | 50 | 91,25  | 75,96 |    |      |
|           | 0 + 900 | 347 |      | 1,980 | 1,550 |     | 86,00          | 210        | 16 | 50 | 210,28  | 90        | 55 | 0  | 90,92  | 85,98 |    |      |
|           |         | 348 |      | 1,962 | 1,550 |     | 82,40          | 208        | 28 | 30 | 208,48  | 91        | 2  | 20 | 91,04  | 82,37 |    |      |
|           |         | 349 |      | 1,969 | 1,550 |     | 83,80          | 207        | 32 | 10 | 207,54  | 90        | 58 | 0  | 90,97  | 83,78 |    |      |



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

|                 |   |                   |        |
|-----------------|---|-------------------|--------|
| <b>OBRA:</b>    | Ubicación de Tubería de AA.PP.en Espaldon | <b>HOJA:</b>      | 7.7    |
| <b>RUBRO:</b>   | 2,2                                       | <b>RENDIM. R:</b> | 1,000  |
| <b>DETALLE:</b> | Válvula de compuerta                      | <b>UNIDAD:</b>    | Unidad |

| <b>EQUIPOS</b> |          |          |              |              |
|----------------|----------|----------|--------------|--------------|
| DESCRIPCION    | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|                | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
|                |          |          |              | 0,00         |
| PARCIAL (M)    |          |          |              | 0,00         |

| <b>MANO DE OBRA</b>  |          |            |              |              |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
|                      |          |            |              | 0,000        |
| PARCIAL (N)          |          |            |              | 0,00         |

| <b>MATERIALES</b> |        |          |          |              |
|-------------------|--------|----------|----------|--------------|
| DESCRIPCION       | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|                   |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|                   |        |          |          | 0,00         |
| PARCIAL (O)       |        |          |          | 0,00         |

| <b>TRANSPORTE</b>            |        |          |          |              |
|------------------------------|--------|----------|----------|--------------|
| DESCRIPCION                  | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|                              |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|                              |        |          |          |              |
| PARCIAL (P)                  |        |          |          | 0,00         |
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P )  |        |          |          | 0,00         |
| COSTOS INDIRECTOS (15%)      |        |          |          | 0,00         |
| <b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b> |        |          |          | <b>60,00</b> |

**PRESUPUESTO REFERENCIAL - SISTEMA AA.PP**

**Proyecto:** UBICACIÓN DE LA TUBERÍA DE AA.PP. EN ESPALDON DE LA VIA

**Ubicación :** ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL CAMPUS GUSTAVO GALINDO V.

| RUBRO    | DESCRIPCION                               | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO       | TOTAL           |
|----------|---|--------|----------|-------------------|-----------------|
| <b>1</b> | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>                 |        |          |                   |                 |
| 1,1      | Caseta de bodega y guardianía             | m2     | 20,00    | 30,21             | 604,16          |
| 1,2      | Replanteo y nivelación lineal             | ml     | 200,00   | 0,63              | 125,49          |
| 1,3      | Excavación                                | m3     | 300,00   | 8,95              | 2684,79         |
| 1,4      | Relleno compactado con material del sitio | m3     | 300,00   | 3,08              | 923,74          |
|          |   |        |          | <b>subtotal =</b> | <b>4338,18</b>  |
| <b>2</b> | <b>INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE AA.PP.</b>   |        |          |                   |                 |
| 2,1      | Tubería PVC 400 mm (Incl. Cama de arena)  | ml     | 200,00   | 48,47             | 9694,95         |
| 2,2      | Cámara de inspección (Incl. Tapas)        | Glb    | 2,00     | 150,00            | 300,00          |
| 2,3      | Válvula de compuerta                      | u      | 2,00     | 60,00             | 120,00          |
|          |   |        |          | <b>subtotal =</b> | <b>10114,95</b> |

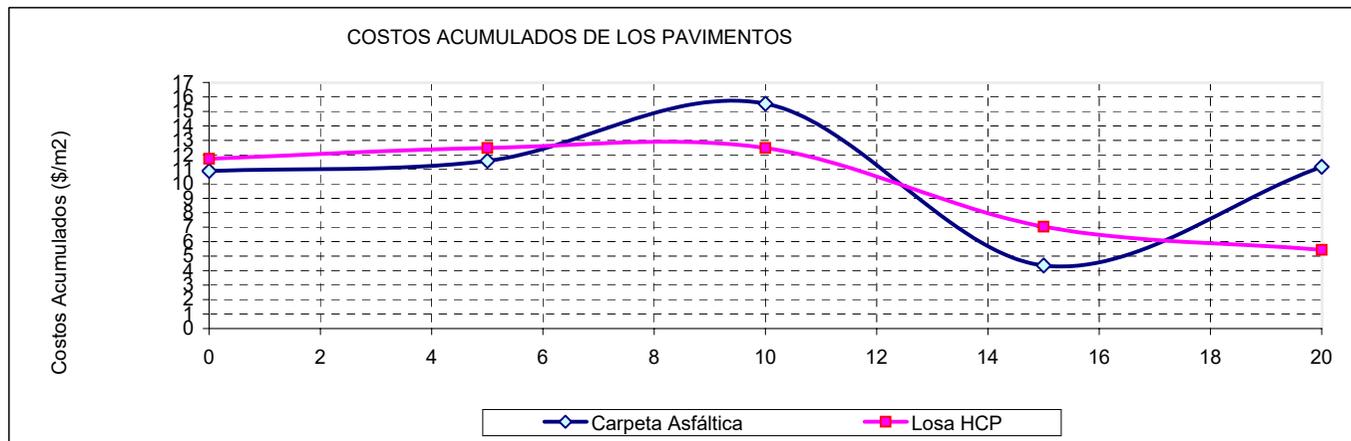
|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>COSTO TOTAL DIRECTO =</b> | 14453,13            |
| <b>FISCALIZACIÓN (5%)=</b>   | 722,66              |
| <b>IVA (12%) =</b>           | 1734,38             |
| <b>COSTO TOTAL DE OBRA =</b> | <b>\$ 16.910,16</b> |

| <b>Tipo de Pavimento</b>               | <b>Valor Residual</b>         |
|--|-------------------------------|
| Flexible, con base asfáltica           | 50% del Costo de Construcción |
| Flexible, con base granular            | 40% del Costo de Construcción |
| Rígido, con hormigón convencional      | 60% del Costo de Construcción |
| Rígido, con HCR                        | 60% del Costo de Construcción |
| Asfáltico, con HCR y carpeta asfáltica | 55% del Costo de Construcción |

## ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE ALTERNATIVAS

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Tasa de actualización (%) | 7 |
|---------------------------|---|

| TIPO DE REFUERZO        | Periodo de Diseño | Espesor | Unidad | P. Unitario | C. Unitario | Costo de Construcción | Costo de Mantenimiento | Costo de Reconstrucción | Costo Total        | Valor Residual | Costo Final Total |
|-------------------------|-------------------|---------|--------|-------------|-------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------|-------------------|
|                         | (Años)            | (cm)    |        | US\$        | por m2      | US\$/m2               | (US\$/m2)              | US\$/m2                 | (1+2+3)<br>US\$/m2 | US\$/m2        | (4-5)<br>US\$/m2  |
|                         |                   |         |        |             | US\$/m2     | [ 1 ]                 | [ 2 ]                  | [ 3 ]                   | [ 4 ]              | [ 5 ]          | [ 6 ]             |
| Carpeta Asfáltica       | 20                | 5       | m3     | 217,8       | 10,89       | 10,89                 | 0,69                   | 3,95                    | 15,53              | 4,36           | 11,17             |
| Hormigón Compactado HCP | 20                | 12      | m3     | 97,75       | 11,73       | 11,73                 | 0,75                   | 0                       | 12,48              | 7,04           | 5,44              |



|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 0,00  | 10,89 | 10,89 | 11,73 |
| 5,00  | 0,69  | 11,58 | 12,48 |
| 10,00 | 3,95  | 15,53 | 12,48 |
| 15,00 | 4,36  | 4,36  | 7,04  |
| 20,00 | 11,17 | 11,17 | 5,44  |

