

**UNIVERSIDAD TÈCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÌA CIVIL Y MECÀNICA**



**CARRERA DE INGENIERÌA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÒN DEL TÌTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

“IMPLEMENTACIÒN DEL PROCESO DE CONSERVACIÒN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÌA PATATE-PÌLLARO EN  
EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA”

---

**AUTOR:**

JULIO DAVID CASTRO ROBALINO

**TUTORA:**

ING. MARISOL BAYAS

**AMBATO – ECUADOR**


**2019**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Marisol Bayas, certifico que el presente trabajo bajo el tema: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" es de autoría del Sr. Julio David Castro Robalino, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, diciembre del 2019.



Ing. Marisol Bayas

TUTOR

## AUTORÍA

Yo, con C.I: 050338372-1, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el Trabajo Experimental con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, es de mi completa autoría.

Ambato, Diciembre del 2019



Julio David Castro Robalino

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según normas de la Institución

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además aprueba o la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice mis derechos de autor.

Ambato, diciembre del 2019.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Julio David Castro Robalino'. The signature is stylized with large, overlapping loops and is written over a horizontal line.

Julio David Castro Robalino.



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL GRADO

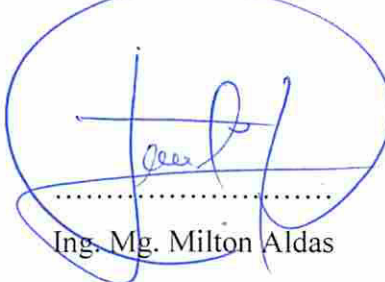
Los miembros del tribunal calificador después de haber revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **‘IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA’**, del egresado Castro Robalino Julio David de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, el mismo que cumple con las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Diciembre del 2019

Para constancia firman



.....  
Ing. Mg. Alex López



.....  
Ing. Mg. Milton Aldas

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida y permitirme hacer posible la culminación de esta gran etapa de mi vida, gracias a su protección y bendición.

A mi padres, Marcelo y Gloria, a mis hermanos Silvana, Cesar y Marcelo, quienes con sus consejos, amor y ayuda incondicional han estado siempre a mi lado y a quienes amo.

A mi esposa Mayra, por estar junto a mi ayudándome y apoyándome en todo momento.

A mi hija Monserrath, por ser mi motor y fuente de vida para cada día ser mejor.

A mis sobrinos que forman parte de mi vida.

David

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida para así continuar en este camino, en compañía de mis seres amados.

A mis padres que son mi ejemplo a seguir y darme sus palabras de aliento.

A mi esposa por ser la persona que siempre estuvo junto a mi apoyándome

A mi hija por ser mi inspiración y motor a seguir adelante.

A mi tutora, Ing. Mg. Marisol Bayas, quien gracias a sus conocimientos se pudo realizar y culminar este proyecto.

David

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1. Tema del trabajo experimental.....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
FUNDAMENTACIÓN.....	6
2.1 Fundamentación teórica.....	6
2.1.1 Vía.....	6
2.1.1.1 Elementos de la sección transversal de una vía.....	6
2.1.2 Levantamiento topográfico.....	7
2.1.3 Tráfico.....	7
2.1.4 Estudio de suelos.....	12
2.1.5 Pruebas de laboratorio.....	13
2.1.5.1 Determinación del contenido de humedad.....	13
2.1.5.2 Determinación análisis granulométrico.....	13
2.1.5.3 Determinación del índice plástico de los suelos.....	13
2.1.5.4 Ensayos de compactación del suelo.....	13
2.1.5.5 Ensayos CBR.....	13
2.1.6 Índice de condición del pavimento (PCI).....	15
2.1.6.1 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	16
2.1.6.1.1 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.....	18
2.1.6.1.2 Selección de las unidades de muestreo para inspección:.....	19
2.1.6.1.3 Selección de unidades de muestreo adicionales.....	19
2.1.6.1.4 Evaluación de la condición.....	20

2.1.6.1.5	Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	20
2.1.6.1.6	Cálculo del PCI de una sección de pavimento. ....	22
2.1.7	Viga Benkelman .....	23
2.1.8	Conservación vial .....	28
2.1.9	Mantenimiento y Rehabilitación.....	30
2.2	Hipótesis .....	31
2.3	Señalamiento de variables de la hipótesis .....	31
2.3.1	Variables independientes .....	31
2.3.2	Variable dependiente.....	31
CAPÍTULO III.....		32
METODOLOGÍA .....		32
3.1.	Nivel o tipo del trabajo experimental .....	32
3.1.1.	Tipo exploratorio.....	32
3.1.2.	Tipo descriptivo .....	32
3.1.3.	Tipo experimental .....	33
3.2.	Población y muestra .....	33
3.2.1.	Población.....	33
3.2.2.	Muestra.....	33
3.3.	Operacionalización de variables.....	34
3.3.1.	Variable independiente.....	34
3.3.2.	Variable dependiente.....	35
3.4.	Plan de Recolección de Información.....	36
3.5.	Plan procesamiento y análisis.....	37
3.5.1.	Plan de procesamiento.....	37
3.5.2.	Plan de análisis.....	37
CAPÍTULO IV .....		38
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		38
4.1.	Recolección de Datos .....	38
4.1.1.	Ubicación del Proyecto.....	38

4.1.2.	Levantamiento de la Vía.....	39
4.1.3.	Estudio de Tráfico.....	39
4.1.3.1.	Conteo Vehicular.....	39
4.1.4.	Estudios de Suelos .....	41
4.1.4.1.	Clasificación del suelo según el SUCS .....	41
4.1.4.2.	Análisis Granulométrico.....	43
4.1.4.3.	Límites de Atterberg.....	44
4.1.4.4.	Ensayo de Compactación .....	45
4.1.4.5.	Ensayo Índice de Soporte California.....	46
4.1.5.	Índice de Condición del Pavimento PCI.....	47
4.1.5.1.	Unidad de Muestreo .....	47
4.1.5.2.	Selección de las unidades de muestreo para inspección.....	49
4.1.5.3.	Intervalo de Muestreo (i).....	49
4.1.6.	Medición de Deflexiones .....	53
4.1.6.1.	Procedimiento.....	54
4.2.	Análisis de Resultados.....	54
4.2.1.	Análisis de Tráfico.....	54
4.2.1.1.	Cálculo de Factor de hora de hora pico (FHP) .....	55
4.2.1.3.	Cálculo del Tráfico Atraído (T at).....	57
4.2.1.4.	Cálculo de TPDA Total (Tt).....	57
4.2.1.5.	Tráfico futuro o proyectado.....	58
4.2.1.6.	Tf para vehículos livianos .....	58
4.2.1.7.	Clasificación vial en función del TPDA.....	60
4.2.1.8.	Cálculos de ejes equivalentes .....	60
4.1.1.	Análisis de Estudio de Suelos.....	64
4.1.1.1.	Granulometría y Límites de Consistencia .....	64
4.1.1.2.	Ensayo de Compactación .....	65
4.1.1.3.	Capacidad Soportante (CBR) .....	67
4.1.2.	Análisis de la Evaluación del Índice de Condición de Pavimento .....	69

4.1.3.	Análisis Viga Benkelman .....	70
4.1.3.1.	Selección de secciones .....	70
4.1.3.2.	Lectura de Campo.....	70
4.1.3.3.	Corrección por relación de brazos .....	71
4.1.3.4.	Corrección por temperatura.....	72
4.1.3.5.	Corrección por Estacionalidad .....	73
4.1.3.6.	Determinación del radio de curvatura .....	74
4.1.3.7.	Deflexión característica.....	75
4.1.3.8.	Deflexión admisible.....	76
4.1.3.9.	Deflexión crítica .....	77
4.1.3.10.	Análisis deflectómetro por secciones vigas Benkelman .....	78
4.1.4.	Análisis Mantenimiento y Rehabilitación.....	80
4.2.	Verificación de Hipótesis .....	82
CAPÍTULO V .....		83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		83
5.1.	Conclusiones.....	83
5.2.	Recomendaciones.....	84

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tramos de ubicación de la vía en estudio .....	4
Tabla 2. Formato Conteo Vehicular .....	8
Tabla 3. Tasa de Crecimiento.....	11
Tabla 4. Clase de Carreteras.....	11
Tabla 5. Ensayos para los materiales.....	14
Tabla 6. Clasificación del suelo según el CBR.....	15
Tabla 7. Rango de calificación del PCI.....	16
Tabla 8. Intervención en base al rango de PCI.....	16
Tabla 9. Hoja de Registro PCI .....	17
Tabla 10. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas .....	18
Tabla 11. Formato para la obtención del máximo deducido corregido .....	22
Tabla 12. Formato para la deflexión ensayo viga Benkelman .....	23
Tabla 13. Factores de corrección.....	24
Tabla 14. Formato para la deflexión corregidas ensayo viga Benkelman.....	25
Tabla 15. Formato factores de daño según tipo de vehículo .....	26
Tabla 16. Criterios para analizar la calidad estructural.....	27
Tabla 17. Criterios para analizar la calidad estructural.....	27
Tabla 18. Ciclo de Vida Pavimento.....	29
Tabla 19. Correlación de categoría de acción con un rango de PCI .....	31
Tabla 20. Localización Geográfica del Proyecto.....	33
Tabla 21. Tipos de ensayos a realizarse .....	34
Tabla 22. Operacionalización de Variable Independiente .....	34
Tabla 23. Operacionalización de Variable Dependiente.....	35
Tabla 24. Plan de Recolección de Información .....	36
Tabla 25. Ubicación geográfica del tramo de la vía Patate-Píllaro. ....	39
Tabla 26. Conteo Vehicular .....	40
Tabla 27. Clasificación de suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) .....	42
Tabla 28. Análisis Granulométrico Base – Calicata 1 .....	43
Tabla 29. Límites de Atterberg Base – Calicata 1 .....	44
Tabla 30. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 1 .....	45
Tabla 31. Determinación del CBR Base - Calicata 1.....	46
Tabla 32. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas .....	47
Tabla 33. Cálculo del número total de unidades de muestreo.....	48
Tabla 34. Cálculo de unidades de muestreo a evaluar .....	49
Tabla 35. Unidades de Muestreo en el tramo de vía.....	50
Tabla 36. Formato con el registro de Índice de condición de pavimento.....	51
Tabla 37. Contaje del Tráfico en Hora Pico .....	55
Tabla 38. Cálculo TPDA actual para la vía Patate-Píllaro Tramo 5 .....	56
Tabla 39. Cálculo Tráfico Atraído .....	57



Tabla 40. Cálculo Tráfico Total .....	57
Tabla 41. Tasa de Crecimiento.....	58
Tabla 42. TPDA Total.....	59
Tabla 43. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado .....	60
Tabla 44. Factores de daño según el tipo de vehículo. ....	61
Tabla 45. Factores de distribución direccional. ....	61
Tabla 46. Porcentaje de W18 en el carril DI.....	62
Tabla 47. TPDA para los ejes equivalentes. ....	62
Tabla 48. Cálculo de ejes equivalentes.....	63
Tabla 49. Resultados de estudios de suelos base .....	64
Tabla 50. Resultados de estudios de suelos suelo de fundación .....	65
Tabla 51. Resultados de Ensayo de Compactación de suelos base .....	66
Tabla 52. Resultados de Ensayo de Compactación de suelo de fundación .....	66
Tabla 53. Resultados de Capacidad Soporte base.....	67
Tabla 54. Resultados de Capacidad Soporte suelo de fundación .....	68
Tabla 55. Resumen Índice de Condición de Pavimento .....	69
Tabla 56. Identificación de secciones.....	70
Tabla 57. Lectura de Campo .....	70
Tabla 58. De flexiones Corregidas por Relación de Brazos .....	71
Tabla 59. De flexiones Corregidas por Temperatura.....	73
Tabla 60. Factores de corrección por estacionalidad .....	73
Tabla 61. De flexiones Corregidas por Estacionalidad.....	74
Tabla 62. Radio de Curvatura .....	75
Tabla 63. Valores de la variable t.....	76
Tabla 64. Resultados Sección 1- Deflectograma.....	78
Tabla 65. Resultados Sección 2- Deflectograma.....	79
Tabla 66. Resultados Correlación de categoría de acción con un rango de PCI .....	80
Tabla 67. Mantenimiento y Rehabilitación ha resalizarse .....	81
Tabla 68. Conteo Vehicular - Día Uno.....	88
Tabla 69. Conteo Vehicular - Día Dos .....	89
Tabla 70. Conteo Vehicular - Día Tres .....	90
Tabla 71. Conteo Vehicular - Día Cuatro.....	91
Tabla 72. Conteo Vehicular - Día Cinco .....	92
Tabla 73. Conteo Vehicular - Día Seis.....	93
Tabla 74. Conteo Vehicular - Día Siete.....	94
Tabla 75. Granulometría para las superficies de rodadura.....	95
Tabla 76. Granulometría para las Sub-Bases.....	95
Tabla 77. Granulometría para las Bases: clase 1 .....	96
Tabla 78. Granulometría para las Bases: clase 2 .....	96
Tabla 79. Granulometría para las Bases: clase 3 .....	97
Tabla 80. Granulometría para las Bases: clase 4 .....	97

Tabla 81. Análisis Granulométrico Base – Calicata 2 .....	100
Tabla 82. Análisis Granulométrico Base – Calicata 3 .....	101
Tabla 83. Análisis Granulométrico Base – Calicata 4 .....	102
Tabla 84. Límites de Atterberg Base – Calicata 2 .....	103
Tabla 85. Límites de Atterberg Base – Calicata 3 .....	104
Tabla 86. Límites de Atterberg Base – Calicata 4 .....	105
Tabla 87. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 2.....	106
Tabla 88. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 3.....	107
Tabla 89. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 4.....	108
Tabla 90. Determinación del CBR Base - Calicata 2.....	109
Tabla 91. Determinación del CBR Base - Calicata 3.....	110
Tabla 92. Determinación del CBR Base - Calicata 4.....	111
Tabla 93. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 1 .....	112
Tabla 94. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 2 .....	113
Tabla 95. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 3 .....	114
Tabla 96. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 4 .....	115
Tabla 97. Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 1 .....	116
Tabla 98. Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 2 .....	117
Tabla 99. Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 3 .....	118
Tabla 100. Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 4 .....	119
Tabla 101. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 1 .....	120
Tabla 102. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 2 .....	121
Tabla 103. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 3 .....	122
Tabla 104. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 4 .....	123
Tabla 105. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 1 .....	124
Tabla 106. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 2.....	125
Tabla 107. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 3.....	126
Tabla 108. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 4.....	127
Tabla 109. Manual PCI .....	128
Tabla 110. Cuadro detalle de medidas de huecos .....	138

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación de la carretera en estudio.....	4
Gráfico 2. Componentes de una vía .....	6
Gráfico 3. Ciclo de vida del pavimento .....	30
Gráfico 4. Ubicación del Proyecto .....	38
Gráfico 5. Carta de Plasticidad.....	41
Gráfico 6. Piel de cocodrilo.....	52
Gráfico 7. Valores Deducidos Finales.....	53
Gráfico 8. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS .....	98
Gráfico 9. Carta de Plasticidad del SUCS .....	98
Gráfico 10. Americana de vias estatales y transporte oficial AASHTO .....	99
Gráfico 11. Carta de Plasticidad AASHTO .....	99
Gráfico 12. Valores deducidos para piel de cocodrilo .....	144
Gráfico 13. Valores deducidos para exudación .....	144
Gráfico 14. Valores deducidos para agrietamiento en bloque .....	145
Gráfico 15. Valores deducidos para abultamientos y hundimientos .....	145
Gráfico 16. Valores deducidos para Corrugación.....	146
Gráfico 17. Valores deducidos para depresión .....	146
Gráfico 18. Valores deducidos para grito de bordes .....	147
Gráfico 19. Valores deducidos para gritas de reflexión de juntas .....	147
Gráfico 20. Valores deducidos para desnivel del carril/berma .....	148
Gráfico 21. Valores deducidos para gritas longitudinales y transversales .....	148
Gráfico 22. Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos .....	149
Gráfico 23. Valores deducidos para pulimiento de agregados.....	149
Gráfico 24. Valores deducidos para huecos .....	150
Gráfico 25. Valores deducidos para cruce de vía férrea .....	150
Gráfico 26. Valores deducidos para ahuellamiento .....	151
Gráfico 27. Valores deducidos para desplazamientos .....	151
Gráfico 28. Valores deducidos para Grietas parabólicas o por deslizamiento .....	152
Gráfico 29. Valores deducidos para hinchamiento .....	152
Gráfico 30. Valores deducidos para meteorización / desprendimiento de agregados .....	153
Gráfico 31. Valores deducidos finales.....	153
Gráfico 32. Deflexión tipo I, curva extensa poco profunda.....	154
Gráfico 33. Deflexión tipo II, curva extensa profunda .....	154
Gráfico 34. Deflexión tipo III, curva corta poco profunda .....	154
Gráfico 35. Deflexión tipo IV, curva corta profunda.....	154

## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**TEMA:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**AUTOR:** Julio David Castro Robalino

**TUTOR:** Ing. Marisol Bayas Altamirano

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

En el estudio del TPDA actual de la vía es de 1467 vehículos/día obteniendo como resultado una vía de orden Tipo Colectora es decir acopla todo el tráfico de los caminos vecinales.