**PROYECTO:** Rehabilitación de la vía "Lago - Intersección con vía principal de la ESPOL"

**FECHA:** Abril de 2006

**UBICACIÓN:** Campus Politécnico Gustavo Galindo Velasco - ESPOL

**CALZADA:** 7.30 m

**LONGITUD:** 1035 m

## PRESUPUESTO REFERENCIAL CARPETA ASFÁLTICA

| RUBRO    | DESCRIPCIÓN   | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO       | TOTAL               |
|----------|---|--------|----------|-------------------|---------------------|
| <b>1</b> | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>                                 |        |          |                   |                     |
| 1,1      | Cerramiento provisional                                   | ml     | 100,00   | 3,06              | 305,99              |
| 1,2      | Limpieza y desbroce de espaldones                         | m2     | 5175,00  | 0,49              | 2530,77             |
| 1,3      | Limpieza de alcantarillas                                 | ml     | 15,00    | 3,65              | 54,69               |
| 1,4      | Limpieza de cunetas                                       | ml     | 815,00   | 2,95              | 2406,16             |
| 1,5      | Replanteo y nivelación lineal                             | ml     | 1035,00  | 0,34              | 352,24              |
| 1,6      | Demolición y desalojo de reductor de velocidad            | m2     | 35,00    | 2,96              | 103,62              |
| 1,7      | Escarificación de carpeta asfáltica                       | m2     | 7245     | 6,47              | 46873,59            |
| 1,8      | Excavacion a máquina                                      | m3     | 1550     | 3,25              | 5041,09             |
|          |   |        |          | <b>Subtotal =</b> | <b>\$ 57.668,14</b> |
| <b>2</b> | <b>OBRAS CIVILES</b>                                      |        |          |                   |                     |
| 2,1      | Base Clase 1 (e = 0.10 m)                                 | m3     | 780,00   | 13,53             | 10550,44            |
| 2,2      | Asfalto emulsionado RC-250 para riego de liga             | m2     | 7250,00  | 0,67              | 4857,50             |
| 2,3      | Carpeta de rodadura asfáltica (e = 5 cm)                  | m2     | 7250,00  | 7,67              | 55603,79            |
| 2,4      | Imprimación asfáltica MC-0 en espaldones (ancho = 2.50 m) | m2     | 3000,00  | 0,99              | 2962,45             |
| 2,5      | Construcción de reductor de velocidad                     | m3     | 3,50     | 84,51             | 295,79              |
|          |   |        |          | <b>Subtotal =</b> | <b>\$ 74.269,96</b> |

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| <b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b> | 131938,10            |
| <b>FISCALIZACIÓN (5%):</b>    | 6596,91              |
| <b>IVA (12%):</b>             | 15832,57             |
| <b>COSTO TOTAL DE OBRA:</b>   | <b>\$ 154.367,58</b> |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 1./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL  
**RUBRO:** 1,1 **RENDIM. R:** 0,016  
**DETALLE:** Cerramiento provicional **UNIDAD:** ml

### EQUIPOS (M)

| DESCRIPCION                 | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-----------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                             | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.) | Glb      | Glb      |              | 0,003        |
| PARCIAL (M)                 |          |          |              | 0,003        |

### MANO DE OBRA (N)

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| ALBAÑIL              | 1,00     | 1,38       | 1,38         | 0,02         |
| PEON                 | 2,00     | 1,35       | 2,70         | 0,04         |
| PARCIAL (N)          |          |            |              | 0,07         |

### MATERIALES (O)

| DESCRIPCION    | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|----------------|--------|----------|----------|--------------|
|                |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| Cinta plastica | ml     | 1,00     | 0,25     | 0,25         |
| Cemento        | Saco   | 0,25     | 5,27     | 1,32         |
| Arena          | m3     | 0,03     | 11,66    | 0,40         |
| Piedra 3/4"    | m3     | 0,02     | 12,24    | 0,22         |
| Agua           | m3     | 0,03     | 1,10     | 0,03         |
| Caña           | unidad | 0,25     | 1,50     | 0,38         |
| PARCIAL (O)    |        |          |          | 2,59         |

### TRANSPORTE (P)

| DESCRIPCION                  | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|------------------------------|--------|----------|----------|--------------|
|                              |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| PARCIAL (P)                  |        |          |          | 0,00         |
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P )  |        |          |          | 2,66         |
| COSTOS INDIRECTOS (15%)      |        |          |          | 0,40         |
| <b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b> |        |          |          | <b>3,06</b>  |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 2/13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal" -ESPOL  
**RUBRO:** 1,2 **RENDIM. R:** 0,15  
**DETALLE:** Limpieza y desbroce de espaldones **UNIDAD:** m2

### EQUIPOS (M)

| DESCRIPCION                 | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-----------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                             | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.) | Glb      |          |              | 0,02         |
| PARCIAL (M)                 |          |          |              | 0,02         |

### MANO DE OBRA (N)

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| PEON                 | 2,00     | 1,35       | 2,70         | 0,41         |
| PARCIAL (N)          |          |            |              | 0,41         |

### MATERIALES (O)

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |
| PARCIAL (O) |        |          |          | 0,00         |

### TRANSPORTE (P)

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |

PARCIAL (P) 0,00

COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P ) 0,43

COSTOS INDIRECTOS (15%) 0,06

**PRECIO UNITARIO TOTAL 0,49**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 3/13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL  
**RUBRO:** 1,3 **RENDIM. R:** 0,444  
**DETALLE:** Limpieza de alcantarillas **UNIDAD:** m3

### EQUIPOS (M)

| DESCRIPCION                 | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-----------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                             | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.) | Glb      |          |              | 0,15         |
| PARCIAL (M)                 |          |          |              | 0,15         |

### MANO DE OBRA (N)

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| MAESTRO              | 1,00     | 1,40       | 1,40         | 0,62         |
| PEON                 | 4,00     | 1,35       | 5,40         | 2,40         |
| PARCIAL (N)          |          |            |              | 3,02         |

### MATERIALES (O)

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| PARCIAL (O) |        |          |          | 0,00         |

### TRANSPORTE (P)

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| PARCIAL (P) |        |          |          | 0,00         |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| PARCIAL (P)                  | 0,00        |
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P )  | 3,17        |
| COSTOS INDIRECTOS (15%)      | 0,48        |
| <b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b> | <b>3,65</b> |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 4./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL  
**RUBRO:** 1,4 **RENDIM. R:** 0,300  
**DETALLE:** Limpieza de cunetas **UNIDAD:** m3

### EQUIPOS (M)

| DESCRIPCION                 | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-----------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                             | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.) | Glb      |          |              | 0,12         |
| PARCIAL (M)                 |          |          |              | 0,12         |

### MANO DE OBRA (N)

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| MAESTRO              | 1,00     | 1,40       | 1,40         | 0,42         |
| PEON                 | 5,00     | 1,35       | 6,75         | 2,03         |
| PARCIAL (N)          |          |            |              | 2,45         |

### MATERIALES (O)

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| PARCIAL (O) |        |          |          | 0,00         |

### TRANSPORTE (P)

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| PARCIAL (P) |        |          |          | 0,00         |

|                              |  |  |  |             |
|------------------------------|--|--|--|-------------|
| PARCIAL (P)                  |  |  |  | 0,00        |
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P )  |  |  |  | 2,57        |
| COSTOS INDIRECTOS (15%)      |  |  |  | 0,39        |
| <b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b> |  |  |  | <b>2,95</b> |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 5./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL  
**RUBRO:** 1,5 **RENDIM. R:** 0,042  
**DETALLE:** Replanteo y nivelacion lineal **UNIDAD:** m

### EQUIPOS

| DESCRIPCION                | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                            | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| EQUIPO TOPOGRÁFICO         | 1,00     | 1,00     | 1,00         | 0,04         |
| HERRAMIENTA MENOR (5% M.O) | Glb      |          |              | 0,00         |
| PARCIAL (M)                |          |          |              | 0,04         |

### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| TOPOGRAFO            | 1,00     | 1,43       | 1,43         | 0,06         |
| AYUDANTE             | 1,00     | 1,38       | 1,38         | 0,06         |
| CADENERO             | 2,00     | 1,38       | 2,76         | 0,12         |
| PARCIAL (N)          |          |            |              | 0,23         |

### MATERIALES

| DESCRIPCION      | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|------------------|--------|----------|----------|--------------|
|                  |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| ESTACA DE MADERA | u      | 0,07     | 0,25     | 0,02         |
| PARCIAL (O)      |        |          |          | 0,02         |

### TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |
| PARCIAL (P) |        |          |          | 0,00         |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P )  | 0,30        |
| COSTOS INDIRECTOS (15%)      | 0,04        |
| <b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b> | <b>0,34</b> |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 6./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 1,6 **RENDIM. R:** 0,0300  
**DETALLE:** Demolición y desalojo de reductor de velocidad **UNIDAD:** m2

### EQUIPOS

| DESCRIPCION                 | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-----------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                             | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.) | 1,00     | 16,00    | 16,00        | 0,48         |
| VOLQUETA 8 M3               | 1,00     | 40,81    | 40,81        | 1,22         |
| MINICARGADOR CON MARTILLO   | 1,00     | 23,00    | 23,00        | 0,69         |

PARCIAL (M) 2,39

### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| MAESTRO              | 0,25     | 1,40       | 0,35         | 0,0105       |
| AYUDANTE             | 1,00     | 1,38       | 1,38         | 0,0414       |
| CHOFER TIPO E        | 1,00     | 1,41       | 1,41         | 0,0423       |
| PEON                 | 1,00     | 1,35       | 1,35         | 0,04         |
| OP. DE MINICARGADOR  | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,05         |

PARCIAL (N) 0,180

### MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |

PARCIAL (O) 0,00

### TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |

PARCIAL (P) 0,000

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)    | 2,57        |
| COSTO INDIRECTO (15%)        | 0,39        |
| <b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b> | <b>2,96</b> |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 7./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 1,7 **RENDIM. R:** 0,0250  
**DETALLE:** Excarificación de carpeta asfaltica **UNIDAD:** m2

### EQUIPOS

| DESCRIPCION               | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|---------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                           | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| ESCARIFICADOR-RECUPERADOR | 1,00     | 60,00    | 60,00        | 1,50         |
| VOLQUETE 9 M3             | 1,00     | 22,80    | 22,80        | 0,57         |
| CARADORA FRONTAL          | 1,00     | 40,00    | 40,00        | 1,00         |

PARCIAL (M) 3,07

### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.)   | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA | COSTO UNIT. |
|------------------------|----------|------------|------------|-------------|
| OP.MAQUINARIA GRUPO I  | 1,00     | 1,51       | 1,51       | 0,038       |
| OP.MAQUINARIA GRUPO II | 2,00     | 1,45       | 2,90       | 0,0725      |
| CHOFER TIPO D          | 1,00     | 1,40       | 1,40       | 0,0350      |
| PEON                   | 15,00    | 1,35       | 20,25      | 0,5063      |
| AYUDANTE MAQUINARIA    | 1,00     | 1,38       | 1,38       | 1,90        |

PARCIAL (N) 2,56

### MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          | 0,00         |
|             |        |          |          | 0,00         |
|             |        |          |          | 0,00         |

PARCIAL (O) 0,00

### TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |

PARCIAL (P) 0,000

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)    | 5,63        |
| COSTO INDIRECTO (15%)        | 0,84        |
| <b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b> | <b>6,47</b> |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 8./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 1,8 **RENDIM. R:** 0,1100  
**DETALLE:** Excavación a máquina **UNIDAD:** m3

### EQUIPOS

| DESCRIPCION             | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                         | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| RETROEXCAVADORA DE 75HP | 1,00     | 20,00    | 20,00        | 2,20         |
| PARCIAL (M)             |          |          |              | 2,20         |

### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.)   | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|------------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                        | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| MAESTRO                | 0,20     | 1,40       | 0,28         | 0,031        |
| PEON                   | 3,00     | 1,35       | 4,05         | 0,45         |
| OP. DE MAQUINARIA      | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,17         |
| AYUDANTE DE MAQUINARIA | 1,00     | 1,38       | 1,38         | 0,15         |
| PARCIAL (N)            |          |            |              | 0,63         |

### MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| PARCIAL (O) |        |          |          | 0,00         |

### TRANSPORTE

| DESCRIPCION                 | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-----------------------------|--------|----------|----------|--------------|
|                             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| PARCIAL (P)                 |        |          |          | 0,00         |
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P ) |        |          |          | 2,83         |
| COSTO INDIRECTO (15%)       |        |          |          | 0,42         |

TOTAL PRECIO UNITARIO

3,25

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA: 9./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 2,1 **RENDIM. R:** 0,0280  
**DETALLE:** Base clase 1 (e = 0.10 m) **UNIDAD:** m3

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|---------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                           | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| CAMION CISTERNA 2000 glns | 1,00     | 30,00    | 30,00        | 0,84         |
| MOTONIVELADORA            | 1,00     | 50,00    | 50,00        | 1,40         |
| RODILLO VIBRATORIO        | 1,00     | 35,00    | 35,00        | 0,98         |
| RODILLO NEUMATICO 80 HP   | 1,00     | 25,00    | 25,00        | 0,70         |

PARCIAL (M) 3,92

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION (CATEG.)  | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                       | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| OP. MOTONIVELADORA    | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,04         |
| OP.DE RODILLO         | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,04         |
| AYUD.MAQUINARIA       | 1,00     | 1,36       | 1,36         | 0,04         |
| OP. RODILLO NEUMATICO | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,04         |
| PEON                  | 5,00     | 1,35       | 6,75         | 0,19         |

PARCIAL (N) 0,35

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|--------------|--------|----------|----------|--------------|
|              |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| BASE CLASE 1 | m3     | 1,20     | 6,24     | 7,49         |

PARCIAL (O) 7,49

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |

PARCIAL (P) 0,00

COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 11,76

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| COSTO INDIRECTO (15%)        | 1,76         |
| <b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b> | <b>13,53</b> |

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 10./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía"Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 2,2 **RENDIM. R:** 0,0040  
**DETALLE:** Asfalto emulsionado RC-250 para riego de liga **UNIDAD:** m2

#### EQUIPOS

| DESCRIPCION           | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-----------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                       | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| DISTR. DE ASFALTO     | 1,00     | 40,81    | 40,81        | 0,16         |
| ESCOBA AUTOPROPULSADA | 1,00     | 16,00    | 16,00        | 0,06         |

PARCIAL (M) 0,23

#### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| OP. DIST. ASFALTO    | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,01         |
| OP. DE ESCOBA        | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,01         |
| AYUD.MAQUINARIA      | 1,00     | 1,36       | 1,36         | 0,01         |
| PEON                 | 8,00     | 1,35       | 10,80        | 0,04         |

PARCIAL (N) 0,061

#### MATERIALES

| DESCRIPCION    | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|----------------|--------|----------|----------|--------------|
|                |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| ASFALTO RC-250 | lt     | 0,60     | 0,20     | 0,12         |
| DIESEL         | lt     | 0,02     | 0,23     | 0,01         |

PARCIAL (O) 0,13

#### TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |

PARCIAL (P) 0,00

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P ) | 0,61        |
| COSTO INDIRECTO (15%)       | 0,09        |
| TOTAL PRECIO UNITARIO       | <b>0,67</b> |

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 11./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía"Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 2,3 **RENDIM. R:** 0,0060  
**DETALLE:** Carpeta de rodadura asfaltica (e = 5 cm) **UNIDAD:** m2

#### EQUIPOS

| DESCRIPCION              | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|--------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| DISTR. DE ASFALTO        | 1,00     | 39,20    | 39,20        | 0,24         |
| RODILLO DE TAMDEN 119 HP | 1,00     | 31,49    | 31,49        | 0,19         |
| RODILLO NEUMATICO 96 HP  | 1,00     | 24,54    | 24,54        | 0,15         |
| VOLQUETE 9 m3            | 1,00     | 22,40    | 22,40        | 0,13         |
| ESCOBA MECANICA          |          |          |              |              |

PARCIAL (M) 0,57

#### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| OP. DIST. ASFALTO    | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,01         |
| OP.DE RODILLO        | 2,00     | 1,51       | 3,02         | 0,02         |
| CHOFER VOLQUETE      | 1,00     | 1,41       | 1,41         | 0,01         |
| AYUD.MAQUINARIA      | 1,00     | 1,36       | 1,36         | 0,01         |
| PEON                 | 8,00     | 1,35       | 10,80        | 0,06         |

PARCIAL (N) 0,10

#### MATERIALES

| DESCRIPCION        | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|--------------------|--------|----------|----------|--------------|
|                    |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| HORMIGON ASFALTICO | m3     | 0,0630   | 95,20    | 6,00         |

PARCIAL (O) 6,00

#### TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-------------|--------|----------|----------|--------------|
|             |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
|             |        |          |          |              |

PARCIAL (P) 0,00

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| COSTOS DIRECTOS ( M+N+O+P ) | 6,67 |
|-----------------------------|------|

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| COSTO INDIRECTO (15%)        | 1,00        |
| <b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b> | <b>7,67</b> |

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**HOJA:** 12./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía "Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 2,4 **RENDIM. R.** 0,008782  
**DETALLE:** Imprimacion asfaltica MC-0 en espaldones (Ancho 2.5 m) **UNIDAD:** m2

#### EQUIPOS

| DESCRIPCION                   | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|-------------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
|                               | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| ESCOBA AUTOPROPULSADA         | 1,00     | 16,00    | 16,00        | 0,14         |
| DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 190HP | 1,00     | 40,81    | 40,81        | 0,36         |

PARCIAL (M) 0,50

#### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA   | COSTO UNIT.  |
|----------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|                      | <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>C=A*B</b> | <b>D=C*R</b> |
| OP.BARREDORA         | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,01         |
| OP.DIST.ASFALTO      | 1,00     | 1,51       | 1,51         | 0,01         |
| AYUD.MAQUINARIA      | 1,00     | 1,38       | 1,38         | 0,01         |
| PEON                 | 6,00     | 1,35       | 8,10         | 0,07         |

PARCIAL (N) 0,11

#### MATERIALES

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO        |
|--------------|--------|----------|----------|--------------|
|              |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| ASFALTO MC-0 | lt     | 1,62     | 0,14     | 0,23         |
| DIESEL       | lt     | 0,03     | 0,23     | 0,01         |

PARCIAL (O) 0,24

#### TRANSPORTE

| DESCRIPCION     | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA   | COSTO        |
|-----------------|--------|----------|----------|--------------|
|                 |        | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C=A*B</b> |
| ASFALTO DILUIDO | ton-km | 0,07     | 0,13     | 0,01         |

PARCIAL (P) 0,01

|                           |      |
|---------------------------|------|
| COSTO DIRECTO ( M+N+O+P ) | 0,86 |
| COSTO INDIRECTO (15%)     | 0,13 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO     | 0,99 |

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 13./13

**OBRA:** Rehabilitación de la vía"Lago-Intersección con Vía Principal"-ESPOL (horas/und.)  
**RUBRO:** 2,5 **RENDIM. R:** 11,1885  
**DETALLE:** Construccion de reductor de velocidad **UNIDAD:** m3

#### EQUIPOS

| DESCRIPCION                 | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | COSTO UNIT. |
|-----------------------------|----------|--------|------------|-------------|
|                             | A        | B      | C=A*B      | D=C*R       |
| CONCRETERA                  | 1,00     | 3,50   | 1,50       | 0,29        |
| HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.) | Glb      | 0,50   | 0,00       | 0,05        |
| REGLA                       | Glb      | Glb    | 0,50       | 5,59        |