Mediante la obtención de calicatas se realizó el estudio de suelos, donde se verificó las propiedades que tiene la base de la estructura del pavimento, misma que no cumplió de acuerdo a las especificaciones estipulados por el MTOP, mientras que el suelo de fundación son regulares para asentar una estructura de pavimento.

Para la evaluación superficial se pavimento se aplicó el método PCI para pavimentos flexibles, el mismo que es sencillo, económico y de fácil estudio, el cual muestra la clase de daño, nivel de severidad y densidad.

Además, con la aplicación de la viga Benkelman se evaluó el comportamiento estructural del pavimento, este ensayo en no destructivo en el mismo que se obtuvo como resultado que el comportamiento de la subrasante es bueno.

Una vez realizado todo el proceso se propone que una de las medidas correctivas es un refuerzo de la estructura del pavimento de la vía Patate-Píllaro, tramo 1 que corresponde desde el km 0+000 hasta km 3+800.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**

**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**

**THEME:** IMPLEMENTATION OF THE PROCESS OF CONSERVATION OF THE STRUCTURE BEARING OF THE ROUTE PATATE - PILLARO SINCE KM 0+000 UNTIL KM 3+800 OF TUNGURAHUA PROVINCE.

**AUTHOR:** Julio David Castro Robalino

**TUTOR:** Ing. Marisol Bayas Altamirano

**ABSTRACT**

In the study of the TPDA of the route it is 1613 vehicles / day obtaining with result an order route Type Coreader that is to say connects all the traffic of the minor roads.

By means of the calicatas securing there was realized the study of soils, where one verified the properties that there has the base of the structure of the paving, same that it did not expire in accordance with the specifications stipulated by the MTOP, while the foundation soil they are regular to place a paving structure.

For the evaluation superficial pavement was applied the method PCI for flexible pavements, the same which is simple, cheap and easy to study, which shows the kind of damage, severity level and density.

Also, with the application of the beam Benkelman there was evaluated the structural behavior of the paving, this essay in not destructive in the same one that was obtained like result that the behavior of the subrasante is good.

Once the whole process is proposed one of the corrective measures is a reinforcement of the structure of the pavement of the track Patate-Píllaro, stretch that corresponds since to the km 0+000 until km 3+800.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1. Tema del trabajo experimental**

“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

### **1.2. Antecedentes**

A partir de la segunda guerra mundial, el uso de transporte por carretera creció rápidamente y hoy en día es el medio de transporte más utilizado a nivel mundial. [1]

Además, las carreteras representan un importante medio de desarrollo ya que permiten la comunicación entre poblaciones y/o ciudades, el acceso a servicios y recursos y la integración del país. Conservar las carreteras en buen estado es un trabajo arduo que demanda atención permanente y se realiza con el objetivo de ofrecer a los usuarios un rodaje cómodo, seguro y económico. [2]

Por esta razón se plantea el siguiente proyecto el cual permitirá la circulación cómoda y segura para los usuarios de la vía Patate – Píllaro, de la provincia de Tungurahua.

En la actualidad no existe una adecuada evaluación de las condiciones en las que se encuentra la vía ni tampoco cuenta con un plan de mantenimiento el cuál permita tomar decisiones adecuadas en relación a la conservación en condiciones aceptables de la vía, es por ello que no se pueden determinar los trabajos de mantenimiento y programación de actividades en función del índice de condición del pavimento en el área a ser evaluada, y por tratarse de una ciudad en donde su principal actividad económica es el comercio y el turismo es fundamental contar con vías de acceso en excelente estado.

### **1.3. Justificación**

En Perú existe un sistema de gestión de conservación de carreteras, que comenzó a ser medida por Niveles de Servicio, por primera vez hace 18 años, a través de las concesiones viales. A partir del año 2007, como parte de la estrategia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se vienen entregando Contratos de Conservación de carreteras por Niveles de Servicio, que representan un cambio fundamental en la gestión de conservación vial nacional, lo cual ha hecho que tome mayor relevancia el contar con parámetros de medición acordes a las necesidades de los usuarios y realidad de nuestro país. [3]

En el Ecuador, la vialidad, por mandato constitucional es uno de los componentes del Régimen del Buen Vivir y es también una precondition obligatoria para el cumplimiento de los objetivos 3 y 6 del Plan Nacional de Buen Vivir.

Además, se determina que los GAD provinciales tienen la competencia exclusiva de planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas. Finalmente, los GAD parroquiales rurales asumen la competencia de planificar y mantener, en coordinación con los gobiernos provinciales, la vialidad parroquial rural.

Nuestra vía en estudio pertenece a una red vial cantonal urbana ya que es el conjunto de vías que conforman el casco urbano de una cabecera cantonal y parroquial rural, y aquellas vías que, de conformidad con cada planificación municipal, estén ubicadas en sectores susceptibles de urbanizarse. [4]

En la Universidad Nacional de Chimborazo [1], menciona que: “Las limitaciones económicas a las cuales se ven sometidos los gobiernos provinciales y cantonales en el Ecuador, promueve la despreocupación en lo que se refiere al mantenimiento vial, debido a costos altos para reparaciones, siendo factible el mantenimiento y la rehabilitación de caminos asfaltados una solución alternativa, económica, y eficiente, de conservar el estado de la capa de rodadura, además podría ahorrar un alto porcentaje de lo invertido; de esta manera permitiría que los pueblos y localidades que se benefician de este tipo de vías no

se sientan relegados y al contrario sientan apoyo en cuanto a su desarrollo económico y social”.

Además, menciona que los costos de mantenimiento de la vía asfaltada son mínimos en relación con los costos de colocación de una nueva carpeta asfáltica; los costos por transporte serían economizados en vista que una vía asfaltada y conservada evitaría la destrucción progresiva de vehículos; además se ahorrarían recursos naturales provenientes de la explotación de minas y se contribuiría a la conservación de los mismos en base de un desarrollo sustentable. [1]

Tomando en cuenta que una capa de rodadura en deficientes condiciones de servicio, produce un incremento en el costo de operación de los vehículos, con mayores gastos en piezas de repuestos, consumo de combustible, desgaste de llantas y tiempo de viaje. [5]

Se puede entonces mencionar la implementación de un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura, debido a que la población crece tanto en el ámbito cultural, social y económico, en la medida en que existe mayor posibilidad de comunicarse y trasladarse. [6]

Se debe conocer que los pavimentos deben su periodo de vida útil a diversos factores tales como el diseño, volumen de tránsito y cargas. Un buen diseño permite un adecuado funcionamiento del pavimento durante el periodo de vida predeterminado. Sin embargo, existen una serie de razones por las cuales no se llega a cumplir con el período de diseño, entre ellas tenemos: defectos en la construcción, diseño deficiente, volumen mayor de tránsito, mal funcionamiento del drenaje, deficiencia en el mantenimiento del pavimento, etc.

Esto genera que el pavimento falle y se presenten distintas anomalías empeorando el estado de la vía. Es por esto que, resulta necesario aplicar técnicas de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos; y para poder decidir adecuadamente la aplicación de estos trabajos se debe conocer el estado del pavimento y las posibles causas que lo producen,



para ello se emplean diferentes métodos. Un método de evaluación del comportamiento del pavimento es el “Método PCI” (Índice de condición de pavimento); que por medio de inspecciones visuales se determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes. [7]

Es por esto que el presente trabajo tiene por objeto la implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de un tramo de la vía Patate - Píllaro de la provincia de Tungurahua y determinar las condiciones en las que se encuentra, asimismo proponer un costo de reparación y rehabilitación, experiencia que puede quedar como ejemplo aplicativo.

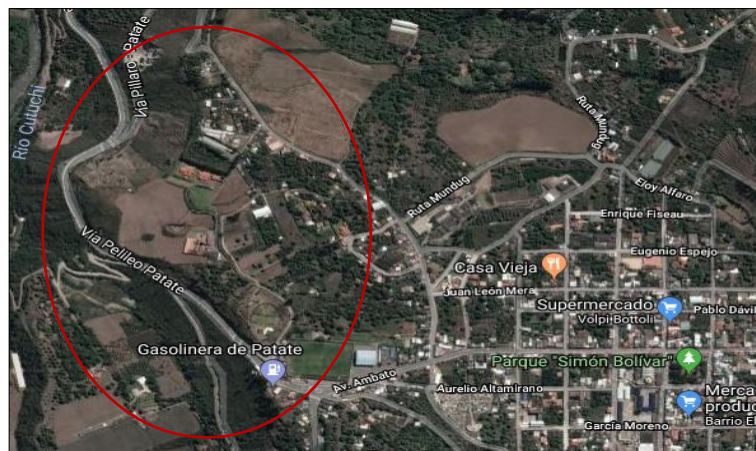
La investigación se realizó en la vía Patate - Píllaro carretera inter cantonal que comprende una longitud de aproximadamente 23 km la misma que se encuentra ubicada en la Provincia de Tungurahua con los siguientes tramos como se indicada en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Tramos de ubicación de la vía en estudio**

N°	CARRETERA	LONGITUD TOTAL (km)	TRAMO INICIAL COORDENADAS (X,Y)	TRAMO FINAL COORDENADAS (X,Y)
1	Patate - Píllaro	3.800	771172,9857465	771555,9854893

Fuente: Julio David Castro Robalino

**Gráfico 1. Ubicación de la carretera en estudio**



Fuente: Google Maps

## **1.4.Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Patate – Píllaro en el tramo Km 0+000 hasta Km 3+800 de la provincia de Tungurahua.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate – Píllaro en el tramo Km 0+000 hasta Km 3+800.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate – Píllaro en el tramo Km 0+000 hasta Km 3+800.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Patate – Píllaro en el tramo Km 0+000 hasta Km 3+800

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 Fundamentación teórica

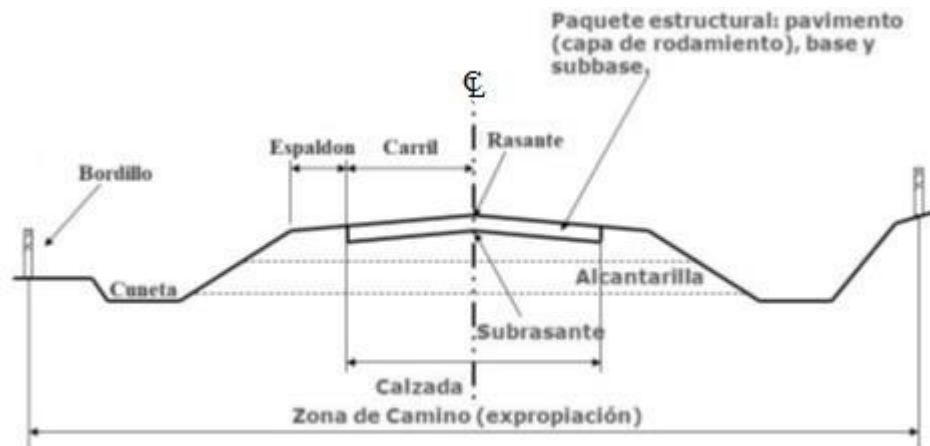
##### 2.1.1 Vía

Se denomina vía a toda calle, carretera o camino abierto al uso público, así como al camino privado utilizado por una colectividad indeterminada de usuarios. [8]

##### 2.1.1.1 Elementos de la sección transversal de una vía

La sección transversal de una carretera está compuesta por el ancho de zona o derecho de vía, el ancho de explanación, el ancho de banca o plataforma, la corona, la calzada, los carriles, las bermas, las cunetas, los taludes laterales y otros elementos complementarios. [9]

Gráfico 2. Componentes de una vía



Fuente: Cárdenas Grisales. Diseño geométrico de carreteras, 2015

- a) **Calzada.** - La parte del camino donde circulan los vehículos, incluyendo los carriles auxiliares, pero excluyendo los espaldones.
- b) **Carriles.** - Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos. El ancho y el número de carriles de la calzada se determinan con base en un análisis de capacidad y nivel de servicio deseado al final del período de diseño.

- c) **Espaldón.** - La parte contigua a la calzada necesaria para el estacionamiento temporal de vehículos, las maniobras de emergencia y el soporte lateral del pavimento.
- d) **Cuneta.** - Son zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Sus dimensiones se determinan de acuerdo a los análisis hidráulicos del sitio. Generalmente son de sección triangular, sin embargo, son deseables las de sección trapezoidal.
- e) **Taludes.** - Son las superficies laterales inclinadas que limitan la explanación. Si la sección es en corte, el talud empieza enseguida de la cuneta. Si la sección es en terraplén, el talud se inicia en el borde de la berma. Las inclinaciones adoptadas para los taludes se determinan con base en los estudios geológicos y geotécnicos del lugar. [9].

### **2.1.2 Levantamiento topográfico**

La topografía por medio de la tecnología ha logrado facilitar obras en ingeniería, arquitectura y edificaciones de importancia cultural y es de gran ayuda para la realización de diversos trabajos como la restitución ya que permite obtener información rápida, logrando con ello una eficiencia y precisión en la toma de información que es de gran importancia al momento de ejecutar un proyecto de gran magnitud. [10]

### **2.1.3 Tráfico**

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma, debe basarse entre otras informaciones a los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. [11]

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se

trata de zonas poco desarrolladas e inexploradas, la estimación del tráfico se torna difícil e incierta. [11]

### 2.1.3.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Representa el total del tránsito que circula por la vía en un año dividido para 365, es decir el volumen promedio de tránsito de un día.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- b) En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además, convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. [11]

**Tabla 2. Formato Conteo Vehicular**

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2019)										
HORA	VEHICULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		

Fuente: MTOP

Tomando en cuenta que las normas de diseño geométrico indican utilizar como método alternativo y al no tener los factores para la determinación del tráfico se utilizó el método de la trigésima hora.

### **Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño)**

El factor de hora pico (FHP), es el 25% de la relación entre el tránsito de la hora pico y la mayor cantidad de tránsito registrado durante 15 minutos de esta hora pico. [12]

$$FHP = \frac{Q}{4 \cdot Q_{\max}} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Donde:

Q = Total de vehículos en la hora pico

Q15 máx = Flujo máximo en los 15 min de la hora pico

### **Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

Para el cálculo del TPDA Actual es necesario conocer el volumen de tránsito de la hora pico, también conocida como 30va Hora de Diseño. [12]

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{VHP \cdot FHP}{k} \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

Donde:

VHP=Volumen horario durante la hora pico

FHP: Factor horario de hora pico

k: TPDA proyectado en 1 año en función de la 30va hora de diseño, representado en porcentaje, según la norma para:

- a) Carreteras rurales el volumen se encuentra entre el 12% y 18% el TPDA, usándose como base representativa un 15% del TPDA.

b) Carreteras urbanas este intervalo va de 8% a 12%, tomándose como factor representativo un 10% del TPDA.