PARCIAL (M) 5,93

#### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEG.) | CANTIDAD | JORNAL/HR. | COSTO HORA | COSTO UNIT. |
|----------------------|----------|------------|------------|-------------|
|                      | A        | B          | C=A*B      | D=C*R       |
| MAESTRO              | 1,00     | 1,40       | 1,40       | 15,66       |
| CARPINTERO           | 1,00     | 1,38       | 1,38       | 15,44       |
| ALBANIL              | 1,00     | 1,38       | 1,38       | 15,44       |
| PEON                 | 1,00     | 1,35       | 1,35       | 15,10       |

PARCIAL (N) 61,65

#### MATERIALES

| DESCRIPCION                | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO | COSTO |
|----------------------------|--------|----------|----------|-------|
|                            |        | A        | B        | C=A*B |
| CEMENTO                    | Saco   | 0,77     | 5,27     | 4,06  |
| ARENA GRUESA               | m3     | 0,05     | 11,66    | 0,58  |
| PIEDRA 3/4"                | m3     | 0,095    | 12,24    | 1,16  |
| CLAVOS                     | Lb     | 0,05     | 0,60     | 0,03  |
| MALLA ELECTROSOLDADA R 283 | m2     | 0,02     | 3,52     | 0,07  |
| TIRA                       | U      | 0,10     | 1,00     | 0,10  |

PARCIAL (O) 5,90

#### TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
|-------------|--------|----------|--------|-------|
|             |        | A        | B      | C=A*B |
|             |        |          |        |       |

PARCIAL (P) 0,00

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| COSTO DIRECTO ( M+N+O+P ) | 73,49 |
| COSTO INDIRECTO (15%)     | 11,02 |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| TOTAL PRECIO UNITARIO | 84,51 |
|-----------------------|-------|

**CALCULO DE PERALTE EN CURVAS HORIZONTALES ALTERNATIVA 2: HORMIGON ASFALTICO**

Ancho de calzada

7,30 m

| CURVA HORIZONTAL | ABSCISA           | Cotas existentes<br>en el eje | TRANSICION  | Bombeo / Peralte (%) | COTAS DE PROYECTO |               |         |
|------------------|-------------------|-------------------------------|---|----------------------|-------------------|---------------|---------|
|                  |                   |                               |   |                      | Izquierda         | Eje           | Derecha |
| No.01            | <b>0 + 000</b>    | 79,571                        |  Pe   | 6,67%                | 79,914            | <b>79,671</b> | 79,428  |
| No.01            | <b>0 + 010</b>    | 79,664                        |       | 8,59%                | 80,077            | <b>79,764</b> | 79,451  |
| No.01            | <b>0 + 17.38</b>  | 79,908                        |  D    | 10,00%               | 80,373            | <b>80,008</b> | 79,643  |
| No.01            | <b>0 + 020</b>    | 79,994                        |       | 10,00%               | 80,459            | <b>80,094</b> | 79,729  |
| No.01            | <b>0 + 030</b>    | 80,418                        |       | 10,00%               | 80,883            | <b>80,518</b> | 80,153  |
| No.01            | <b>0 + 040</b>    | 80,972                        |       | 10,00%               | 81,437            | <b>81,072</b> | 80,707  |
| No.01            | <b>0 + 42.62</b>  | 81,171                        |  D'   | 10,00%               | 81,636            | <b>81,271</b> | 80,906  |
| No.01            | <b>0 + 050</b>    | 81,733                        |       | 8,59%                | 82,146            | <b>81,833</b> | 81,520  |
| No.01            | <b>0 + 060</b>    | 82,579                        |  Pt   | 6,67%                | 82,922            | <b>82,679</b> | 82,436  |
|                  | <b>0 + 080</b>    | 84,420                        |       | 2,83%                | 84,623            | <b>84,520</b> | 84,417  |
|                  | <b>0 + 84.33</b>  |                               |  C' | 2,00%                | 85,070            | <b>84,997</b> | 84,924  |
|                  | <b>0 + 94.76</b>  |                               |  B' | 2,00%                | 86,144            | <b>86,144</b> | 86,071  |
|                  | <b>0 + 100</b>    | 86,621                        |     | 2,00%                | 86,685            | <b>86,721</b> | 86,648  |
|                  | <b>0 + 105.19</b> |                               |  A' | 2,00%                | 87,294            | <b>87,367</b> | 87,294  |
|                  | <b>0 + 120</b>    | 89,112                        |     | 2,00%                | 89,139            | <b>89,212</b> | 89,139  |
|                  | <b>0 + 140</b>    | 91,567                        |     | 2,00%                | 91,594            | <b>91,667</b> | 91,594  |
|                  | <b>0 + 146.33</b> |                               |  A  | 2,00%                | 92,362            | <b>92,435</b> | 92,362  |

|       |                   |         |  |    |        |         |                |         |
|-------|-------------------|---------|--|----|--------|---------|----------------|---------|
|       | <b>0 + 157.56</b> |         |    | B  | 2,00%  | 93,811  | <b>93,811</b>  | 93,738  |
|       | <b>0 + 168.79</b> | 93,995  |    | C  | 2,00%  | 94,168  | <b>94,095</b>  | 94,022  |
|       | <b>0 + 180</b>    | 96,254  |    |    | 2,98%  | 96,463  | <b>96,354</b>  | 96,245  |
| No.02 | <b>0 + 195</b>    |         |    | Pc | 6,67%  | 97,997  | <b>97,754</b>  | 97,511  |
| No.02 | <b>0 + 200</b>    | 98,120  |    |    | 7,96%  | 98,510  | <b>98,220</b>  | 97,930  |
| No.02 | <b>0 + 210</b>    | 99,053  |    |    | 9,45%  | 99,498  | <b>99,153</b>  | 98,808  |
| No.02 | <b>0 + 213.72</b> |         |    | D  | 10,00% | 99,790  | <b>99,425</b>  | 99,060  |
| No.02 | <b>0 + 220</b>    | 99,785  |    |    | 10,00% | 100,250 | <b>99,885</b>  | 99,520  |
| No.02 | <b>0 + 230</b>    | 100,397 |    |    | 10,00% | 100,862 | <b>100,497</b> | 100,132 |
| No.02 | <b>0 + 231.28</b> |         |    | D' | 10,00% | 100,933 | <b>100,568</b> | 100,203 |
| No.02 | <b>0 + 240</b>    | 100,949 |    |    | 8,45%  | 101,357 | <b>101,049</b> | 100,741 |
| No.02 | <b>0 + 250</b>    | 101,450 |    | Pt | 6,67%  | 101,793 | <b>101,550</b> | 101,307 |
|       | <b>0 + 270</b>    | 102,539 |    |    | 3,11%  | 102,752 | <b>102,639</b> | 102,526 |
|       | <b>0 + 276.21</b> |         |    | G' | 2,00%  | 103,063 | <b>102,990</b> | 102,917 |
|       | <b>0 + 287.44</b> |         |   | B' | 2,00%  | 103,626 | <b>103,626</b> | 103,553 |
|       | <b>0 + 290</b>    | 103,671 |  |    | 2,00%  | 103,754 | <b>103,771</b> | 103,698 |
|       | <b>0 + 298.67</b> |         |  | A' | 2,00%  | 104,181 | <b>104,254</b> | 104,181 |
| No.03 | <b>0 + 300</b>    | 104,228 |  | Pc | 2,53%  | 104,236 | <b>104,328</b> | 104,420 |
| No.03 | <b>0 + 310</b>    | 104,791 |  |    | 6,52%  | 104,653 | <b>104,891</b> | 105,129 |
| No.03 | <b>0 + 318.72</b> |         |  | D  | 10,00% | 104,965 | <b>105,330</b> | 105,695 |
| No.03 | <b>0 + 320</b>    | 105,298 |  |    | 10,00% | 105,033 | <b>105,398</b> | 105,763 |
| No.03 | <b>0 + 330</b>    | 105,786 |  |    | 10,00% | 105,521 | <b>105,886</b> | 106,251 |