**Tráfico Actual:** Volumen de tránsito que usará la carretera mejorada en el momento que se pondrá en servicio. [12]

**Tráfico Generado:** Consta de aquellos viajes vehiculares, distintos a los del transporte público, que no se realizarían si no se construye o mejora la carretera: corresponde al 20% del TPDA. [12]

**Tráfico Atraído:** Volumen de tránsito atraído de otras carreteras una vez finalizado el mejoramiento. Corresponde al 10% del TPDA. [12]

**Tráfico Desarrollado:** Es el incremento de tránsito debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera. A diferencia del tránsito generado, el tránsito desarrollado continúa actuando por muchos años después que la carretera ha sido puesta a servicio corresponde al 5% del TPDA. [12]

### 2.1.3.2 Tráfico futuro

El tráfico futuro o proyectado, es el volumen de tránsito que se deriva del tránsito actual y el incremento de tránsito, basándose en una predicción del tráfico de 15 a 20 años, una vez establecido a la tasa de crecimiento para la cual se va a realizar el estudio: [12]

$$T_f = T_t * (1 + i)^n \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

Donde:

T<sub>f</sub>= Tráfico futuro

T<sub>t</sub>= TPDA total

n= Número de años de proyección

i= Tasa de crecimiento (ver Tabla 3)

**Tabla 3. Tasa de Crecimiento**

PERÍODO	TIPO DE VEHÍCULO		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
<b>2010-2015</b>	4,47	2,22	2,18
<b>2015-2020</b>	3,97	1,97	1,94
<b>2020-2025</b>	3,57	1,78	1,74
<b>2025-2030</b>	3,25	1,62	1,58

Fuente: MTOP-001-F-2003

### 2.1.3.3 Clasificación vial en función del TPDA

De acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Públicas las carreteras se han clasificado de acuerdo a la importancia, basándose en los volúmenes de tráfico y número de calzadas, obteniendo los siguientes valores: [11]

**Tabla 4. Clase de Carreteras**

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) AÑO FINAL DE DISEÑO
CORREDOR ARTERIAL	RI –R II	>8000
	I	3000-8000
COLECTORA	II	1000-3000
	III	300-1000
	IV	100-300
VECINAL	V	<100

Fuente: MOP – MTOP - Normas de Diseño Geométrico 2003

#### 2.1.3.3.1 Corredores Arteriales

Estos corredores pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (Clase I y II). Dentro del grupo de autopistas, éstas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos. Dentro



del segundo grupo de arteriales (Clase I y II) que son la mayoría de las carreteras, éstas mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con dos carriles destinados a la circulación de vehículos en ambos sentidos y con adecuados espaldones a cada lado. [11]

#### **2.1.3.3.2 Vías colectoras**

Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional. [11]

#### **2.1.3.3.3 Caminos vecinales**

Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores. [11]

### **2.1.4 Estudio de suelos**

Para la obtención de la información geotécnica básica de los diversos tipos de suelos deben efectuarse investigaciones, de campo y laboratorio, que determinen su distribución y propiedades físicas. Un estudio de suelos debe comprender:

- a) Selección de las unidades típicas de diseño.
- b) Determinación del perfil de suelos.
- c) Muestreo de las diferentes capas de suelos.
- d) Ensayos de laboratorio con las muestras obtenidas para determinar sus propiedades físicas en relación con la estabilidad y capacidad de soporte de la subrasante:
  - a. Determinación del contenido de humedad
  - b. Análisis granulométrico
  - c. Determinación de los límites de plasticidad de los suelos.
  - d. Ensayos de compactación del suelo.
- e) Determinación de la resistencia del suelo (C.B.R).

## **2.1.5 Pruebas de laboratorio**

### **2.1.5.1 Determinación del contenido de humedad**

Es un ensayo que permite determinar la relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida y se lo expresa como un porcentaje. [13] (ASTM D 2216-10)

### **2.1.5.2 Determinación análisis granulométrico**

Este método consiste en separar una muestra de suelo convenientemente seleccionada en grupos de partículas que tienen el mismo rango de tamaño lo que se logra con la utilización de tamices. [13] (ASSTM D-421-58, AASTHO T-87-70)

### **2.1.5.3 Determinación del índice plástico de los suelos**

Se calcula el índice plástico de un suelo cohesivo como la diferencia numérica entre el límite líquido y límite plástico. El ensayo de plasticidad son en la actualidad los más rutinarios en los laboratorios, ya que por los miles de experimentaciones realizadas se han podido sacar correlaciones valiosas con las propiedades técnicas del suelo. [13] (ASSTM D-421-71, AASTHO T-90-70, INEN 691, INEN 692)

### **2.1.5.4 Ensayos de compactación del suelo**

La compactación de los suelos es el mejoramiento artificial de sus propiedades índice y mecánicas por medio de maquinaria construida por el hombre, mismo que ha tenido que buscar alternativas técnicas para desarrollar la compactación y estas han logrado que por su incremento del peso volumétrico se reduzca al máximo la relación de vacíos al aire, haciendo que el suelo se vulva impermeable pese a tener cierto contenido de humedad. [13] (AASTHO T-180)

### **2.1.5.5 Ensayos CBR**

El CBR consiste en medir la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, este ensayo permite conocer un porcentaje de capacidad de soporte. [14] ( AASTHO T-193, ASTM D 1883)

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y esta normado con el número ASTM D 1883-73. [14]

Para la realización de los ensayos, se debe considerar la finalidad o el uso que va a tener el material, como se muestra en la siguiente tabla y en el Anexo A:

**Tabla 5. Ensayos para los materiales**

<b>ENSAYOS</b>	<b>OBRAS</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Granulometría	Sub-bases	MTOP. Tabla 403-1.1
	Bases	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4
	Capa de rodadura	MTOP. Tabla 405-3.1
	Hormigones	MTOP. Tabla 404.5.1 o 405.5.1
Límites de consistencia	Sub-bases	Límite líquido $\leq 25$ Índice plástico $\leq 6$
	Bases	Límite líquido $\leq 25$ Índice plástico $\leq 6$
	Capa de rodadura	Límite líquido $\leq 35$ Índice plástico $\leq 4$ INEN 691 Y 692
CBR	Sub-bases	CBR $\geq 30$
	Bases	CBR $\geq 80$

Fuente: MTOP

La calidad del suelo donde se asienta la estructura del pavimento se clasifica de acuerdo a su CBR, como lo indica la siguiente tabla:

**Tabla 6. Clasificación del suelo según el CBR**

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
			UNIFICADO	AASHTO
0-3	Muy Pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3-7	Pobre a Regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7-20	Regular	Sub base	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20-50	Bueno	Base, subbase	GM,GC,W,SM,SP,GP	Alb. A2-5, A3, A2-6
50	Excelente	Base	GW,GM	A1-a, A2-4,A3

Fuente: AASTHO-93, Diseño de Pavimentos

### 2.1.6 Índice de condición del pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el (tabla 7) se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. [15]

**Tabla 7. Rango de calificación del PCI**

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Manual PCI-2, Ing. Luis Vásquez

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. [15]

En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8. Intervención en base al rango de PCI**

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Intervención</b>
100-71	Bueno	Mantenimiento
70-30	Regular	Rehabilitación
30-0	Malo	Construcción

Fuente: Manual PCI-2, Ing. Luis Vásquez

### **2.1.6.1 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento**

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin, como lo indica en la siguiente tabla.

**Tabla 9. Hoja de Registro PCI**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								
ABSCISA INICIAL					UNIDAD DE MUESTREO			
ABSCISA FINAL					ÁREA DE MUESTREO (m2)			
INSPECTOR					FECHA			
N <sup>a</sup>	COD	U	DAÑO			ESQUEMA		
1	PC	M2	PIEL COCODRILO					
2	EX	M2	EXUDACIÓN					
3	AG	M2	FISURAS EN BLOQUE					
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS					
5	CR	M2	CORRUGACIÓN					
6	DE	M2	DEPRESIÓN					
7	FB	M	FISURA DE BORDE					
8	FR	M	FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA					
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA					
10	FL	M	FISURAS LONG Y TRANSVERSAL					
11	PC	M2	PARCHEO					
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS					
13	H	MM	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)					
14	VF	M2	AREA NO ASFALTADA / VÍA FÉRREA					
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS					
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO					
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA					
18	HI	M2	HINCHAMIENTO					
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					
DAÑO	SERVICIALIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO

Fuente: Manual PCI-2, Ing. Luis Vásquez

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura

**Tabla 10. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas**

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (Valor máximo)	31.5

Fuente: Manual PCI-2, Ing. Luis Vásquez

#### 2.1.6.1.1 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. [15]

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N-1) + \sigma^2} \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de

35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

#### **2.1.6.1.2 Selección de las unidades de muestreo para inspección:**

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

$$i = \frac{N}{n} \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc. [15]

#### **2.1.6.1.3 Selección de unidades de muestreo adicionales**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio. Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier



unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación en la sección. [15]

#### **2.1.6.1.4 Evaluación de la condición**

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños.

Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad. [15]

#### **2.1.6.1.5 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas. [15]

#### **Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:**

- a) Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna total del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.

- b) Divida la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. esta es la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- c) Determine el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado. [15]

**Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)**

- a) Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos b y c de la etapa 2.
- b) Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- c) Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV) \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

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

- d) El número de valores individuales deducidos se reduce a  $m$ , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utilizan todos los que se tengan. [15]

**Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.**

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- a) Determine el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0.

- b) Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- c) Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- d) Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas a) al c) de la etapa 3, hasta que q sea igual a 1.
- e) El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso. [15]

**Tabla 11. Formato para la obtención del máximo deducido corregido**

Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV

Fuente: Manual PCI-2, Ing. Luis Vásquez

**2.1.6.1.6 Cálculo del PCI de una sección de pavimento.**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo. [15]

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N-A)*PCI_R] + (A*PCI_A)}{N} \quad \text{(Ecuación 2.7)}$$

Donde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

### 2.1.7 Viga Benkelman

Para la evaluación estructural se utilizaba tradicionalmente perforaciones de calicatas para obtener muestras que luego son ensayadas en el laboratorio para obtener sus componentes y deducir acerca de las características estructurales del mismo. Este sistema es caro, lento y además altera el equilibrio del sistema al perforar ya que destruye la capa de rodadura.

La metodología interpretativa de la viga Benkelman consiste básicamente en comparar las curvas de deflexiones medidas con las curvas de deflexiones teóricas, obtenidas "cargando" el modelo de Hogg con la misma configuración y magnitud de carga utilizada en los ensayos de campo. La concordancia entre una curva experimental con algunas de las teóricas, corresponde generalmente a una única combinación de parámetros elásticos del modelo, que de esa manera pasan a caracterizar al pavimento evaluado. La metodología se complementa con otros conceptos de la teoría de capas elásticas y con observaciones experimentales para determinar ciertas propiedades de ingeniería de los materiales que pueden usarse para establecer las necesidades de refuerzo. [16]

**Tabla 12. Formato para la deflexión ensayo viga Benkelman**

Nº	Km	Deflexiones (x-10-2) mm						Deflexiones reales (x-10-2) mm						Temperatura °c	Espesor Asfalto
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal		

Fuente: Tesis Javier Balarezo, 2017

En pavimentos flexibles mayores a 5 cm, sus deflexiones son afectadas por la temperatura, ya que se produce un incremento cuando esta sube, por lo que es necesario hacer una corrección con la siguiente ecuación:

$$D_c = \frac{\text{Deflexiones de campo}}{\left[1 * 10^{-3} * \frac{1}{\text{cm } ^\circ\text{C}} * E * (T - 20^\circ\text{C})\right] + 1} \quad (\text{Ecuación 2.8})$$

Donde:

$D_c$  = Deflexión corregida por temperatura.

$e$  = Espesor teórico de la carpeta asfáltica en cm.

$T$  = Temperatura de pavimento en  $^\circ\text{C}$ .

La acción climática también juega un papel importante sobre la carpeta asfáltica, por lo que es necesario corregir las deflexiones por estacionalidad, con la siguiente ecuación:

$$DT = DC * \text{factor de corrección por estacionalidad} \quad (\text{Ecuación 2.9})$$

Para la corrección por estacionalidad existen varios factores que son directamente relacionados con la estación, que puede ser lluviosa o seca y el tipo de suelo de la subrasante, en el caso de la vía estudiada se encuentra en estación seca y tipo de suelo arenoso-permeable.

**Tabla 13. Factores de corrección**

TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE	ESTACIÓN	
	LLUVIA	SECA
Arenosa – Permeable	1.0	1.1-1.3
Arcillosa – Sensible al agua	1.0	1.2-1.4

Fuente: Tesis Javier Balarezo, 2017

Luego se procede a realizar las deflexiones corregidas por temperatura y estacionalidad.

**Tabla 14. Formato para la deflexión corregidas ensayo viga Benkelman**

Nº	Km	Deflexiones corregidas (x-10-2) mm						Deflexiones por estacionalidad (x- 10-2) mm						Temperatura °c	Espesor Asfalto
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal		

Fuente: Tesis Javier Balarezo, 2017

Luego de corregir las deflexiones, se calculó la deflexión estándar, característica, admisible y crítica. Se calcula la deflexión característica con la siguiente ecuación:

$$DC = DP + f * \gamma \quad (\text{Ecuación 2.10})$$

Donde:

*DC* = Deflexión característica.

*f* = Factor igual a 1.645.

*γ* = Desviación estandar, se calcula con los valores de deflexiones iniciales (*do*) por estacionalidad

El cálculo de la deflexión admisible se realiza con la siguiente ecuación:

$$Da = \left( \frac{1.15}{W_{18}} \right)^{1/4} \quad (\text{Ecuación 2.11})$$

Donde:

*Da* = Deflexión admisible.

**W18** = Número de ejes equivalente.

Para conocer el número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas que transitan por la vía, se toma en cuenta el factor de daño del tipo de vehículo por el tráfico promedio diario anual.

**Tabla 15. Formato factores de daño según tipo de vehículo**

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁNDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	TONS	(P/6,6)^4	TONS	(P/8,2)^4	TONS	(P/15)^4	TONS	(P/23)^4	
BUS									
C2-P									
C2-G									
C-3									
C-4									
C-5									
C-6									

Fuente: Tesis Javier Balarezo, 2017

$$W18 = \sum TPDAVEHÍCULOS PESADOS * FD * 365 \text{ (Ecuación 2.12)}$$

Donde:

**W18** = Número de ejes equivalente.

**TPDA** = Tránsito promedio diario anual actual.

**FD** = Factor de daño.

La deflexión crítica fue hallada mediante la siguiente ecuación:

$$D_a = \left( \frac{1.90}{W_{18}} \right)^{1/5.3} \text{ (Ecuación 2..13)}$$

Donde:

**Dcr** = Deflexión crítica.

**W18** = Número de ejes equivalentes.

El radio de curvatura es importante para conocer el estado de la estructura, y se obtiene de la siguiente manera.

$$R = \left( \frac{10 \cdot 25^2}{2 \cdot (D_0 - D_{25})} \right) \text{ (Ecuación 2.14)}$$

Donde:

$R$  = Radio de curvatura.

$D_0$  =  $N$  Promedio de la deflexión por estacionalidad.

$D_{25}$  = Promedio de la deflexión por estacionalidad a los 25 cm.

**Tabla 16. Criterios para analizar la calidad estructural**

HIPOTESIS	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE		COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO	
	I	$D < D_{adm}$ ,	BUENA	$D < D_{adm}$ ,
II	$D > D_{adm}$ ,	MALA	$D < D_{adm}$ ,	BUENO
III	$D < D_{adm}$ ,	BUENA	$D < D_{adm}$ ,	INSUFICIENTE
IV	$D > D_{adm}$ ,	MALA	$D < D_{adm}$ ,	MALO

Fuente: Criterios para la evaluación estructural DNER PRO 11-79

**Tabla 17. Criterios para analizar la calidad estructural**

HIPOTESIS	DAÑOS DEFLECTOMETRICOS OBTENIDOS	CALIDAD ESTRUCTURAL	NECESIDAD DE ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	CRITERIOS PARA EL CALCULO DE REFUERZO	MEDIDAS CORRECTIVAS
I	$D_p \leq D_{adm}$ , $R \geq 100m$	BUENA	NO	-	Solo corrección de superficie
II	$D_p > D_{adm}$ , $R \geq 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Deflectométrico	Refuerzo



III	$D_p \leq D_{adm}$ , $R < 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Resistencia	Refuerzo estructura del pavimento
IV	$D_p > D_{adm}$ , $R \geq 100m$	Si $D_p > 3D_{adm}$ , malo	SI	Deflectométrico y resistencia	Refuerzo y reconstrucción
V	$D_p > D_{adm}$ , $R < 100m$	REGULAR PARA MALO	SI	Deflectométrico y resistencia	Refuerzo y reconstrucción
VI	$D_p > D_{adm}$ , $R < 100m$	MALO	SI	Resistencia	Refuerzo y reconstrucción
VII	-	Malo, pavimento con deformación permanente y rotura plástica	SI	Resistencia	Reconstrucción

Fuente: Criterios para la evaluación estructural DNER PRO 11-79

### 2.1.8 Conservación vial

#### Ciclo de vida de pavimentos

Los pavimentos son inversiones importantes que exigen mantenimiento y reparación a lo largo de su vida para mantener los estándares de calidad y prolongar su vida útil.

En la actualidad ha aumentado la necesidad de conservar su adecuado funcionamiento, pero los pavimentos sufren constantes deterioros debido a las sollicitaciones externas (lluvia, tránsito, etc.), el efecto que estas producen es permanente y puede resultar en un pavimento intransitable

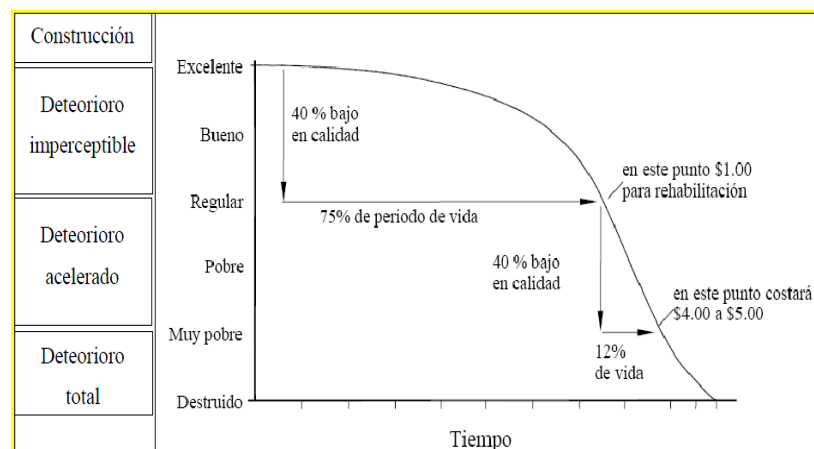
El deterioro de un pavimento se da desde una etapa inicial, con un deterioro casi imperceptible hasta el deterioro total. Es por ello que los pavimentos se proyectan para que sirvan un determinado número de años, esta proyección es denominada ciclo de vida útil. [16]

**Tabla 18. Ciclo de Vida Pavimento**

<b>ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO</b>	
<b>ETAPA 1</b>	<b>Construcción.</b> -El estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural
<b>ETAPA 2</b>	<b>Deterioro imperceptible.</b> - El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios. Generalmente el mayor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima.
<b>ETAPA 3</b>	<b>Deterioro acelerado.</b> - Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida. La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura. Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada.

**ETAPA 4** **Deterioro total.** - Esta última etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transpirabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación de los vehículos aumentan y la vía se hace intransitable para autos.

**Gráfico 3. Ciclo de vida del pavimento**



Fuente: Tesis Armando Medina, 2015

### 2.1.9 Mantenimiento y Rehabilitación

Existen distintos niveles de intervención en la conservación vial, estos se clasifican en función a la magnitud de los trabajos necesarios, desde una intervención simple hasta una intervención más complicada y por ende más costosa.

El mantenimiento reduce la velocidad del deterioro del pavimento corrigiendo pequeños defectos antes de que ellos empeoren y conduzcan a deterioros mayores. Buscando recuperar el deterioro de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y por los efectos del clima. Más allá de cierto punto, el simple mantenimiento no es suficiente y se requieren obras de rehabilitación que conducen a un mejoramiento en la condición del pavimento, recuperando las condiciones iniciales de la vía.

Las actividades de mantenimiento se agrupan en dos categorías, las cuales son: preventivas y correctivas.

- a) El mantenimiento preventivo incluye aquellas actividades realizadas para proteger el pavimento y reducir su tasa de deterioro.
- b) El mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades ejecutadas para corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas.

A continuación, se presentan la tabla, donde se relacionan los rangos de PCI de un pavimento flexible a la categoría de acción a utilizar.

**Tabla 19. Correlación de categoría de acción con un rango de PCI**

<b>RANGO PCI</b>	<b>CATEGORÍA DE ACCIÓN</b>
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Reconstrucción

Fuente: Tesis Armando Medina, 2015

## **2.2 Hipótesis**

La implementación del proceso de conservación, permitirá evaluar el estado de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Píllaro en el tramo km 0+000 hasta km 3+800 de la provincia de Tungurahua.

## **2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis**

### **2.3.1 Variables independientes**

La implementación del proceso de conservación

### **2.3.2 Variable dependiente**

Evaluar el estado de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Píllaro en el tramo km 0+000 hasta km 3+800 de la provincia de Tungurahua.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Nivel o tipo del trabajo experimental**

De acuerdo con los fundamentos de metodología de la investigación [28], en este proyecto se analizará dos tipos de investigación:

##### **3.1.1. Tipo exploratorio**

Examina un tema o problema de investigación poco estudiado, sirven para familiarizarse con fenómenos relativamente novedosos, establecer prioridades para investigaciones futuras o sugerir afirmaciones o postulados.

El presente proyecto tiene un nivel de investigación exploratorio porque para el desarrollo del trabajo se debe indagar, recopilar y organizar información no solo del tema en investigación sino de todos los datos que se recolecten en el desarrollo del tema. Con el propósito de obtener los datos para la formulación de una propuesta de prevención, se realizará el conteo del tránsito vehicular con lo que se obtendrá el tráfico promedio diario anual (TPDA).

##### **3.1.2. Tipo descriptivo**

Busca evaluar o recolectar datos sobre diversos conceptos, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

Esta investigación es descriptiva, porque mediante una inspección visual que se realiza a la capa de rodadura, realizamos una descripción de los tipos de fallas que se encontraran en la superficie de pavimento, en base a la lista de fallas existentes según el método PCI y con el análisis de las muestras de suelo se describirá las características actuales de la estructura del pavimento y su incidencia en el deterioro de la vía. Posteriormente utilizando la viga Benkelman se registrarán las deflexiones del pavimento.

### 3.1.3. Tipo experimental

Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian.

El presente proyecto está clasificado como experimental ya que pronostica lo que ocurrirá, si se realiza alguna modificación en la condición actual. Los experimentos se realizarán en el laboratorio tal como: granulometría, límites de consistencia y CBR que consiste en compactar un terreno para evaluar la capacidad de soporte del suelo.

### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

La implementación del proceso de conservación, permitirá evaluar el estado de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Pillaro en el tramo km 0+000 hasta km 3+800 de la provincia de Tungurahua, cuenta con una extensión de aproximadamente de 24 km.

**Tabla 20. Localización Geográfica del Proyecto**

UBICACIÓN	COORDENADAS	
	LONGITUD (E)	LATITUD (S)
Patate - Pillaro	777418.51 m	9854875.00 m

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 3.2.2. Muestra

Para obtener la planimetría del tramo correspondiente de la vía y efectuar la experimentación se tomarán puntos con el GPS. A continuación, se realizará el análisis de suelo a través de un ensayo CBR el mismo que se efectuará con muestras tomadas cada 1000 metros.

Para determinar el PCI de la Vía Patate - Pillaro en el tramo del km 0+000 hasta km 3+800, en el tramo uno tenemos 12 unidades a evaluar y en el tramo dos tenemos 13 unidades a evaluar.

El ensayo de la viga Benkelman se ejecutará cada 300 m.

Para el conteo vehicular se realizará un estudio de tráfico durante 7 días, analizando 12 horas en cada día.

En cuanto el índice de condición del pavimento se transitará la vía identificando las fallas visibles.

**Tabla 21. Tipos de ensayos a realizarse**

<b>TIPO DE ENSAYOS</b>	<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>
Ensayo CBR	1 ensayo cada 1000 metros
Conteo Vehicular	12 horas, durante 7 días
Ensayo Viga Benkelman	1 ensayo cada 300 metros
Índice de condición del Pavimento	Número de fallas en la vía

Fuente: Julio David Castro Robalino

### 3.3. Operacionalización de variables

#### 3.3.1. Variable independiente

Proceso de conservación vial.

**Tabla 22. Operacionalización de Variable Independiente**

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
La conservación vial integra un conjunto de procedimientos para preservar la vía, manteniendo la capacidad de soporte del suelo con valores que garanticen la movilización vehicular segura y cómoda.	Capacidad de soporte del suelo	Ensayo California Bearing Ratio (CBR)	¿Cuál es la capacidad de soporte del suelo de la vía?	-Investigación Bibliográfica -Experimental -Ensayos de laboratorio -Norma ASTM D 1883-73 -Norma INV E-148-07
	Movilidad vehicular	Tráfico Promedio diario anual (TPDA)	¿Cuál es el TPDA de la vía?	-Investigación Bibliográfica -Experimental -MTO

Fuente: Julio David Castro Robalino

### 3.3.2. Variable dependiente

Estructura de la capa de rodadura

**Tabla 23. Operacionalización de Variable Dependiente**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La estructura de la capa de rodadura integra los componentes y características físicas de la vía, con sus respectivas cualidades superficiales que permitan el tránsito seguro de vehículos.	Características geométrica de la vía	Levantamiento topográfico del tramo	¿Qué longitud y características tiene el tramo de vía?	-Investigación Bibliográfica -Experimental -Software Especializado CivilCAD
	Deflectometría del pavimento	Ensayo Viga Benkelman	¿Cuáles son las deflexiones de la superficie de pavimento?	-Investigación Bibliográfica -Experimental -Norma INV E-795-07 -Norma ASTM D 4602-93
	Características físicas del tramo	Índice de condición del pavimento (PCI)	¿El PCI refleja el nivel de daño de la capa de rodadura?	-Investigación Bibliográfica -Experimental -Norma ASTM D6433-03

Fuente: Julio David Castro Robalino



### 3.4. Plan de Recolección de Información

**Tabla 24. Plan de Recolección de Información**

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
1. ¿Para qué?	Para exponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características geométricas de la vía.
2. ¿De qué personas u objetos?	De la vía Patate - Pillaro en el tramo km 0+000 hasta km 3+800 de la provincia de Tungurahua
3. ¿Sobre qué aspectos?	Proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura
4. ¿Quién?	Julio David Castro Robalino
5. ¿Dónde?	-Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato - Vía Patate - Pillaro en el tramo km 0+000 hasta km 3+800 de la provincia de Tungurahua
6. ¿Cómo?	-Investigación Bibliográfica -Ensayos de Laboratorio

Fuente: Julio David Castro Robalino

### **3.5. Plan procesamiento y análisis**

El plan de procesamiento y análisis se realizará siguiendo los pasos a continuación:

#### **3.5.1. Plan de procesamiento**

- a) Revisión crítica y técnica de la información recolectada, revisando que no existan valores erróneos, incompletos o no pertinentes.
- b) Tabulación mediante hojas electrónicas según variables de cada hipótesis.
- c) Elaboración de gráficas de acuerdo a los resultados obtenidos.

#### **3.5.2. Plan de análisis**

- a) Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis.
- b) Verificación de la hipótesis dependiendo de los resultados obtenidos en la investigación.
- c) Dependiendo de los resultados obtenidos en la investigación, establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Recolección de Datos

##### 4.1.1. Ubicación del Proyecto

La vía Patate – Píllaro, el primer tramo empieza en el km 0+000 y finaliza en el km 3+800, se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, el mismo que tiene una longitud de 3.8 km, con las siguientes coordenadas geográficas.

**Gráfico 4. Ubicación del Proyecto**



Fuente: Google Earth.

**Tabla 25. Ubicación geográfica del tramo de la vía Patate-Píllaro.**

<b>ABSCISA</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
KM 0+000	9854875.00 m S	777418.51 m E
KM 3+800	9857447.22 m S	777035.23 m E

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### **4.1.2. Levantamiento de la Vía**

La vía Patate – Píllaro, en el tramo km 0+000 hasta km 3+800, se realizó el levantamiento con la ayuda de un GPS de precisión. Los datos obtenidos se exportaron al programa AutoCAD Civil 3-D 2018, para realizar el trazado de la vía. Los planos se observan en el Anexo J, de la página 164.

#### **4.1.3. Estudio de Tráfico**

##### **4.1.3.1. Conteo Vehicular**

Para realizar el conteo vehicular se tomó un punto estratégico, a la entrada de la Ruta Mundug perteneciente a la parroquia de San Miguelito, para lo cual se realizó un conteo manual de cada tipo de vehículo durante un periodo de una semana (Lunes a Domingo). El conteo diario se realizó de 7:00 am hasta 18:00 pm; con intervalos de 15 minutos, para cada tipo de vehículos, ya sean livianos, buses o camiones.

Para su clasificación vial en función del TPDA, el cual se calculó mediante la trigésima hora y del factor de hora pico. Los formatos de conteo se encuentran en el Anexo A, de la página 68.

**Tabla 26. Conteo Vehicular**

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL		
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES					
								LIVIANOS	PESADOS							
07H00	07H15	19	20	3				2	1				45	175		
07H15	07H30	20	23		1			1					45		175	
07H30	07H45	23	19										42			178
07H45	08H00	18	21	1		1		2					43			
08H00	08H15	26	22					3	3				54	165		
08H15	08H30	19	21		1								41		210	
08H30	08H45	17	17	2									36			176
08H45	09H00	22	19	2				1					44			
09H00	09H15	19	18					2	4				43	165		
09H15	09H30	24	19		1				1				45		178	
09H30	09H45	23	24	1					1				49			168
09H45	10H00	20	20					1					41			
10H00	10H15	21	20						2				43	210		
10H15	10H30	19	24	1									44		176	
10H30	10H45	15	21	1					1				38			165
10H45	11H00	18	20		2			2	1				43			
11H00	11H15	18	23						2				43	165		
11H15	11H30	23	19		1			1					44		210	
11H30	11H45	20	17	2									39			176
11H45	12H00	19	20										39			
12H00	12H15	21	24		1				1				47	191		
12H15	12H30	24	28	3				2	2				59		165	
12H30	12H45	23	25	2				1					51			176
12H45	13H00	22	24	1	2			2	2				53			
13H00	13H15	19	20	1				1	1				42	165		
13H15	13H30	18	24					3	1				47		178	
13H30	13H45	18	23										41			161
13H45	14H00	20	24	2									46			
14H00	14H15	23	26	2	1			1	2				55	165		
14H15	14H30	22	24					3	1				50		178	
14H30	14H45	19	21		2			1	4				47			161
14H45	15H00	18	20		1								39			
15H00	15H15	20	22					2					44	165		
15H15	15H30	17	24					1	1				43		178	
15H30	15H45	13	19	1	1			2	2				38			161
15H45	16H00	18	20					1	1				40			
16H00	16H15	20	19	2					1				42	165		
16H15	16H30	24	22		1			2					49		178	
16H30	16H45	22	21					1					44			161
16H45	17H00	20	23										43			
17H00	17H15	16	15	2	1			1					35	165		
17H15	17H30	19	19										38		178	
17H30	17H45	20	20					1	3				44			161
17H45	18H00	21	21					2					44			
18H00	18H15	23	24	3				1					51	165		
18H15	18H30	20	20						2				44		178	
18H30	18H45	24	21		1								46			161
18H45	19H00	18	20	1				1	1				41			
<b>TOTAL</b>													<b>2124</b>			

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.4. Estudios de Suelos

El estudio de suelos es fundamental para conocer el tipo de suelo en el que encuentra construida la vía, por lo que para el presente proyecto se tomaron muestras mediante calicatas por excavación manual, se tomaron las muestras de suelo en las abscisas que se sitúan en: Km 0+000, Km 1+800, Km 2+800 y Km 3+800, como se muestra el Anexo J, Planos.

La sección de las calicatas fueron de 1,00 m x 1,00 mx 1,50m.