|       |                   |         |  |        |         |                |         |
|-------|-------------------|---------|--|--------|---------|----------------|---------|
| No.03 | <b>0 + 340</b>    | 106,367 |    | 10,00% | 106,102 | <b>106,467</b> | 106,832 |
| No.03 | <b>0 + 350</b>    | 106,898 |    | 10,00% | 106,633 | <b>106,998</b> | 107,363 |
| No.03 | <b>0 + 360</b>    | 107,442 |    | 10,00% | 107,177 | <b>107,542</b> | 107,907 |
| No.03 | <b>0 + 361.28</b> |         |    | 10,00% | 107,249 | <b>107,614</b> | 107,979 |
| No.03 | <b>0 + 370</b>    | 108,008 |    | 8,45%  | 107,800 | <b>108,108</b> | 108,416 |
| No.03 | <b>0 + 380</b>    | 108,458 |    | 6,67%  | 108,315 | <b>108,558</b> | 108,801 |
|       | <b>0 + 400</b>    | 109,061 |    | 3,11%  | 109,048 | <b>109,161</b> | 109,274 |
|       | <b>0 + 406.21</b> |         |    | 2,00%  | 109,208 | <b>109,281</b> | 109,354 |
|       | <b>0 + 417.44</b> |         |    | 2,00%  | 109,425 | <b>109,498</b> | 109,498 |
|       | <b>0 + 420</b>    | 109,448 |    | 2,00%  | 109,475 | <b>109,548</b> | 109,531 |
|       | <b>0 + 428.67</b> |         |    | 2,00%  | 109,509 | <b>109,582</b> | 109,509 |
|       | <b>0 + 440</b>    | 109,527 |    | 2,00%  | 109,554 | <b>109,627</b> | 109,554 |
|       | <b>0 + 445.46</b> |         |    | 2,00%  | 109,509 | <b>109,582</b> | 109,509 |
|       | <b>0 + 458.05</b> |         |    | 2,00%  | 109,479 | <b>109,479</b> | 109,406 |
|       | <b>0 + 460</b>    | 109,363 |  | 2,00%  | 109,536 | <b>109,463</b> | 109,452 |
|       | <b>0 + 470.63</b> |         |  | 2,00%  | 109,305 | <b>109,232</b> | 109,159 |
|       | <b>0 + 480</b>    | 108,928 |  | 3,49%  | 109,155 | <b>109,028</b> | 108,901 |
| No.04 | <b>0 + 500</b>    | 108,481 |  | 6,67%  | 108,824 | <b>108,581</b> | 108,338 |
| No.04 | <b>0 + 510</b>    | 108,101 |  | 8,26%  | 108,502 | <b>108,201</b> | 107,900 |
| No.04 | <b>0 + 520</b>    | 107,640 |  | 9,84%  | 108,099 | <b>107,740</b> | 107,381 |
| No.04 | <b>0 + 520.98</b> |         |  | 10,00% | 108,062 | <b>107,697</b> | 107,332 |
| No.04 | <b>0 + 530</b>    | 107,206 |  | 10,00% | 107,671 | <b>107,306</b> | 106,941 |

|       |                   |         |  |        |         |                |         |
|-------|-------------------|---------|--|--------|---------|----------------|---------|
| No.04 | <b>0 + 540</b>    | 106,753 |  | 10,00% | 107,218 | <b>106,853</b> | 106,488 |
| No.04 | <b>0 + 550</b>    | 106,281 |  | 10,00% | 106,746 | <b>106,381</b> | 106,016 |
| No.04 | <b>0 + 560</b>    | 105,792 |  | 10,00% | 106,257 | <b>105,892</b> | 105,527 |
| No.04 | <b>0 + 570</b>    | 105,323 |  | 10,00% | 105,788 | <b>105,423</b> | 105,058 |
| No.04 | <b>0 + 580</b>    | 104,822 |  | 10,00% | 105,287 | <b>104,922</b> | 104,557 |
| No.04 | <b>0 + 590</b>    | 104,218 |  | 10,00% | 104,683 | <b>104,318</b> | 103,953 |
| No.04 | <b>0 + 600</b>    | 103,539 |  | 10,00% | 104,004 | <b>103,639</b> | 103,274 |
| No.04 | <b>0 + 609.02</b> |         |  | 10,00% | 103,251 | <b>102,886</b> | 102,521 |
| No.04 | <b>0 + 610</b>    | 102,704 |  | 9,84%  | 103,163 | <b>102,804</b> | 102,445 |
| No.04 | <b>0 + 620</b>    | 101,777 |  | 8,26%  | 102,178 | <b>101,877</b> | 101,576 |
| No.04 | <b>0 + 630</b>    | 100,910 |  | 6,67%  | 101,253 | <b>101,010</b> | 100,767 |
|       | <b>0 + 650</b>    | 98,830  |  | 3,49%  | 99,057  | <b>98,930</b>  | 98,803  |
|       | <b>0 + 659.37</b> |         |  | 2,00%  | 98,044  | <b>97,971</b>  | 97,898  |
|       | <b>0 + 670</b>    | 96,784  |  | 2,00%  | 96,946  | <b>96,884</b>  | 96,811  |
|       | <b>0 + 671.95</b> |         |  | 2,00%  | 96,672  | <b>96,672</b>  | 96,599  |
|       | <b>0 + 684.54</b> |         |  | 2,00%  | 95,231  | <b>95,304</b>  | 95,231  |
|       | <b>0 + 690</b>    | 94,610  |  | 2,00%  | 94,637  | <b>94,710</b>  | 94,637  |
|       | <b>0 + 710</b>    | 92,493  |  | 2,00%  | 92,520  | <b>92,593</b>  | 92,520  |
|       | <b>0 + 710.31</b> |         |  | 2,00%  | 92,489  | <b>92,562</b>  | 92,489  |
|       | <b>0 + 724.09</b> |         |  | 2,00%  | 91,100  | <b>91,173</b>  | 91,100  |
|       | <b>0 + 730</b>    | 90,522  |  | 2,00%  | 90,549  | <b>90,622</b>  | 90,549  |

|                                 |                          |        |  |       |        |               |        |
|---------------------------------|--------------------------|--------|--|-------|--------|---------------|--------|
|                                 | <b>0 + 737.86</b>        |        |  | 2,00% | 89,757 | <b>89,830</b> | 89,757 |
|                                 | <b>0 + 750</b>           | 88,506 |  | 2,50% | 88,515 | <b>88,606</b> | 88,515 |
|                                 | <b>0 + 770</b>           | 86,368 |  | 3,00% | 86,359 | <b>86,468</b> | 86,359 |
|                                 | <b>0 + 790</b>           | 84,763 |  | 3,00% | 84,736 | <b>84,863</b> | 84,736 |
|                                 | <b>0 + 792.96</b>        |        |  | 3,00% | 84,520 | <b>84,650</b> | 84,520 |
|                                 | <b>0 + 800</b>           | 84,114 |  | 3,00% | 84,064 | <b>84,214</b> | 84,064 |
|                                 | <b>0 + 810 - 0 + 090</b> | 83,406 |  | 3,00% | 83,307 | <b>83,506</b> | 83,307 |
| <b>BIFURCACIÓN Y'' (Salida)</b> |                          |        |  |       |        |               |        |
| No.05                           | <b>0 + 820</b>           | 82,730 |  | 3,50% | 82,953 | <b>82,830</b> | 82,708 |
| No.05                           | <b>0 + 830</b>           | 82,185 |  | 3,50% | 82,408 | <b>82,285</b> | 82,163 |
| No.05                           | <b>0 + 840</b>           | 81,768 |  | 3,50% | 81,991 | <b>81,868</b> | 81,746 |
| No.05                           | <b>0 + 850</b>           | 81,480 |  | 3,50% | 81,703 | <b>81,580</b> | 81,458 |
| No.05                           | <b>0 + 860</b>           | 81,304 |  | 3,50% | 81,527 | <b>81,404</b> | 81,282 |
| No.05                           | <b>0 + 870</b>           | 81,245 |  | 3,50% | 81,468 | <b>81,345</b> | 81,223 |
| No.05                           | <b>0 + 880</b>           | 81,268 |  | 3,50% | 81,491 | <b>81,368</b> | 81,246 |
| No.05                           | <b>0 + 881.69</b>        |        |  | 3,50% | 81,512 | <b>81,389</b> | 81,267 |
| No.05                           | <b>0 + 890</b>           | 81,394 |  | 3,50% | 81,617 | <b>81,494</b> | 81,372 |
| No.05                           | <b>0 + 900</b>           | 81,616 |  | 3,50% | 81,839 | <b>81,716</b> | 81,594 |
|                                 | <b>0 + 904.65</b>        | 82,309 |  |       | 82,053 | <b>82,309</b> | 82,699 |

**BIFURCACIÓN Y'' (Entrada)**

|       |                  |        |   |       |        |               |        |
|-------|------------------|--------|---|-------|--------|---------------|--------|
| No.06 | <b>0 + 080</b>   | 82,647 |     | 3,50% | 82,870 | <b>82,747</b> | 82,625 |
| No.06 | <b>0 + 070</b>   | 82,265 |     | 3,50% | 82,488 | <b>82,365</b> | 82,243 |
| No.06 | <b>0 + 060</b>   | 81,512 |     | 3,50% | 81,735 | <b>81,612</b> | 81,490 |
| No.06 | <b>0 + 050</b>   | 81,295 |     | 3,50% | 81,518 | <b>81,395</b> | 81,273 |
| No.06 | <b>0 + 040</b>   | 81,229 |     | 3,50% | 81,452 | <b>81,329</b> | 81,207 |
| No.06 | <b>0 + 030</b>   | 81,264 |     | 3,50% | 81,487 | <b>81,364</b> | 81,242 |
| No.06 | <b>0 + 22.11</b> |        |  D' | 3,50% | 81,475 | <b>81,352</b> | 81,230 |
| No.06 | <b>0 + 020</b>   | 81,319 |     | 3,50% | 81,542 | <b>81,419</b> | 81,297 |
| No.06 | <b>0 + 010</b>   | 81,559 |     | 3,50% | 81,782 | <b>81,659</b> | 81,537 |
| No.06 | <b>0 + 000</b>   | 82,337 |  Pc |       | 82,322 | <b>82,337</b> | 81,955 |

|       |           |        |         |                |         |
|-------|-----------|--------|---------|----------------|---------|
| No.01 | <b>Pc</b> | 6,67%  | 79,914  | <b>79,671</b>  | 79,428  |
| No.01 |           | 8,59%  | 80,077  | <b>79,764</b>  | 79,451  |
| No.01 | <b>D</b>  | 10,00% | 80,373  | <b>80,008</b>  | 79,643  |
| No.01 |           | 10,00% | 80,459  | <b>80,094</b>  | 79,729  |
| No.01 |           | 10,00% | 80,883  | <b>80,518</b>  | 80,153  |
| No.01 |           | 10,00% | 81,437  | <b>81,072</b>  | 80,707  |
| No.01 | <b>D'</b> | 10,00% | 81,636  | <b>81,271</b>  | 80,906  |
| No.01 |           | 8,59%  | 82,146  | <b>81,833</b>  | 81,520  |
| No.01 | <b>Pt</b> | 6,67%  | 82,922  | <b>82,679</b>  | 82,436  |
|       |           | 2,83%  | 84,623  | <b>84,520</b>  | 84,417  |
|       | <b>C'</b> | 2,00%  | 85,070  | <b>84,997</b>  | 84,924  |
|       | <b>B'</b> | 2,00%  | 86,144  | <b>86,144</b>  | 86,071  |
|       |           | 2,00%  | 86,685  | <b>86,721</b>  | 86,648  |
|       | <b>A'</b> | 2,00%  | 87,294  | <b>87,367</b>  | 87,294  |
|       |           | 2,00%  | 89,139  | <b>89,212</b>  | 89,139  |
|       |           | 2,00%  | 91,594  | <b>91,667</b>  | 91,594  |
|       | <b>A</b>  | 2,00%  | 92,362  | <b>92,435</b>  | 92,362  |
|       | <b>B</b>  | 2,00%  | 93,811  | <b>93,811</b>  | 93,738  |
|       | <b>C</b>  | 2,00%  | 94,168  | <b>94,095</b>  | 94,022  |
|       |           | 2,98%  | 96,463  | <b>96,354</b>  | 96,245  |
|       | <b>Pc</b> | 6,67%  | 97,997  | <b>97,754</b>  | 97,511  |
|       |           | 7,96%  | 98,510  | <b>98,220</b>  | 97,930  |
|       |           | 9,45%  | 99,498  | <b>99,153</b>  | 98,808  |
|       | <b>D</b>  | 10,00% | 99,790  | <b>99,425</b>  | 99,060  |
|       |           | 10,00% | 100,250 | <b>99,885</b>  | 99,520  |
|       |           | 10,00% | 100,862 | <b>100,497</b> | 100,132 |
|       | <b>D'</b> | 10,00% | 100,933 | <b>100,568</b> | 100,203 |
|       |           | 8,45%  | 101,357 | <b>101,049</b> | 100,741 |
|       | <b>Pt</b> | 6,67%  | 101,793 | <b>101,550</b> | 101,307 |
|       |           | 3,11%  | 102,752 | <b>102,639</b> | 102,526 |
|       | <b>C'</b> | 2,00%  | 103,063 | <b>102,990</b> | 102,917 |
|       | <b>B'</b> | 2,00%  | 103,626 | <b>103,626</b> | 103,553 |
|       |           | 2,00%  | 103,754 | <b>103,771</b> | 103,698 |
|       | <b>A'</b> | 2,00%  | 104,181 | <b>104,254</b> | 104,181 |
|       | <b>Pc</b> | 2,53%  | 104,236 | <b>104,328</b> | 104,420 |
|       |           | 6,52%  | 104,653 | <b>104,891</b> | 105,129 |
|       | <b>D</b>  | 10,00% | 104,965 | <b>105,330</b> | 105,695 |
|       |           | 10,00% | 105,033 | <b>105,398</b> | 105,763 |
|       |           | 10,00% | 105,521 | <b>105,886</b> | 106,251 |
|       |           | 10,00% | 106,102 | <b>106,467</b> | 106,832 |
|       |           | 10,00% | 106,633 | <b>106,998</b> | 107,363 |
|       |           | 10,00% | 107,177 | <b>107,542</b> | 107,907 |
|       | <b>D'</b> | 10,00% | 107,249 | <b>107,614</b> | 107,979 |
|       |           | 8,45%  | 107,800 | <b>108,108</b> | 108,416 |
|       | <b>Pt</b> | 6,67%  | 108,315 | <b>108,558</b> | 108,801 |
|       |           | 3,11%  | 109,048 | <b>109,161</b> | 109,274 |
|       | <b>C'</b> | 2,00%  | 109,208 | <b>109,281</b> | 109,354 |
|       | <b>B'</b> | 2,00%  | 109,425 | <b>109,498</b> | 109,498 |
|       |           | 2,00%  | 109,475 | <b>109,548</b> | 109,531 |
|       | <b>A'</b> | 2,00%  | 109,509 | <b>109,582</b> | 109,509 |
|       |           | 2,00%  | 109,554 | <b>109,627</b> | 109,554 |
|       | <b>A</b>  | 2,00%  | 109,509 | <b>109,582</b> | 109,509 |
|       | <b>B</b>  | 2,00%  | 109,479 | <b>109,479</b> | 109,406 |
|       |           | 2,00%  | 109,536 | <b>109,463</b> | 109,452 |

|           |        |         |                |         |
|-----------|--------|---------|----------------|---------|
| <b>C</b>  | 2,00%  | 109,305 | <b>109,232</b> | 109,159 |
|           | 3,49%  | 109,155 | <b>109,028</b> | 108,901 |
| <b>Pc</b> | 6,67%  | 108,824 | <b>108,581</b> | 108,338 |
|           | 8,26%  | 108,502 | <b>108,201</b> | 107,900 |
|           | 9,84%  | 108,099 | <b>107,740</b> | 107,381 |
| <b>D</b>  | 10,00% | 108,062 | <b>107,697</b> | 107,332 |
|           | 10,00% | 107,671 | <b>107,306</b> | 106,941 |
|           | 10,00% | 107,218 | <b>106,853</b> | 106,488 |
|           | 10,00% | 106,746 | <b>106,381</b> | 106,016 |
|           | 10,00% | 106,257 | <b>105,892</b> | 105,527 |
|           | 10,00% | 105,788 | <b>105,423</b> | 105,058 |
|           | 10,00% | 105,287 | <b>104,922</b> | 104,557 |
|           | 10,00% | 104,683 | <b>104,318</b> | 103,953 |
|           | 10,00% | 104,004 | <b>103,639</b> | 103,274 |
| <b>D'</b> | 10,00% | 103,251 | <b>102,886</b> | 102,521 |
|           | 9,84%  | 103,163 | <b>102,804</b> | 102,445 |
|           | 8,26%  | 102,178 | <b>101,877</b> | 101,576 |
| <b>Pt</b> | 6,67%  | 101,253 | <b>101,010</b> | 100,767 |
|           | 3,49%  | 99,057  | <b>98,930</b>  | 98,803  |
| <b>C'</b> | 2,00%  | 98,044  | <b>97,971</b>  | 97,898  |
|           | 2,00%  | 96,946  | <b>96,884</b>  | 96,811  |
| <b>B'</b> | 2,00%  | 96,672  | <b>96,672</b>  | 96,599  |
| <b>A'</b> | 2,00%  | 95,231  | <b>95,304</b>  | 95,231  |
|           | 2,00%  | 94,637  | <b>94,710</b>  | 94,637  |
|           | 2,00%  | 92,520  | <b>92,593</b>  | 92,520  |
| <b>A</b>  | 2,00%  | 92,489  | <b>92,562</b>  | 92,489  |
| <b>B</b>  | 2,00%  | 91,100  | <b>91,173</b>  | 91,100  |
|           | 2,00%  | 90,549  | <b>90,622</b>  | 90,549  |
| <b>C</b>  | 2,00%  | 89,757  | <b>89,830</b>  | 89,757  |
|           | 2,50%  | 88,515  | <b>88,606</b>  | 88,515  |
| <b>Pc</b> | 3,00%  | 86,359  | <b>86,468</b>  | 86,359  |
|           | 3,00%  | 84,736  | <b>84,863</b>  | 84,736  |
|           | 3,00%  | 84,520  | <b>84,650</b>  | 84,520  |
|           | 3,00%  | 84,064  | <b>84,214</b>  | 84,064  |
|           | 3,00%  | 83,307  | <b>83,506</b>  | 83,307  |
|           |        | 82,953  | <b>82,830</b>  | 82,708  |
|           |        | 82,408  | <b>82,285</b>  | 82,163  |
|           |        | 81,991  | <b>81,868</b>  | 81,746  |
|           |        | 81,703  | <b>81,580</b>  | 81,458  |
|           |        | 81,527  | <b>81,404</b>  | 81,282  |
|           |        | 81,468  | <b>81,345</b>  | 81,223  |
|           |        | 81,491  | <b>81,368</b>  | 81,246  |
|           |        | 81,512  | <b>81,389</b>  | 81,267  |
|           |        | 81,617  | <b>81,494</b>  | 81,372  |
|           |        | 81,839  | <b>81,716</b>  | 81,594  |
|           |        | 82,053  | <b>82,309</b>  | 82,699  |
|           |        | 82,8695 | <b>82,747</b>  | 82,6245 |
|           |        | 82,4875 | <b>82,365</b>  | 82,2425 |
|           |        | 81,7345 | <b>81,612</b>  | 81,4895 |
|           |        | 81,5175 | <b>81,395</b>  | 81,2725 |
|           |        | 81,4515 | <b>81,329</b>  | 81,2065 |
|           |        | 81,4865 | <b>81,364</b>  | 81,2415 |

|         |               |         |
|---------|---------------|---------|
| 81,4745 | <b>81,352</b> | 81,2295 |
| 81,5415 | <b>81,419</b> | 81,2965 |
| 81,7815 | <b>81,659</b> | 81,5365 |
| 82,322  | <b>82,337</b> | 81,955  |