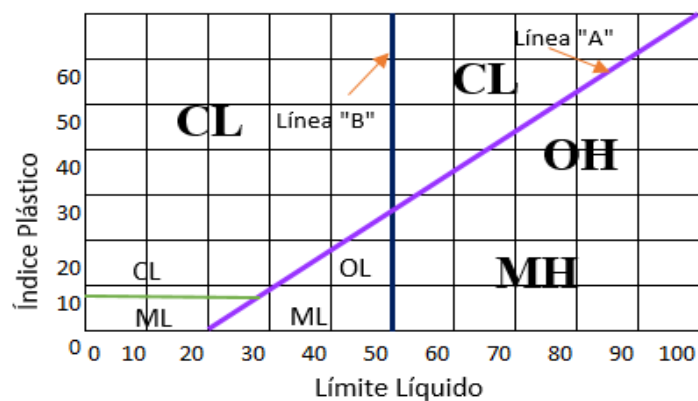
Las muestras seleccionadas fueron secadas al ambiente y luego llevadas al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Técnica de Ambato, para realizar los ensayos respectivos:

##### 4.1.4.1. Clasificación del suelo según el SUCS

Los suelos son materiales que poseen partículas que tienen un tamaño menor de 7,5cm (3") y su clasificación está dada en base a su composición granulométrica y sus características de plasticidad, representada por los límites de consistencia.

Los suelos se clasifican en suelos gruesos cuando más del 50% de sus partículas son de tamaño mayor que 0,075mm (malla N°200) y como suelos finos cuando el 50% de sus partículas son de menor tamaño, como se muestra en la siguiente tabla.

**Gráfico 5. Carta de Plasticidad**



Fuente: SUCS, 2003

**Tabla 27. Clasificación de suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)**



Tipo	Sub-Tipos	Identificación			Símbolo Grupo	
Suelos (partículas menores de 7,5cm)	SUELOS GRUESOS Mas de la mitad del material se retiene en la malla N° 200 ( 0,075mm)	GRAVA Más de la mitad de la fracción gruesa se retiene en la malla N°4.	GRAVA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco a nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (Cu), mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3.	Menos de 5% en masa pasa la malla N°200	GW
			GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para GW.	Menos de 5% en masa pasa la malla N°200	GP
			GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo.	Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véase abajo los grupos ML y MH)	GM
			GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava arcillosa; mezclas de grava, arena y arcilla.	Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH (véase abajo los grupos CL y CH)	GC
			ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con un poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3.	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200.	SW
			ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para SW.	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200.	SP
		ARENA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Arena limosa; mezcla de arena, grava y limo.	Más de 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véase abajo los grupos ML y MH)	SN	
		ARENA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Arena arcillosa; mezclas de arena, grava y arcilla.	Más de 12% en masa pasa la malla consistencia clasifican a la tracción fina como CL o CH (véase abajo los grupos CL y CH)	SC	
		SUELOS FINOS Mas de la mitad del material pasa la malla N°200 (0,075 mm)	LIMO Y ARCILLA Límite líquido	Menor de 50 %	Limo de baja compresibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	ML
					Arcilla de baja compresibilidad; mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona II de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	CL
		SUELOS FINOS Mas de la mitad del material pasa la malla N°200 (0,075 mm)	LIMO Y ARCILLA Límite líquido	Menor de 50 %	Limo orgánico de baja compresibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona I de la carta de la plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	OL
					Limo de alta compresibilidad; mezcla de limo de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	MH
	Arcilla de alta compresibilidad; mezcla de arcilla de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona TV de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.				CH	
	SUELOS FINOS Mas de la mitad del material pasa la malla N°200 (0,075 mm)	LIMO Y ARCILLA Límite líquido	Mayor de 50%	Limo orgánico de alta compresibilidad; mezcla de limo orgánico de alta compresibilidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.	OH	
				ALTAMENTE ORGANICOS		

Fuente: SUCS, 2003

#### 4.1.4.2. Análisis Granulométrico

Para el ensayo se aplicó las normas: ASSTM D- 421-58 / AASHTO T-87-70,

**Tabla 28. Análisis Granulométrico Base – Calicata 1**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>				
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 1, KM 0+000 AL KM 3+800			
<b>ABSCISA:</b>	KM 0+800	<b>CAPA:</b>	BASE	
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-58 AASHTO T-87-70			
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			
TAMIZ	PESO RETEN. ACUM (GR)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0,00	0,00	100,00	50,80
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	38,10
1"	408,00	5,83	94,17	25,40
3/4"	887,00	12,67	87,33	19,10
3/8"	1776,00	25,37	74,63	9,52
#4	3221,00	46,01	53,99	4,76
FUENTE	3779,00	53,99	-	-
TOTAL	7000,00	-	-	-
#10	306,00	11,48	42,51	2,00
#40	667,00	25,03	28,96	0,42
#100	857,00	32,15	21,84	0,15
#200	1213,00	45,51	8,48	0,07
FONDO	226,00	8,48	-	-
TOTAL	1439,00	-	-	-
PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA				
PESO DEL CUARTEO (gr)				1439,00
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO TNM (mm)				25,40
DIÁMETRO EFECTIVO D10 (mm)				0,10
DIÁMETRO EQUIVALENTE D30 (mm)				0,65
DIÁMETRO DIMENSIONAL D60 (mm)				8,00
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu				81,63
COEFICIENTE DE CURVATURA Cc				0,54

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

El gráfico muestra la curva granulométrica con los siguientes datos clave:

Abertura (mm)	% Que Pasa
25,40 (TNM)	94,17
19,10	87,33
9,52	74,63
4,76	53,99
2,00	42,51
0,42	28,96
0,15	21,84
0,07	8,48



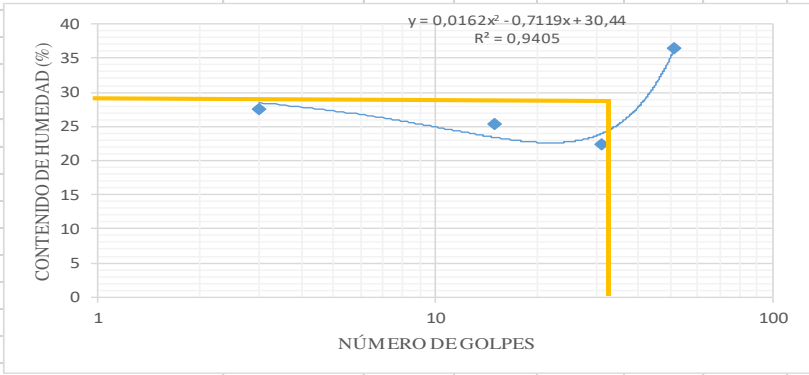
Fuente: Julio David Castro Robalino



### 4.1.4.3. Límites de Atterberg

Para el ensayo se aplicó las normas: ASTM D-424-71, AASHTO T-90-70 y INEN 691

**Tabla 29. Límites de Atterberg Base – Calicata 1**


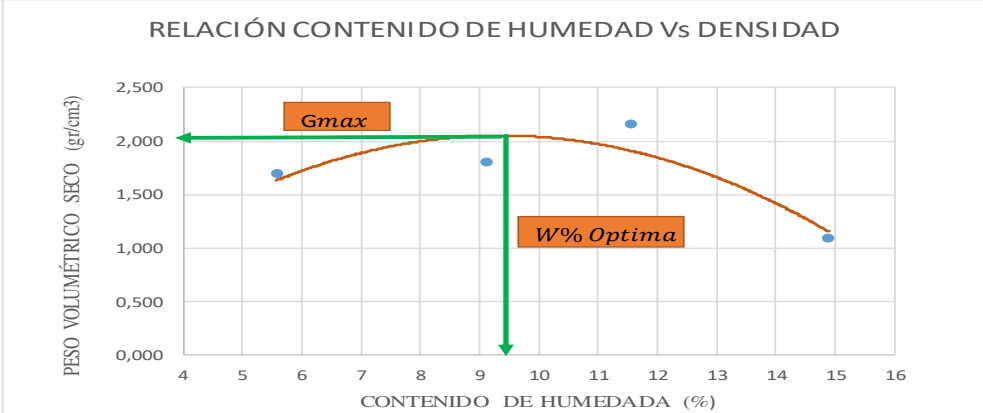
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>										
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>										
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 1, KM 0+000 AL KM 3+800									
<b>ABSCISA:</b>	KM 0+800						<b>CAPA</b>	<b>BASE</b>		
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-71	AASHTO T-90-70	INEN 691							
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino									
<b>Recipiente</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	
Golpes		0 – 15		15 - 30		30 – 45		45 – 60		
Número de Golpes		3		15		31		51		
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		37,70	29,80	39,20	45,10	27,60	38,60	28,30	39,30	
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)		31,90	25,70	33,60	38,30	24,60	33,60	25,10	29,90	
Peso Recipiente (gr) WR		11,00	10,80	11,50	11,40	11,40	11,00	11,10	11,20	
Peso del Agua (gr) WW		5,80	4,10	5,60	6,80	3,00	5,00	3,20	9,40	
Peso Muestra Seca (gr) WS		20,90	14,90	22,10	26,90	13,20	22,60	14,00	18,70	
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100		27,75	27,52	25,34	25,28	22,73	22,12	22,86	50,27	
Promedio Contenido de Humedad %		27,63		25,31		22,43		36,56		
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>		<b>28,62</b>								
										
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>										
<b>Recipiente</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>				
P. M. Húmeda + Recipiente		26,30	18,20	24,00	20,50	23,40				
P.M. Seca + Recipiente (Gr)		23,00	16,60	21,20	18,50	21,60				
Peso Recipiente (gr) WR		12,70	10,50	10,60	10,80	10,60				
Peso del Agua (gr) WW		3,30	1,60	2,80	2,00	1,80				
Peso Muestra Seca (gr) WS		9,40	8,90	7,80	8,80	8,80				
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100%		35,11	17,98	35,90	22,73	20,45				
<b>Promedio Límite Plastico LP (%)</b>		<b>26,43</b>								
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>		<b>2,19</b>								

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.4.4. Ensayo de Compactación

Para realizar el ensayo se aplicó las normas: Compactación AASHTO T -180 y ASTM D1557

**Tabla 30. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 1**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO				
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>								
<b>ORIGEN:</b>	KM 0+800		<b>CAPA:</b>	BASE				
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019							
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino							
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180							
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>								
NÚMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAÍDA	18"	PESO DEL MOLDE	18470	gr		
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 lb	VOLUMEN MOLDE	2251,89	cm <sup>3</sup>		
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4				
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%	6,00%	9,00%	12,00%				
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	22500,00	22900,00	23900,00	21290,00				
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	4030,00	4430,00	5430,00	2820,00				
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	1,790	1,970	2,410	1,250				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>								
RECIPIENTE NÚMERO	53	54	87	69	32	42	10	27
PESO DEL RECIPIENTE WR	31,00	30,70	30,90	30,70	26,50	24,80	23,60	25,20
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	116,40	117,50	107,20	98,90	118,90	113,90	120,80	120,20
REC + SUELO SECO WS+WM	111,80	113,00	100,50	93,50	109,10	104,90	108,20	107,90
PESO SOLIDO WS	80,80	82,30	69,60	62,80	82,60	80,10	84,60	82,70
PESO DEL AGUA WW	4,60	4,50	6,70	5,40	9,80	9,00	12,60	12,30
CONTENIDO DE HUMEDAD(W W/WS)*100	5,69	5,47	9,63	8,60	11,86	11,24	14,89	14,87
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %	5,58		9,11		11,55		14,88	
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	1,695		1,805		2,160		1,088	
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	2,050							
HUMEDAD ÓPTIMA	9,50%							
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.4.5. Ensayo Índice de Soporte California

Para realizar el ensayo se aplicó la norma: ASTM D-1883.

**Tabla 31. Determinación del CBR Base - Calicata 1**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS		FICM			
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION									
ORIGEN:	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 1, KM 0+000 AL KM 3+800								
ABSCISA:	KM 0+800	CAPA:		BASE					
NORMAS:	AASHTO T-99 ASTM D-1883-73								
REALIZO:	Egdo. Julio David Castro Robalino								
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA									
DATOS		UNIDAD	56 GOLPES	27 GOLPES	11 GOLPES				
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	18600,00	21068,00	19600,00				
PESO DEL MOLDE		gr	14100,00	14807,00	15500,00				
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	4500,00	6261,00	4100,00				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE									
DIÁMETRO	cm	15,14	15,14	15,14					
ALTURA	cm	12,10	12,10	12,10					
VOLUMEN DE MASA	cm <sup>3</sup>	2178,28	2178,28	2178,28					
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE NÚMERO			76	61	49	26	33	14	
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	30,60	11,40	31,20	24,10	25,00	11,10	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	96,30	43,40	165,80	176,60	111,30	56,60	
REC + SUELO SECO WS+WM		gr	87,70	37,20	119,20	130,80	98,50	49,50	
PESO SOLIDO WS		gr	57,10	25,80	88,00	106,70	73,50	38,40	
PESO DEL AGUA WW		gr	8,60	6,20	46,60	45,80	12,80	7,10	
CONTENIDO DE HUMEDAD (W/W/W)*100		%	15,06	24,03	52,95	42,92	17,41	18,49	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W%		%	19,55	47,94	17,95				
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,066	2,874	1,882				
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>		(gr/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,94	1,60				
DETERMINACIÓN DEL CBR									
Número de Golpes		56		27		11			
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000	
25	256	127,701		221	123,914		324	85,059	
50	487	152,697		369	189,928		512	105,402	
75	789	185,375		487	252,697		692	174,879	
100	1236	233,743	23,37	567	331,353	33,14	821	288,837	28,88
150	1579	270,858		632	468,386		972	305,177	
200	1845	399,641	39,964	889	585,375	58,537	1071	415,889	41,589
250	1993	415,655		897	697,061		1151	524,546	
300	2547	575,602		1063	804,203		1239	634,068	
400	2831	806,332		2005	908,747		1392	850,623	
500	3026	927,432		3236	1033,743		1555	968,261	

CURVAS ESFUERZO VS DEFORMACIÓN

CBR VS DENSIDADES

G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	1,94
95% G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	1,84
CBR	32,50%

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.5. Índice de Condición del Pavimento PCI

Se utilizó el Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos, del Manual del Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela, Pavement Condition Index (PCI).

##### 4.1.5.1. Unidad de Muestreo

Para determinar el PCI de la Vía Patate - Píllaro en el tramo del km 0+000 hasta km 3+800 las unidades de muestreo se dividen en tres secciones, tomando en cuenta que la primera sección de aproximadamente 300m es de adoquín, por este motivo no se tomara en cuenta para el análisis respectivo debido a que la metodología es aplicable solo para pavimentos hidráulicos y asfálticos, las siguientes dos secciones el ancho de vía varían, por lo cual la longitud de las unidades de muestreo se calculara de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 32. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas**

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: ASTM D6433-07, 2017

El ancho de la calzada de la vía Patate-Píllaro es de 11.90 que comprende a la vía de 4 carriles y 7.60 m de 2 carriles aproximadamente, por lo tanto de acuerdo a la tabla 25, de la página 34, la longitud de la unidad de muestreo debe ser de  $L=31.5$  m pero se tomara una longitud de 32 m para efectos de cálculos.

Con estos valores obtenemos el área de la unidad de muestras igual a:

$$A = a * L$$

Donde:

**A:** Área de la unidad de muestra

**a:** Ancho de la calzada

**L:** Longitud de la unidad de muestra

$$A = 11.90 \text{ m} * 32.00 \text{ m} = 380.80 \text{ m}^2$$

El número de unidades de muestreo resulta de la división de la longitud de la sección para el ancho de la calzada.

$$N = \frac{LT}{L}$$

Donde:

**N:** Número de muestras

**LT:** Longitud total de la vía

**L:** Longitud de la unidad de muestra Valor para ambos carriles

$$N = \frac{1260.00 \text{ m}}{32.00 \text{ m}} = 39.38 = 39 \text{ UM}$$

Calculamos para las dos secciones, obteniendo los valores presentados en la tabla 26.

**Tabla 33. Cálculo del número total de unidades de muestreo**

SECCIÓN	ABSCISA (KM)	LOGITUD SECCIÓN (M)	ANCHO CALZADA (M)	LONGITUD DE UNIDAD (M)	ÁREA (M2)	N	OBSERVACIONES
1	0+000 al 0+300	300,00	11,90	-	-	-	Adoquinado
2	0+300 al 1+560	1260,00	11,90	32,00	380,80	39	
3	1+560 al 3+800	2240,00	7,60	32,00	243,20	70	

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.5.2. Selección de las unidades de muestreo para inspección

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

Dónde:

**n:** Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

**N:** Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

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

**$\sigma$ :** Desviación estándar del PCI entre las unidades

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección del pavimento.

#### 4.1.5.3. Intervalo de Muestreo (i)



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

**Tabla 34. Cálculo de unidades de muestreo a evaluar**

SECCIÓN	ABSCISA (KM)	UNIDAD DE MUESTREO (N)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $\sigma$ )	ERROR ADMISIBLE (e)	UNIDADES A EVALUAR (n)	INTERVALO (i)
2	0+300 al 1+560	39,00	10,00	5,00	12	3
3	1+560 al 3+800	70,00	10,00	5,00	13	5

Fuente: Julio David Castro Robalino

**Tabla 35. Unidades de Muestreo en el tramo de vía**


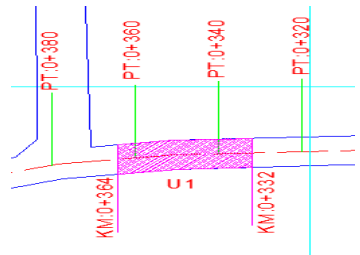
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS</b>			
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>			
<b>Nº</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	<b>ABSCISA INICIAL KM</b>	<b>ABSCISA FINAL KM</b>
1	1	0+332	0+364
2	4	0+428	0+460
3	7	0+524	0+556
4	10	0+620	0+652
5	13	0+716	0+748
6	16	0+812	0+844
7	19	0+908	0+940
8	22	1+004	1+036
9	25	1+100	1+132
10	28	1+196	1+228
11	31	1+292	1+324
12	34	1+388	1+420
1	1	1+560	1+592
2	6	1+720	1+752
3	11	1+880	1+912
4	16	2+040	2+072
5	21	2+200	2+232
6	26	2+360	2+392
7	31	2+520	2+552
8	36	2+680	2+712
9	41	2+840	2+872
10	46	3+000	3+032
11	51	3+160	3+192
12	56	3+320	3+352
13	61	3+480	3+512
14	66	3+640	3+672

Fuente: Julio David Castro Robalino

Se determinó 12 unidades de muestreo a evaluar para el primero tramo, con un intervalo de 3 unidades y en el segundo tramo resultaron 13 unidades de muestreo con un intervalo de 5 unidades.

Se realizó la inspección identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas cuantificando, llenando la información obtenida en las hojas de registro véase la tabla 29 y Anexo G de la página 141.

**Tabla 36. Formato con el registro de Índice de condición de pavimento**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS					
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>									
<b>ORIGEN:</b>		VÍA PATATE - PÍLLARO ,SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800							
<b>REALIZO</b>		Egdo. Julio David Castro Robalino		<b>FECHA</b>		30/05/2019			
<b>ABSCISA INICIAL</b>		0+332 km		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		1			
<b>ABSCISA FINAL</b>		0+364 km		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		380,80			
<b>Nº</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
1	PC	M2	PIEL COCODRILO						
2	EX	M2	EXUDACIÓN						
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE						
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS						
5	CR	M2	CORRUGACIÓN						
6	DE	M2	DEPRESIÓN						
7	FB	M	GRIETA DE BORDE						
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA						
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA						
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL						
11	PC	M2	PARCHEO						
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS						
13	H	MM	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)						
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA						
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS						
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO						
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA						
18	HI	M2	HINCHAMIENTO						
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
11	Media	1,03	1,98				3,01	0,79	9,00
4	Media	0,80	0,60	1,50	1,00	0,75	4,65	1,22	12,00
							<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	21,00	
							<b>NUMERO DE DEDUCIDO &gt; 2 (Q)</b>	2,00	
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	12,00	
							<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	9,08	
<b>CÁLCULO DE PCI</b>									
<b>Nº</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	12	9					21	2	15
2	12	2					14	1	14
								<b>Máx (VCD)</b>	15
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>									
		<b>PCI=</b>		85		<b>MUY BUENO</b>			

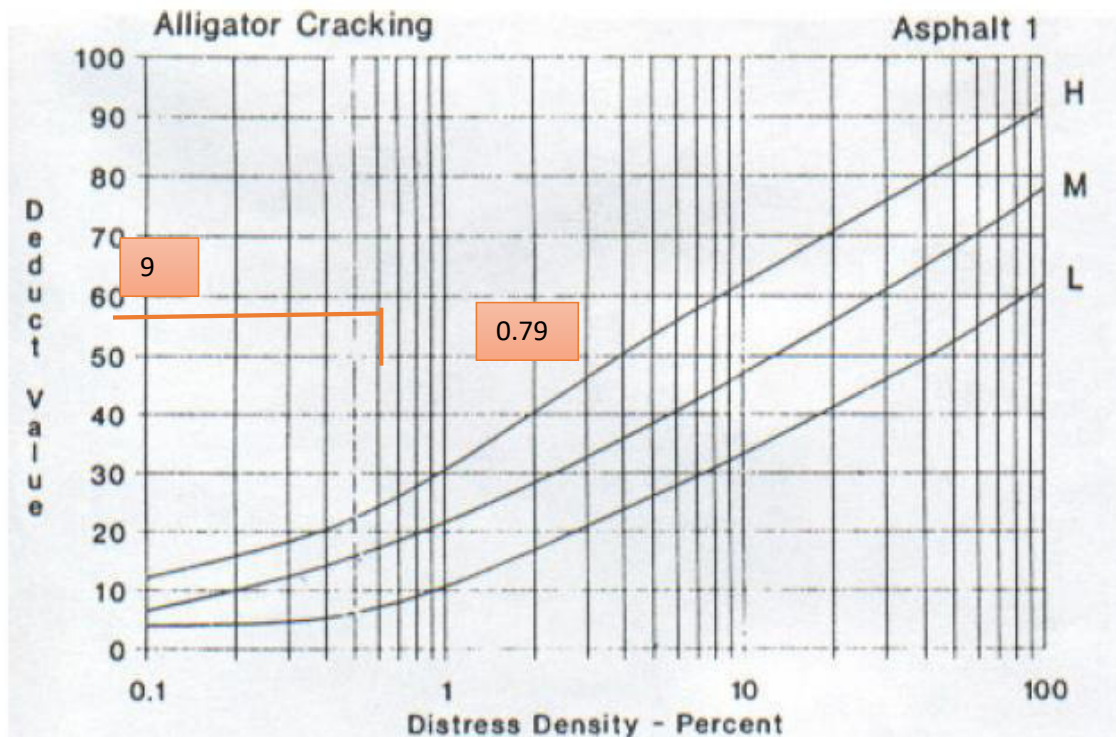
Fuente: Julio David Castro Robalino

Los datos de campo registran la falla piel de cocodrilo con una mediad de 3.01 m2



de severidad, media con una densidad de 0,79%, con estos datos nos dirigimos al monograma número 1 indicado en la Figura 6. El eje de las “X” nos muestra los valores de las densidades, trazamos una línea recta hasta intersectar con el tipo de severidad, para este caso es media dando un valor deducido de

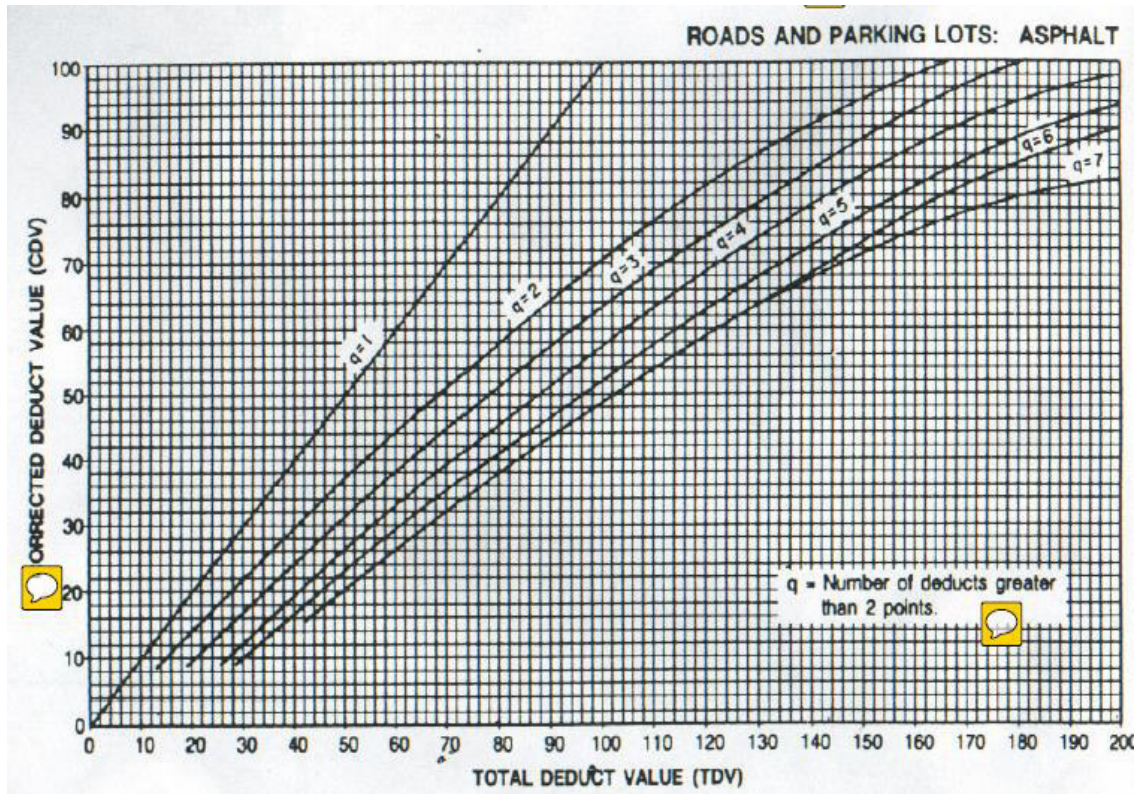
**Gráfico 6. Piel de cocodrilo**



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

Luego calculamos los valores deducidos procedemos a encontrar el valor deducido corregido, usando el monograma del manual PCI indicado en la Figura 7. Teniendo un valor deducido de 21 con un valor de  $m_i=q=2$  y un valor deducido corregido de 85.

**Gráfico 7. Valores Deducidos Finales**



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

#### 4.1.6. Medición de Deflexiones

La medida de deflexiones empleando la viga Benkelman se encuentra estandarizado de acuerdo a la norma de la ASTM D-4695.

Las deflexiones forman parte del estudio del pavimento en ellas encontramos valiosa información de la condición estructural del pavimento. Su medición y evaluación ayudan a descubrir fallas y carencias estructurales, de esta manera permite tomar decisiones de las necesidades de mantenimiento o reconstrucción de los pavimentos.

Para determinar la condición estructural del pavimento en la Vía Patate - Píllaro en el tramo km 0 + 300 hasta km 3 + 800 las unidades de muestreo se dividen en tres secciones, los mismos determinados para el PCI.

#### **4.1.6.1.Procedimiento**

- Señalar los puntos en los que será tomada la lectura de las deflexiones a cada 0.25, 0.50, 1.00, 5.00 y 8.00 m.
- Colocar la llanta de la volqueta sobre el punto de manera que éste coincida aproximadamente con el eje vertical del centro de gravedad del conjunto.
- Estacionados los neumáticos se inserta entre ellos el extremo del brazo móvil de la viga colocándolo sobre el punto de ensayo seleccionado véase en la siguiente imagen.
- En la primera lectura ubicada 0,25m se dificulta la visibilidad y accesibilidad, se emplea una varilla en la parte trasera de la volqueta haciendo coincidir esta con el brazo de la viga Benkelman, con las marcas ubicadas en la misma. En adelante basta con hacerlas coincidir (la marca con la varilla vertical) para asegurarse que el extremo de la viga coincide con el centro de las llantas, en el momento de iniciar las mediciones.
- Para tomar las lecturas de las deflexiones el dial en cero y mientras la volqueta se desplaza muy lentamente (se recomienda una velocidad de 1km/h). Se anota las medidas conforme la varilla adosada en la parte trasera de la volqueta vaya coincidiendo con las marcas adicionales, hasta que la volqueta haya pasado la marca de los 8m. y el dial ya no tenga movimiento.
- Este procedimiento se repite a cada 300m obteniendo los siguientes datos que posteriormente serán procesados.

#### **4.2.Análisis de Resultados**

##### **4.2.1. Análisis de Tráfico**

Para el estudio de tráfico la norma de diseño geométrico sugiere como método alternativo y al no tener los suficientes factores, utilizar el método de la trigésima hora.

A continuación, se presenta un resumen del Anexo A de la página 68 (conteo vehicular de los 7 días), donde resalta el día de mayor afluencia martes, 18 de abril del 2019.

**Tabla 37. Contaje del Tráfico en Hora Pico**

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				SUBTOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES	> TRES	
								LIVIANOS	PESADOS	EJES	EJES	
17H00	17H15	26	27	2				1		1		57
17H15	17H30	25	29			1						55
17H30	17H45	23	26					1	3			53
17H45	18H00	25	30									55
SUBTOTAL		99	112	2	0	1	0	2	3	1	0	
TOTAL		213			1			6				220
VALOR MAXIMO		57										

Fuente: Julio David Castro Robalino

De la presente Tabla la hora pico del conteo vehicular es el día martes comprendido entre las 17h:00-17h:15, debido a que la población a sus hogares desde los diferentes cantones como son Ambato, Pelileo y Patate.

**4.2.1.1. Cálculo de Factor de hora de hora pico (FHP)**

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{max}}$$

Donde:

Q= Total de vehículos en la hora pico

Q<sub>15 max</sub> = Flujo máximo en los 15 min de la hora pico

$$FHP = \frac{220}{4 * 57} = 0.965$$

**Nota:** por falta de homogeneidad en el conteo de la hora pico y para tener un tránsito uniforme el  $FHP = 1$

#### 4.2.1.2. Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{VHP * FHP}{k}$$

Donde:

VHP= Volumen horario durante la hora pico

FHP= Factor horario durante la hora

k: TPDA proyectado en 1 año en función de la 30va hora de diseño, representado en porcentaje

- $k = 8\% - 12\%$  (10%)      Para zona urbana
- $k = 12\% - 18\%$  (15%)      **Para zona rural**

TPDA actual para vehículos livianos:

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{213 * 1}{0.150} = 1420 \text{ vehiculos/dia}$$

**Tabla 38. Cálculo TPDA actual para la vía Patate-Píllaro Tramo 5**

TIPO DE VEHÍCULO	VHP VEHÍCULOS/ DÍA	TPDA ACTUAL VEHÍCULOS / DÍA
LIVIANOS	213	1420
BUSES	1	7
CAMIONES LIVIANOS 2 EJES	2	13
CAMIONES PESADOS 2 EJES	3	20
CAMIONES 3 EJES	1	7
<b>TOTAL</b>	220	1467

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.2.1.3. Cálculo del Tráfico Atraído (T<sub>at</sub>)

$$T_{at} = 10\% * TPDA \text{ Actual}$$

$$T_{at} = 0.10 * 1420 \text{ vehículos/ día}$$

$$T_{at} = 142 \text{ vehículos/ día}$$

**Tabla 39. Cálculo Tráfico Atraído**

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL VEHÍCULOS/ DÍA	TRÁFICO ATRAÍDO (T <sub>at</sub> ) VEHÍCULOS / DÍA
LIVIANOS	1420	142
BUSES	7	1
CAMIONES LIVIANOS 2 EJES	13	1
CAMIONES PESADOS 2 EJES	20	2
CAMIONES 3 EJES	7	1
<b>TOTAL</b>	1467	147

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.2.1.4. Cálculo de TPDA Total (T<sub>t</sub>)

$$T_t = TPDA \text{ actual} + \text{Tráfico atraído}$$

$$T_t = (1420 + 147) \text{ vehículos/ día}$$

$$T_t = 1567 \text{ vehículos/ día}$$

**Tabla 40. Cálculo Tráfico Total**

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL VEHÍCULOS/ DÍA	TRÁFICO ATRAÍDO (T <sub>at</sub> ) VEHÍCULOS / DÍA	TPDA TOTAL VEHÍCULOS / DÍA
LIVIANOS	1420	142	1562
BUSES	7	1	7
CAMIONES LIVIANOS 2 EJES	13	1	15
CAMIONES PESADOS 2 EJES	20	2	22
CAMIONES 3 EJES	7	1	7
<b>TOTAL</b>	1467	147	1613