## Alternativa II: HORMIGON ASFALTICO

### Cotas de Proyecto

|       |            |       |                  | Ancho de calzada = 7.30 m            |                |               |
|-------|------------|-------|------------------|--------------------------------------|----------------|---------------|
| Curva | Abscisa    | Punto | Peralte / Bombeo | Cotas de Proyecto Hormigón Asfáltico |                |               |
|       |            |       |                  | Borde Izquierdo                      | Eje            | Borde Derecho |
| No.01 | 0 + 000    | Pc    | 6,67%            | 79,914                               | <b>79,671</b>  | 79,428        |
| No.01 | 0 + 010    |       | 8,59%            | 80,077                               | <b>79,764</b>  | 79,451        |
| No.01 | 0 + 17.38  | D     | 10,00%           | 80,373                               | <b>80,008</b>  | 79,643        |
| No.01 | 0 + 020    |       | 10,00%           | 80,459                               | <b>80,094</b>  | 79,729        |
| No.01 | 0 + 030    |       | 10,00%           | 80,883                               | <b>80,518</b>  | 80,153        |
| No.01 | 0 + 040    |       | 10,00%           | 81,437                               | <b>81,072</b>  | 80,707        |
| No.01 | 0 + 42.62  | D'    | 10,00%           | 81,636                               | <b>81,271</b>  | 80,906        |
| No.01 | 0 + 050    |       | 8,59%            | 82,146                               | <b>81,833</b>  | 81,520        |
| No.01 | 0 + 060    | Pt    | 6,67%            | 82,922                               | <b>82,679</b>  | 82,436        |
|       | 0 + 080    |       | 2,83%            | 84,623                               | <b>84,520</b>  | 84,417        |
|       | 0 + 84.33  | C'    | 2,00%            | 85,070                               | <b>84,997</b>  | 84,924        |
|       | 0 + 94.76  | B'    | 2,00%            | 86,144                               | <b>86,144</b>  | 86,071        |
|       | 0 + 100    |       | 2,00%            | 86,685                               | <b>86,721</b>  | 86,648        |
|       | 0 + 105.19 | A'    | 2,00%            | 87,294                               | <b>87,367</b>  | 87,294        |
|       | 0 + 120    |       | 2,00%            | 89,139                               | <b>89,212</b>  | 89,139        |
|       | 0 + 140    |       | 2,00%            | 91,594                               | <b>91,667</b>  | 91,594        |
|       | 0 + 146.33 | A     | 2,00%            | 92,362                               | <b>92,435</b>  | 92,362        |
|       | 0 + 157.56 | B     | 2,00%            | 93,811                               | <b>93,811</b>  | 93,738        |
|       | 0 + 168.79 | C     | 2,00%            | 94,168                               | <b>94,095</b>  | 94,022        |
|       | 0 + 180    |       | 2,98%            | 96,463                               | <b>96,354</b>  | 96,245        |
| No.02 | 0 + 195    | Pc    | 6,67%            | 97,997                               | <b>97,754</b>  | 97,511        |
| No.02 | 0 + 200    |       | 7,96%            | 98,510                               | <b>98,220</b>  | 97,930        |
| No.02 | 0 + 210    |       | 9,45%            | 99,498                               | <b>99,153</b>  | 98,808        |
| No.02 | 0 + 213.72 | D     | 10,00%           | 99,790                               | <b>99,425</b>  | 99,060        |
| No.02 | 0 + 220    |       | 10,00%           | 100,250                              | <b>99,885</b>  | 99,520        |
| No.02 | 0 + 230    |       | 10,00%           | 100,862                              | <b>100,497</b> | 100,132       |
| No.02 | 0 + 231.28 | D'    | 10,00%           | 100,933                              | <b>100,568</b> | 100,203       |
| No.02 | 0 + 240    |       | 8,45%            | 101,357                              | <b>101,049</b> | 100,741       |
| No.02 | 0 + 250    | Pt    | 6,67%            | 101,793                              | <b>101,550</b> | 101,307       |
|       | 0 + 270    |       | 3,11%            | 102,752                              | <b>102,639</b> | 102,526       |
|       | 0 + 276.21 | C'    | 2,00%            | 103,063                              | <b>102,990</b> | 102,917       |
|       | 0 + 287.44 | B'    | 2,00%            | 103,626                              | <b>103,626</b> | 103,553       |
|       | 0 + 290    |       | 2,00%            | 103,754                              | <b>103,771</b> | 103,698       |
|       | 0 + 298.67 | A'    | 2,00%            | 104,181                              | <b>104,254</b> | 104,181       |
| No.03 | 0 + 300    | Pc    | 2,53%            | 104,236                              | <b>104,328</b> | 104,420       |
| No.03 | 0 + 310    |       | 6,52%            | 104,653                              | <b>104,891</b> | 105,129       |
| No.03 | 0 + 318.72 | D     | 10,00%           | 104,965                              | <b>105,330</b> | 105,695       |
| No.03 | 0 + 320    |       | 10,00%           | 105,033                              | <b>105,398</b> | 105,763       |
| No.03 | 0 + 330    |       | 10,00%           | 105,521                              | <b>105,886</b> | 106,251       |
| No.03 | 0 + 340    |       | 10,00%           | 106,102                              | <b>106,467</b> | 106,832       |
| No.03 | 0 + 350    |       | 10,00%           | 106,633                              | <b>106,998</b> | 107,363       |
| No.03 | 0 + 360    |       | 10,00%           | 107,177                              | <b>107,542</b> | 107,907       |
| No.03 | 0 + 361.28 | D'    | 10,00%           | 107,249                              | <b>107,614</b> | 107,979       |
| No.03 | 0 + 370    |       | 8,45%            | 107,800                              | <b>108,108</b> | 108,416       |
| No.03 | 0 + 380    | Pt    | 6,67%            | 108,315                              | <b>108,558</b> | 108,801       |
|       | 0 + 400    |       | 3,11%            | 109,048                              | <b>109,161</b> | 109,274       |
|       | 0 + 406.21 | C'    | 2,00%            | 109,208                              | <b>109,281</b> | 109,354       |
|       | 0 + 417.44 | B'    | 2,00%            | 109,425                              | <b>109,498</b> | 109,498       |
|       | 0 + 420    |       | 2,00%            | 109,475                              | <b>109,548</b> | 109,531       |
|       | 0 + 428.67 | A'    | 2,00%            | 109,509                              | <b>109,582</b> | 109,509       |