Fuente: Julio David Castro Robalino

**Nota:** El Tráfico generado y desarrollado no se toma en cuenta, por la razón que es una vía existente.

#### 4.2.1.5. Tráfico futuro o proyectado

El tráfico futuro que transitará por la vía en estudio, es calculado para un período de diseño de 20 años aplicado la siguiente fórmula.

$$T_f = T_t * (1 + i)^n$$

Donde:

T<sub>f</sub>= Tráfico futuro

T<sub>t</sub>= TPDA total

n= Número de años de proyección

i= Tasa de crecimiento (ver Tabla N°25)

**Tabla 41. Tasa de Crecimiento**

PERÍODO	TIPO DE VEHÍCULO		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: MTOP-001-F-2003

#### 4.2.1.6. T<sub>f</sub> para vehículos livianos

$$T_f = 1562 * (1 + 3.97)^0$$

$$T_f = 1562 \text{ vehículos/ día}$$

**Tabla 42. TPDA Total**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
		TPDA TOTAL								
Nº	AÑO	% CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL POR TIPO DE VEHÍCULO					TPDA TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMION LIVIANO 2 EJES	CAMION PESADO 2 EJES	CAMION 3 EJES	
0	2019	3,97	1,97	1,94	1562	7	15	22	7	1613
1	2020	3,97	1,97	1,94	1624	7	15	22	7	1676
2	2021	3,57	1,78	1,74	1676	7	16	23	7	1728
3	2022	3,57	1,78	1,74	1735	7	16	23	7	1789
4	2023	3,57	1,78	1,74	1797	8	16	24	8	1852
5	2024	3,57	1,78	1,74	1861	8	16	24	8	1917
6	2025	3,57	1,78	1,74	1928	8	17	24	8	1984
7	2026	3,25	1,62	1,58	1954	8	17	25	8	2011
8	2027	3,25	1,62	1,58	2017	8	17	25	8	2075
9	2028	3,25	1,62	1,58	2083	8	17	25	8	2142
10	2029	3,25	1,62	1,58	2151	8	18	26	8	2210
11	2030	3,25	1,62	1,58	2221	8	18	26	8	2281
12	2031	3,25	1,62	1,58	2293	8	18	27	8	2354
13	2032	3,25	1,62	1,58	2367	9	18	27	9	2430
14	2033	3,25	1,62	1,58	2444	9	19	27	9	2508
15	2034	3,25	1,62	1,58	2524	9	19	28	9	2588
16	2035	3,25	1,62	1,58	2606	9	19	28	9	2671
17	2036	3,25	1,62	1,58	2690	9	20	29	9	2757
18	2037	3,25	1,62	1,58	2778	9	20	29	9	2845
19	2038	3,25	1,62	1,58	2868	9	20	30	9	2937
20	2037	3,25	1,62	1,58	2961	10	21	30	10	3031

Fuente: Julio David Castro Robalino



#### 4.2.1.7. Clasificación vial en función del TPDA

El TPDA actual es de 1613 vehículos /día. Este tráfico proyectado a 20 años, se obtuvo un valor de 3031 vehículos/día, la cual indica que la vía debería ser diseñada con las características geométricas de una colectoras clase I, la cual va a satisfacer las necesidades del tráfico señalado.

**Tabla 43. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado**

<b>FUNCION</b>	<b>CLASE DE CARRETERA (según MOP)</b>	<b>TPDA (1) AÑO FINAL DE DISEÑO</b>
CORREDOR ARTERIAL	RI –R II	>8000
	I	3000-8000
COLECTORA	II	1000-3000
	III	300-1000
	IV	100-300
VECINAL	V	<100

**Fuente:** Norma de diseño geométrico de carreteras 2003,

Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

#### 4.2.1.8. Cálculos de ejes equivalentes

Para determinar la deflexión admisible y crítica, es necesario cuantificar el número de ejes simples equivalentes de 8.2 Ton que circula por el carril.

**Tabla 44. Factores de daño según el tipo de vehículo.**

<b>FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Simple</b>		<b>Simple Doble</b>		<b>Tándem</b>		<b>Tridem</b>		<b>Factor de daño</b>
	<b>Tons</b>	$(P/6.6)^4$	<b>Tons</b>	$(P/8.2)^4$	<b>Tons</b>	$(P/15)^4$	<b>Tons</b>	$(P/23)^4$	
Bus	4	0,13	8	0,91	-	-	-	-	1,04
C2-P	2,5	0,02	-	-	-	-	-	-	1,29
	7	1,27	-	-	-	-	-	-	
C2-G	6	0,68	11	3,24	-	-	-	-	3,92
C-3	6	0,68	-	-	18	2,07	-	-	2,76
C-4	6	0,68	-	-	-	-	25	1,40	2,08
C-5	6	0,68	-	-	18	4,15	-	-	2,76
C-6	6	0,68	-	-	18	2,07	25	1,40	4,15

Fuente: Julio David Castro Robalino

La vía en estudio presenta dos carriles uno en cada dirección, por tal razón se considera el 50% del tránsito para cada carril.

**Tabla 45. Factores de distribución direccional.**

<b>NÚMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES</b>	<b>PORCENTAJE DE VEHÍCULOS EN EL CARRIL</b>
<b>2</b>	<b>50</b>
4	45
6 o mas	40

Fuente: AASHTO 93

**Tabla 46. Porcentaje de W18 en el carril DI**

NÚMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DL
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80

Fuente: AASHTO 93

El número de ejes simples equivalentes se calcula mediante la siguiente expresión:

$$W_{18} = \left( \sum_{i=1}^{i=m} FD * TPDA \right) * Fd * Fc * 365$$

Donde

**TPDA:** Tráfico promedio diario anual de la vía en estudio

**FD:** Factor de daño

**Fd:** Factor dirección, es igual a 0.55

**Fc:** Factor carril, es iguala 1.00

**Tabla 47. TPDA para los ejes equivalentes.**

	BUSES	CAMIÓN LIVIANO 2 EJES	CAMIÓN PESADO 2 EJES	CAMIÓN 3 EJES
TPDA	7	15	22	7

Fuente: Julio David Castro Robalino

$$W_{18} = (7 * 1.04 + 15 * 1.29 + 22 * 3.29 + 7 * 2.75) * 0.55 * 1.00 * 365$$

$$W_{18} = 23740.70 \text{ ejes equivalentes}$$

**Tabla 48. Cálculo de ejes equivalentes**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO												
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
		EJES EQUIVALENTES												
N <sup>a</sup>	AÑO	% CRECIMIENTO			CO PROMEDIO DIARIO ANUAL POR TIPO DE VEHI						TPDA TOTAL	W18 POR CARRIL	W18 POR DIRECCIÓN	W18 ACUMULADO
		LIVIANO	BUSES	CAMIONES	LIVIANO	BUSES	CAMION LIVIANO 2 EJES	CAMION PESADO 2 EJES	CAMION 3 EJES					
0	2019	3,97	1,97	1,94	1562	7	15	22	7	1613	23741	23741	47481	
1	2020	3,97	1,97	1,94	1624	7	15	22	7	1676	24202	24202	48403	
2	2021	3,57	1,78	1,74	1676	7	16	23	7	1728	24575	24575	49150	
3	2022	3,57	1,78	1,74	1735	7	16	23	7	1789	25003	25003	50007	
4	2023	3,57	1,78	1,74	1797	8	16	24	8	1852	25439	25439	50878	
5	2024	3,57	1,78	1,74	1861	8	16	24	8	1917	25882	25882	51765	
6	2025	3,57	1,78	1,74	1928	8	17	24	8	1984	26333	26333	52667	
7	2026	3,25	1,62	1,58	1954	8	17	25	8	2011	26499	26499	52997	
8	2027	3,25	1,62	1,58	2017	8	17	25	8	2075	26918	26918	53836	
9	2028	3,25	1,62	1,58	2083	8	17	25	8	2142	27344	27344	54688	
10	2029	3,25	1,62	1,58	2151	8	18	26	8	2210	27777	27777	55553	
11	2030	3,25	1,62	1,58	2221	8	18	26	8	2281	28216	28216	56433	
12	2031	3,25	1,62	1,58	2293	8	18	27	8	2354	28663	28663	57326	
13	2032	3,25	1,62	1,58	2367	9	18	27	9	2430	29116	29116	58233	
14	2033	3,25	1,62	1,58	2444	9	19	27	9	2508	29577	29577	59154	
15	2034	3,25	1,62	1,58	2524	9	19	28	9	2588	30045	30045	60090	
16	2035	3,25	1,62	1,58	2606	9	19	28	9	2671	30521	30521	61041	
17	2036	3,25	1,62	1,58	2690	9	20	29	9	2757	31004	31004	62007	
18	2037	3,25	1,62	1,58	2778	9	20	29	9	2845	31494	31494	62989	
19	2038	3,25	1,62	1,58	2868	9	20	30	9	2937	31993	31993	63985	
20	2037	3,25	1,62	1,58	2961	10	21	30	10	3031	32499	32499	64998	

Fuente: Julio David Castro Robalino



#### 4.1.1. Análisis de Estudio de Suelos

Para el análisis del estudio de suelos se utilizó la Tabla N<sup>a</sup> 5, donde indica el resumen de las especificaciones.

##### 4.1.1.1. Granulometría y Límites de Consistencia

La granulometría representa la distribución de los agregados según las especificaciones técnicas. Los límites de Atterberg junto con la granulometría son importantes para determinar su clasificación de suelo, la humedad son los puntos de transición de un estado al otro denominado límite de consistencia.

**Tabla 49. Resultados de estudios de suelos base**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS		 		
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, KM 0+000 AL KM 3+800							
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino							
TABLAS DE RESUMEN - BASE								
NORMAS	ASTM: D 421-58, ASTM: D 422-63, AASHTO: T-87-70, AASHTO: T-88-70			AASHTO T-89, AASHTO T-90-70, ASTM D 424-71, INEN 691		CLASIFICACIÓN SUCS		
POZO	GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE CONSISTENCIA		TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN	
1	Cu=	81,63	Cc=	0,54	Ll=	28,62	GM	Grava Limosa, mezcla de Grava Arena y Limo
	TNM=	25,40			IP=	2,19		
2	Cu=	55,56	Cc=	0,14	Ll=	26,42	GM	Grava Limosa, mezcla de Grava Arena y Limo
	TNM=	25,40			IP=	2,45		
3	Cu=	68,75	Cc=	0,46	Ll=	24,43	GM	Grava Limosa, mezcla de Grava Arena y Limo
	TNM=	25,40			IP=	3,07		
4	Cu=	88,89	Cc=	0,50	Ll=	26,88	GM	Grava Limosa, mezcla de Grava Arena y Limo
	TNM=	38,10			IP=	3,30		

Fuente: Julio David Castro Robalino

**Tabla 50. Resultados de estudios de suelos suelo de fundación**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS				
								
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, KM 0+000 AL KM 3+800							
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino							
<b>TABLAS DE RESUMEN - SUELO DE FUNDACIÓN</b>								
<b>NORMAS</b>	ASTM: D 421-58, ASTM: D 422-63, AASHTO: T-87-70, AASHTO: T-88-70		AASHTO T-89, AASHTO T-90-70, ASTM D 424-71, INEN 691					
<b>POZO</b>	<b>GRANULOMETRÍA</b>		<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>		<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<b>1</b>	Cu=	62,50	Cc=	0,16	Li=	25,05	SM-ML	Arena Limosa de Baja Platicidad
	TNM=	4,76		IP=	0,83			
<b>2</b>	Cu=	50,00	Cc=	1,13	Li=	26,69	SM-ML	Arena Limosa de Baja Platicidad
	TNM=	4,76		IP=	2,47			
<b>3</b>	Cu=	66,67	Cc=	1,19	Li=	27,08	SM-ML	Arena Limosa de Baja Platicidad
	TNM=	9,52		IP=	3,73			
<b>4</b>	Cu=	65,00	Cc=	0,98	Li=	27,13	SM-ML	Arena Limosa de Baja Platicidad
	TNM=	9,52		IP=	3,78			

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.1.2. Ensayo de Compactación

El ensayo de compactación determina la densidad máxima de un suelo en relación a su contenido de humedad.

**Tabla 51. Resultados de Ensayo de Compactación de suelos base**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b> 			
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.			
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, KM 0+000 AL KM 3+800		
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino		
<b>TABLAS DE RESUMEN - BASE</b>			
<b>NORMAS POZO</b>	<b>DESCRIPCIÓN ENSAYO</b>	<b>AASHTO T-180, ASTM D VALORES</b>	
1	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	2,050
	Humedad Optima	w=	9,50%
2	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	2,200
	Humedad Optima	w=	11,00%
3	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	2,450
	Humedad Optima	w=	9,00%
4	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	2,500
	Humedad Optima	w=	10,00%

Fuente: Julio David Castro Robalino

**Tabla 52. Resultados de Ensayo de Compactación de suelo de fundación**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b> 			
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.			
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, KM 0+000 AL KM 3+800		
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino		
<b>TABLAS DE RESUMEN - SUELO DE FUNDACION</b>			
<b>NORMAS POZO</b>	<b>DESCRIPCIÓN ENSAYO</b>	<b>AASHTO T-180, ASTM D VALORES</b>	
1	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	1,650
	Humedad Optima	w=	10,50%
2	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	2,150
	Humedad Optima	w=	11,50%
3	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	2,200
	Humedad Optima	w=	8,00%
4	Densidad Máxima(gr/cm3)	d=	2,250
	Humedad Optima	w=	8,00%

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.1.3.Capacidad Soportante (CBR)

La capacidad de soporte del suelo (CBR), mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, sub-base o base granular, bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

**Tabla 53. Resultados de Capacidad Soporte base**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>			
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.			
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, KM 0+000 AL KM 3+800		
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino		
<b>TABLAS DE RESUMEN - BASE</b>			
<b>NORMAS</b>	AASHTO T-193, ASTM D 1883		
<b>POZO</b>	<b>VALORES DE SOPORTE CBR</b>	<b>USO</b>	<b>CLASIFICACIÓN GENERAL</b>
<b>1</b>	CBR= 32,50%	Base - Subbase	Base - Subbase Buena
<b>2</b>	CBR= 24,80%	Base - Subbase	Base - Subbase Buena
<b>3</b>	CBR= 31,50%	Base - Subbase	Base - Subbase Buena
<b>4</b>	CBR= 32,00%	Base - Subbase	Base - Subbase Buena

Fuente: Julio David Castro Robalino



**Tabla 54. Resultados de Capacidad Soporte suelo de fundación**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>		
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
		<b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>		
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.				
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, KM 0+000 AL KM 3+800			
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			
<b>TABLAS DE RESUMEN - SUELO DE FUNDACIÓN</b>				
<b>NORMAS</b>	AASHTO T-193, ASTM D 1883			
<b>POZO</b>	<b>VALORES DE SOPORTE CBR</b>		<b>CLASIFICACIÓN</b>	
<b>1</b>	CBR=	8,00%	Sub Base Regular	
<b>2</b>	CBR=	13,00%	Sub Base Regular	
<b>3</b>	CBR=	9,50%	Sub Base Regular	
<b>4</b>	CBR=	11,00%	Sub Base Regular	

Fuente: Julio David Castro Robalino

Una vez obtenidos los resultados, se verifica de acuerdo a la clasificación AASTHO-93, se determinó que las muestras de la sub rasante están dentro de la clasificación regular y su uso es una sub base.