|       |                                  |    |        |         |                |         |
|-------|----------------------------------|----|--------|---------|----------------|---------|
|       | 0 + 440                          |    | 2,00%  | 109,554 | <b>109,627</b> | 109,554 |
|       | 0 + 445.46                       | A  | 2,00%  | 109,509 | <b>109,582</b> | 109,509 |
|       | 0 + 458.05                       | B  | 2,00%  | 109,479 | <b>109,479</b> | 109,406 |
|       | 0 + 460                          |    | 2,00%  | 109,536 | <b>109,463</b> | 109,452 |
|       | 0 + 470.63                       | C  | 2,00%  | 109,305 | <b>109,232</b> | 109,159 |
|       | 0 + 480                          |    | 3,49%  | 109,155 | <b>109,028</b> | 108,901 |
| No.04 | 0 + 500                          | Pc | 6,67%  | 108,824 | <b>108,581</b> | 108,338 |
| No.04 | 0 + 510                          |    | 8,26%  | 108,502 | <b>108,201</b> | 107,900 |
| No.04 | 0 + 520                          |    | 9,84%  | 108,099 | <b>107,740</b> | 107,381 |
| No.04 | 0 + 520.98                       | D  | 10,00% | 108,062 | <b>107,697</b> | 107,332 |
| No.04 | 0 + 530                          |    | 10,00% | 107,671 | <b>107,306</b> | 106,941 |
| No.04 | 0 + 540                          |    | 10,00% | 107,218 | <b>106,853</b> | 106,488 |
| No.04 | 0 + 550                          |    | 10,00% | 106,746 | <b>106,381</b> | 106,016 |
| No.04 | 0 + 560                          |    | 10,00% | 106,257 | <b>105,892</b> | 105,527 |
| No.04 | 0 + 570                          |    | 10,00% | 105,788 | <b>105,423</b> | 105,058 |
| No.04 | 0 + 580                          |    | 10,00% | 105,287 | <b>104,922</b> | 104,557 |
| No.04 | 0 + 590                          |    | 10,00% | 104,683 | <b>104,318</b> | 103,953 |
| No.04 | 0 + 600                          |    | 10,00% | 104,004 | <b>103,639</b> | 103,274 |
| No.04 | 0 + 609.02                       | D' | 10,00% | 103,251 | <b>102,886</b> | 102,521 |
| No.04 | 0 + 610                          |    | 9,84%  | 103,163 | <b>102,804</b> | 102,445 |
| No.04 | 0 + 620                          |    | 8,26%  | 102,178 | <b>101,877</b> | 101,576 |
| No.04 | 0 + 630                          | Pt | 6,67%  | 101,253 | <b>101,010</b> | 100,767 |
|       | 0 + 650                          |    | 3,49%  | 99,057  | <b>98,930</b>  | 98,803  |
|       | 0 + 659.37                       | C' | 2,00%  | 98,044  | <b>97,971</b>  | 97,898  |
|       | 0 + 670                          |    | 2,00%  | 96,946  | <b>96,884</b>  | 96,811  |
|       | 0 + 671.95                       | B' | 2,00%  | 96,672  | <b>96,672</b>  | 96,599  |
|       | 0 + 684.54                       | A' | 2,00%  | 95,231  | <b>95,304</b>  | 95,231  |
|       | 0 + 690                          |    | 2,00%  | 94,637  | <b>94,710</b>  | 94,637  |
|       | 0 + 710                          |    | 2,00%  | 92,520  | <b>92,593</b>  | 92,520  |
|       | 0 + 710.31                       | A  | 2,00%  | 92,489  | <b>92,562</b>  | 92,489  |
|       | 0 + 724.09                       | B  | 2,00%  | 91,100  | <b>91,173</b>  | 91,100  |
|       | 0 + 730                          |    | 2,00%  | 90,549  | <b>90,622</b>  | 90,549  |
|       | 0 + 737.86                       | C  | 2,00%  | 89,757  | <b>89,830</b>  | 89,757  |
|       | 0 + 750                          |    | 2,50%  | 88,515  | <b>88,606</b>  | 88,515  |
|       | 0 + 770                          | Pc | 3,00%  | 86,359  | <b>86,468</b>  | 86,359  |
|       | 0 + 790                          |    | 3,00%  | 84,736  | <b>84,863</b>  | 84,736  |
|       | 0 + 792.96                       |    | 3,00%  | 84,520  | <b>84,650</b>  | 84,520  |
|       | 0 + 800                          |    | 3,00%  | 84,064  | <b>84,214</b>  | 84,064  |
|       | 0 + 810 - 0 + 090                |    | 3,00%  | 83,307  | <b>83,506</b>  | 83,307  |
|       |                                  |    |        |         |                |         |
|       | <b>Bifurcación "Y" (Salida)</b>  |    |        |         |                |         |
| No.05 | 0 + 820                          |    | 3,50%  | 82,953  | <b>82,830</b>  | 82,708  |
| No.05 | 0 + 830                          |    | 3,50%  | 82,408  | <b>82,285</b>  | 82,163  |
| No.05 | 0 + 840                          |    | 3,50%  | 81,991  | <b>81,868</b>  | 81,746  |
| No.05 | 0 + 850                          |    | 3,50%  | 81,703  | <b>81,580</b>  | 81,458  |
| No.05 | 0 + 860                          |    | 3,50%  | 81,527  | <b>81,404</b>  | 81,282  |
| No.05 | 0 + 870                          |    | 3,50%  | 81,468  | <b>81,345</b>  | 81,223  |
| No.05 | 0 + 880                          |    | 3,50%  | 81,491  | <b>81,368</b>  | 81,246  |
| No.05 | 0 + 881.69                       | D' | 3,50%  | 81,512  | <b>81,389</b>  | 81,267  |
| No.05 | 0 + 890                          |    | 3,50%  | 81,617  | <b>81,494</b>  | 81,372  |
| No.05 | 0 + 900                          |    | 3,50%  | 81,839  | <b>81,716</b>  | 81,594  |
| No.05 | 0 + 904.65                       | Pt |        | 82,053  | <b>82,309</b>  | 82,699  |
|       |                                  |    |        |         |                |         |
|       | <b>Bifurcación "Y" (Entrada)</b> |    |        |         |                |         |

|       |           |    |       |        |               |        |
|-------|-----------|----|-------|--------|---------------|--------|
| No.06 | 0 + 080   |    | 3,50% | 82,870 | <b>82,747</b> | 82,625 |
| No.06 | 0 + 070   |    | 3,50% | 82,488 | <b>82,365</b> | 82,243 |
| No.06 | 0 + 060   |    | 3,50% | 81,735 | <b>81,612</b> | 81,490 |
| No.06 | 0 + 050   |    | 3,50% | 81,518 | <b>81,395</b> | 81,273 |
| No.06 | 0 + 040   |    | 3,50% | 81,452 | <b>81,329</b> | 81,207 |
| No.06 | 0 + 030   |    | 3,50% | 81,487 | <b>81,364</b> | 81,242 |
| No.06 | 0 + 22.11 | D' | 3,50% | 81,475 | <b>81,352</b> | 81,230 |
| No.06 | 0 + 020   |    | 3,50% | 81,542 | <b>81,419</b> | 81,297 |
| No.06 | 0 + 010   |    | 3,50% | 81,782 | <b>81,659</b> | 81,537 |
| No.06 | 0 + 000   | Pc |       | 82,322 | <b>82,337</b> | 81,955 |

**PROYECTO:** Rehabilitación de la vía "Lago - Intersección con vía principal de la ESPOL"

**FECHA:** Abril de 2006

**UBICACIÓN:** Campus Politécnico Gustavo Galindo Velasco - ESPOL

**LONGITUD:** 1005 m

### PRESUPUESTO REFERENCIAL SEÑALIZACIÓN VIAL

| RUBRO    | DESCRIPCIÓN                                 | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO       | TOTAL              |
|----------|---|--------|----------|-------------------|--------------------|
| <b>4</b> | <b>SISTEMAS DE SEGURIDAD</b>                |        |          |                   |                    |
| 4,1      | Señalización Horizontal (ancho = 12 cm)     | ml     | 3600,00  | 1,37              | 4942,28            |
| 4,2      | Señalización Vertical                       | u      | 3,00     | 43,65             | 130,96             |
| 4,3      | Barandas de seguridad                       | u      | 135,00   | 8,42              | 1136,18            |
| 4,4      | Pintura en barandas de seguridad existentes | ml     | 240,00   | 4,70              | 1128,83            |
|          |   |        |          |                   |                    |
|          |   |        |          | <b>Subtotal =</b> | <b>\$ 7.338,25</b> |

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| <b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b> | 7338,25            |
| <b>FISCALIZACIÓN (5%):</b>    | 366,91             |
| <b>IVA (12%):</b>             | 880,59             |
| <b>COSTO TOTAL DE OBRA:</b>   | <b>\$ 8.585,76</b> |

ANEXOS 6

OBRAS COMPLEMENTARIAS

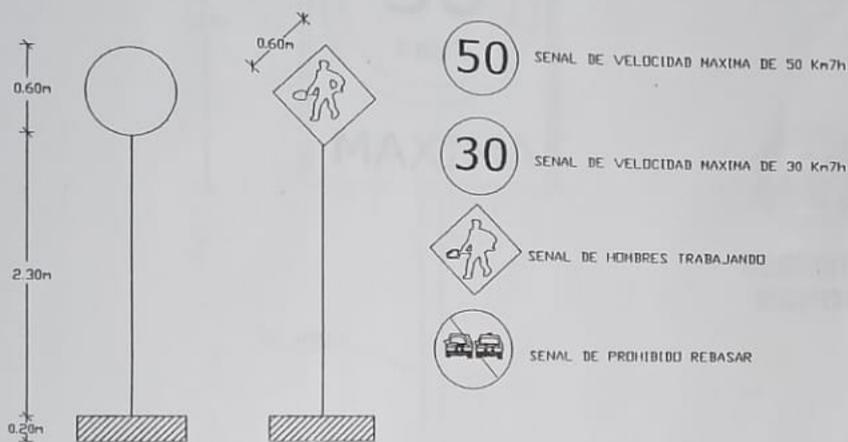
SEÑALIZACION VIAL

COMITÉ DE DISEÑO DE  
SEÑALIZACIÓN VIAL

# SEÑALIZACIÓN VIAL

# SENALES RESTRINGTIVAS

## ESQUEMA DE DIMENSIONES DE SENALIZACION TEMPORAL



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

|          |                               |          |                                  |
|----------|-------------------------------|----------|----------------------------------|
| PROYECTO | REHABILITACION VIA LAGO ESPOL | CONTIENE | DETALLE DE SENALIZACION VERTICAL |
| DESEÑO   | PT5, ACC                      | ESCALA   | 5/8 ESCALA                       |
|          |                               | FECHA    | ABRIL 1994                       |

# SENALES RESTRICTIVAS



BIBLIOTECA FIC!  
ESPOL

PROYECTO  
REHABILITACION  
VIA LAGO ESPOL

CONTENIDO  
DETALLE DE  
SEÑALIZACION VERTICAL

DISEÑADO  
PFS. ACC

ESCALA  
1/8" = 1"

FECHA  
ABRIL 2006