#### 4.1.2. Análisis de la Evaluación del Índice de Condición de Pavimento

**Tabla 55. Resumen Índice de Condición de Pavimento**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 						
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>						
<b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS</b>						
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>						
<b>N<sup>ra</sup></b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	<b>ABSCISA INICIAL KM</b>	<b>ABSCISA FINAL KM</b>	<b>ÀREA</b>	<b>PCI</b>	<b>CLASIFICACION</b>
1	1	0+332	0+364	380,80	84	MUY BUENO
2	4	0+428	0+460	380,80	76	BUENO
3	7	0+524	0+556	380,80	66	BUENO
4	10	0+620	0+652	380,80	86	EXCELENTE
5	13	0+716	0+748	380,80	100	EXCELENTE
6	16	0+812	0+844	380,80	47	REGULAR
7	19	0+908	0+940	380,80	-	-
8	22	1+004	1+036	380,80	94	EXCELENTE
9	25	1+100	1+132	380,80	95	EXCELENTE
10	28	1+196	1+228	380,80	-	-
11	31	1+292	1+324	380,80	86	EXCELENTE
12	34	1+388	1+420	380,80	58	BUENO
1	1	1+560	1+592	243,20	-	-
2	6	1+720	1+752	243,20	96	EXCELENTE
3	11	1+880	1+912	243,20	38	MALO
4	16	2+040	2+072	243,20	-	-
5	21	2+200	2+232	243,20	-	-
6	26	2+360	2+392	243,20	-	-
7	31	2+520	2+552	243,20	-	-
8	36	2+680	2+712	243,20	93	EXCELENTE
9	41	2+840	2+872	243,20	-	-
10	46	3+000	3+032	243,20	-	-
11	51	3+160	3+192	243,20	-	-
12	56	3+320	3+352	243,20	-	-
13	61	3+480	3+512	243,20	89	EXCELENTE
14	66	3+640	3+672	243,20	98	EXCELENTE

Fuente: Julio David Castro Robalino

### 4.1.3. Análisis Viga Benkelman

#### 4.1.3.1. Selección de secciones

**Tabla 56. Identificación de secciones**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
No.	Abscisa	Carril		Distancia del borde al punto de ensayo	Secciones
		Izquierdo	Derecho		
1	km 0+300	x		90 cm	1
2	km 0+600		x	90 cm	
3	km 0+900	x		90 cm	
4	km 1+200		x	90 cm	
5	km 1+500	x		90 cm	
6	km 1+800		x	90 cm	2
7	km 2+100	x		90 cm	
8	km 2+400		x	90 cm	
9	km 2+700	x		90 cm	
10	km 3+000		x	90 cm	
11	km 3+300	x		90 cm	
12	km 3+600		x	90 cm	

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.3.2. Lectura de Campo

**Tabla 57. Lectura de Campo**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ORIGEN	VÍA PATATE-PILLARO, KM 0+000 AL KM 3+800									
REALIZO	Egdo. Julio David Castro Robalino									
Sección	No.	Abscisa	Carril		Lecturas (10 <sup>-2</sup> mm)					
			Izquierdo	Derecho	Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
					D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	km 0+300	x		0	18	19	21	24	24
	2	km 0+600		x	0	16	18	22	23	23
	3	km 0+900	x		0	13	16	18	20	20
	4	km 1+200		x	0	19	21	22	23	23
	5	km 1+500	x		0	20	21	23	24	24
2	1	km 1+800		x	0	17	19	20	22	22
	2	km 2+100	x		0	14	16	18	20	20
	3	km 2+400		x	0	17	20	21	23	23
	4	km 2+700	x		0	15	17	19	21	21
	5	km 3+000		x	0	18	19	20	22	22
	6	km 3+300	x		0	13	15	18	19	19
	7	km 3+600		x	0	16	18	19	20	20

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.3.3. Corrección por relación de brazos

Es la corrección debida a la aplicación del factor de relación de brazos que tiene la Viga Benkelman, este factor se mide directamente del instrumento y dicho se multiplica a la deflexión recuperable para corregirla, se le denotará por RB. [18]

$$D = (LF - LR) * RB$$

Donde:

D= Deflexión a la distancia R, expresada en 0,01 mm

LR= Lectura a la distancia R

LF= Lectura máxima

RB= Relación de brazos de la viga Benkelman 1:2

**Tabla 58. De flexiones Corregidas por Relación de Brazos**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 										
Sección	No.	Abscisa	Carril		Lecturas (10 <sup>-2</sup> mm)					
					Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
			Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	km 0+300	x		48	12	10	6	0	0
	2	km 0+600		x	46	14	10	2	0	0
	3	km 0+900	x		40	14	8	4	0	0
	4	km 1+200		x	46	8	4	2	0	0
	5	km 1+500	x		48	8	6	2	0	0
2	1	km 1+800		x	44	10	6	4	0	0
	2	km 2+100	x		40	12	8	4	0	0
	3	km 2+400		x	46	12	6	4	0	0
	4	km 2+700	x		42	14	8	4	0	0
	5	km 3+000		x	44	8	6	4	0	0
	6	km 3+300	x		38	12	8	2	0	0
	7	km 3+600		x	40	8	4	2	0	0

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.3.4. Corrección por temperatura

De esta manera, para poder comparar entre deflexiones de un mismo tramo obtenidas a diferentes temperaturas, las deflexiones son corregidas y llevadas a una temperatura estándar o de referencia de 20°C, para lo cual se utilizará la metodología de la División Nacional vial de Argentina, cuya fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{D_t}{K * (t - 20^{\circ}\text{C}) * e + 1}$$

Donde

$D_{(20^{\circ}\text{C})}$ : Deflexión recuperable estándar 20°C (0.01mm)

$D_t$ : Deflexión recuperable a la temperatura t (0.01mm)

K:  $1 \times 10^{-3}$ ; constante para capas granulares ( $\frac{1}{\text{cm} * ^{\circ}\text{C}}$ )

t: Temperatura de la carpeta asfáltica del pavimento (°C)

e: Espesor de la carpeta asfáltica (cm)

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{48}{0,001 * (37 - 20^{\circ}\text{C}) * 10 + 1}$$

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = 42.11 \times 10^{-2} \text{mm}$$

Realizamos el mismo procedimiento para las demás deflexiones

**Tabla 59. De flexiones Corregidas por Temperatura.**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Sección	No.	Abscisa	Carril		Lecturas ( $10^{-2}$ mm)						
			Izquierdo	Derecho	Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final	
					D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	1	km 0+300	x		42,11	10,53	8,77	5,26	0,00	0,00	
	2	km 0+600		x	40,35	12,28	8,77	1,75	0,00	0,00	
	3	km 0+900	x		35,09	12,28	7,02	3,51	0,00	0,00	
	4	km 1+200		x	40,35	7,02	3,51	1,75	0,00	0,00	
	5	km 1+500	x		42,11	7,02	5,26	1,75	0,00	0,00	
2	1	km 1+800		x	41,71	8,77	5,26	3,51	0,00	0,00	
	2	km 2+100	x		37,91	10,53	7,02	3,51	0,00	0,00	
	3	km 2+400		x	43,60	10,53	5,26	3,51	0,00	0,00	
	4	km 2+700	x		39,81	12,28	7,02	3,51	0,00	0,00	
	5	km 3+000		x	41,71	7,02	5,26	3,51	0,00	0,00	
	6	km 3+300	x		36,02	10,53	7,02	1,75	0,00	0,00	
	7	km 3+600		x	37,91	7,02	3,51	1,75	0,00	0,00	

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.3.5. Corrección por Estacionalidad

El estudio asume el criterio de que las condiciones más críticas deben limitarse al régimen de lluvias, distinguiendo básicamente entre estación seca y lluviosa y toma de referencia las experiencias de Brasil que recomiendan los siguientes coeficientes de corrección, según el período en el que se lleven a cabo las mediciones: [22]

**Tabla 60. Factores de corrección por estacionalidad**

Tipo de suelo subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa-permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa-sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Tesis "Control de la deflexión vertical con viga Benkelman, monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km 110+000 al Km 112+000"

El ensayo se lo realizo en estación seca y el tipo de suelo en la subrasante es arenoso-permeable por lo tanto el factor de corrección es 1,2 y tenemos los siguientes resultados.

**Tabla 61. De flexiones Corregidas por Estacionalidad**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Sección	No.	Abscisa	Carril		Lecturas (10 <sup>-2</sup> mm)					
			Izquierdo	Derecho	Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
					D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	km 0+300	x		50,53	12,63	10,53	6,32	0,00	0,00
	2	km 0+600		x	48,42	14,74	10,53	2,11	0,00	0,00
	3	km 0+900	x		42,11	14,74	8,42	4,21	0,00	0,00
	4	km 1+200		x	48,42	8,42	4,21	2,11	0,00	0,00
	5	km 1+500	x		50,53	8,42	6,32	2,11	0,00	0,00
2	1	km 1+800		x	50,05	10,53	6,32	4,21	0,00	0,00
	2	km 2+100	x		45,50	12,63	8,42	4,21	0,00	0,00
	3	km 2+400		x	52,32	12,63	6,32	4,21	0,00	0,00
	4	km 2+700	x		47,77	14,74	8,42	4,21	0,00	0,00
	5	km 3+000		x	50,05	8,42	6,32	4,21	0,00	0,00
	6	km 3+300	x		43,22	12,63	8,42	2,11	0,00	0,00
	7	km 3+600		x	45,50	8,42	4,21	2,11	0,00	0,00

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.3.6. Determinación del radio de curvatura

El radio de curvatura de la línea elástica de Deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas y, en consecuencia, en el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo.

El radio de curvatura en el punto de ensayo se calcula con la expresión independientemente de la viga utilizada

$$RC = \frac{10 * (25)^2}{2 * (D_0 - D_{25})}$$



Donde:

RC: Radio de Curvatura

Do: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm

D25: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm

**Tabla 62. Radio de Curvatura**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 							
Sección	No.	Abscisa	Carril		Lecturas (10 <sup>-2</sup> mm)		RADIO DE CURVATURA
			Izquierdo	Derecho	Inicial	A 25 cm	D50
					D0	D25	
1	1	km 0+300	x		50,53	12,63	82,47
	2	km 0+600		x	48,42	14,74	92,77
	3	km 0+900	x		42,11	14,74	114,18
	4	km 1+200		x	48,42	8,42	78,13
	5	km 1+500	x		50,53	8,42	74,22
<b>PROMEDIO</b>							<b>88,35</b>
2	1	km 1+800		x	50,05	10,53	79,07
	2	km 2+100	x		45,50	12,63	95,08
	3	km 2+400		x	52,32	12,63	78,73
	4	km 2+700	x		47,77	14,74	94,59
	5	km 3+000		x	50,05	8,42	75,07
	6	km 3+300	x		43,22	12,63	102,15
	7	km 3+600		x	45,50	8,42	84,29
<b>PROMEDIO</b>							<b>87,00</b>

Fuente: Julio David Castro Robalino

#### 4.1.3.7. Deflexión característica

La Deflexión Característica es un parámetro estadístico empleado para la caracterización representativa de la magnitud de deformación de los pavimentos. Para su determinación es necesario contar con una base de datos de deflexiones máximas, del tramo que se requiere evaluar, y establecer los parámetros estadísticos de dichos datos. [16]

Para realizar el diseño del refuerzo, la deflexión característica representa mejor a una determinada sección, mediante la expresión:

$$D_c = \bar{D} + t * \delta$$

Donde:

El valor de “t” corresponde a un porcentaje del área total con probabilidades de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica.



D =deflexión promedio D0 corregidos por temperatura y estacionalidad

$\delta$  =desviación estándar

**Tabla 63. Valores de la variable t**

Valor de diseño	Dc	Área D>Dc %
50	D	50
75	D+0,674 $\delta$	25
85	D + $\delta$	15
90	D+ 1.3 $\delta$	10
95	D+ 1.645 $\delta$	5
98	D+ 2 $\delta$	2
99	D+ 2.33 $\delta$	1

**Fuente:** Tesis “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera Sam Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante el análisis deflectométrico.

El método CONREVIAl adopta un valor De igual a (D+ 1.645  $\delta$ ) que corresponde al 95% de probabilidad de diseño, superada sólo por el 5% de las determinaciones efectuadas.

#### 4.1.3.8. Deflexión admisible

La deflexión admisible es un parámetro definido en función al tráfico de diseño, que establece un límite para la deflexión característica por encima del cual no se garantiza un comportamiento satisfactorio de la estructura durante el periodo considerado. La expresión analítica que define este parámetro es: [16]

$$Da = \left( \frac{1.15}{W18} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Donde:

Da: Deflexión admisible inicial (mm)

W18: Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones

#### 4.1.3.9. Deflexión crítica

Se define como aquella que alcanza el pavimento al término del periodo de servicio, luego de soportar el tránsito proyectado, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_{cr} = \left( \frac{1.90}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}}$$

Donde:

**Dcr:** Deflexión crítica (mm)

**W18:** Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones

Dentro del tráfico vehicular se contempla el cálculo de ejes equivalentes para un periodo de 20 años:

**W18= 64998 ejes equivalentes**

$$D_a = \left( \frac{1.15}{0.064998} \right)^{1/4} * 100 = 205.09 \text{ mm DEFLEXIÓN ADMISIBLE}$$

$$D_{cr} = \left( \frac{1.90}{0.064998} \right)^{1/5.3} * 100 = 189.05 \text{ mm DEFLEXIÓN CRÍTICA}$$

#### 4.1.3.10. Análisis deflectómetro por secciones vigas Benkelman

Tabla 64. Resultados Sección 1- Deflectograma.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
UT		FICM			
No.	Abscisa	D0	Deflexión Característica	Deflexión Admisible	Deflexión Crítica
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	km 0+300	50,53	53,30	205,09	189,05
2	km 0+600	48,42	53,30	205,09	189,05
3	km 0+900	42,11	53,30	205,09	189,05
4	km 1+200	48,42	53,30	205,09	189,05
5	km 1+500	50,53	53,30	205,09	189,05
<b>PROMEDIO</b>		<b>48,00</b>			
RESULTADOS					
DEFLEXIÓN PROMEDIO			48,00	mm	
DESVIACIÓN ESTANDAR			3,22		
Deflexión Característica			53,30	mm	
Deflexión Admisible			205,09	mm	
Deflexión Crítica			189,05	mm	
CRITERIO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL					
COMPORTAMIENTO SUBRASANTE			TIPO DE DEFLEXIÓN		
D<Da			TIPO III		
53,30	<	205,09			
COMPORTAMIENTO PAVIMENTO					
Ro<100					
88,37	<	100			

**DEFLECTOGRAMA**

Abscisa	Deflexión Vía (mm)	Deflexión Característica (mm)	Deflexión Admisible (mm)	Deflexión Crítica (mm)
1	50,53	53,30	205,09	189,05
2	48,42	53,30	205,09	189,05
3	42,11	53,30	205,09	189,05
4	48,42	53,30	205,09	189,05
5	50,53	53,30	205,09	189,05

Fuente: Julio David Castro Robalino

**Tabla 65. Resultados Sección 2- Deflectograma.**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
No.	Abscisa	D0	Deflexión Característica	Deflexión Admisible	Deflexión Crítica
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	km 1+800	50,05	53,07	205,09	189,05
2	km 2+100	45,50	53,07	205,09	189,05
3	km 2+400	52,32	53,07	205,09	189,05
4	km 2+700	47,77	53,07	205,09	189,05
5	km 3+000	50,05	53,07	205,09	189,05
6	km 3+300	43,22	53,07	205,09	189,05
7	km 3+600	45,50	53,07	205,09	189,05
<b>PROMEDIO</b>		<b>47,77</b>			
RESULTADOS					
DEFLEXIÓN PROMEDIO			47,77	mm	
DESVIACIÓN ESTANDAR			3,22		
Deflexión Característica			53,07	mm	
Deflexión Admisible			205,09	mm	
Deflexión Crítica			189,05	mm	
CRITERIO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL					
COMPORTAMIENTO SUBRASANTE			TIPO DE DEFLEXIÓN		
D<Da			TIPO III		
53,07	<	205,09			
COMPORTAMIENTO PAVIMENTO					
Ro<100					
87	<	100			
DEFLECTOGRAMA					
					


Fuente: Julio David Castro Robalino

Según las Tablas 16 y 17 citadas en el Capítulo 2, donde indican los criterios para analizar la calidad estructural y después del análisis de nuestras dos secciones, resulta que las deflexiones producidas son menores que las deflexiones admisibles, por lo cual determina que el comportamiento de la subrasante es bueno, en donde una de las medidas correctivas es el refuerzo estructural del pavimento.

#### 4.1.4. Análisis Mantenimiento y Rehabilitación

Según la tabla N<sup>o</sup>20 del capítulo 2, se detalla las siguientes condiciones correlaciones de categoría de acción con un rango de PCI, analizado en nuestro proyecto obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 66. Resultados Correlación de categoría de acción con un rango de PCI**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
N <sup>o</sup>	SECCIÓN	UNIDAD DE MUESTREO	ABSCISA INICIAL KM	ABSCISA FINAL KM	PCI	CATEGORÍA DE ACCIÓN CON UN RANGO PCI	
1	1	1	0+332	0+364	84	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
2		4	0+428	0+460	76	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
3		7	0+524	0+556	66	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
4		10	0+620	0+652	86	MANTENIMIETNO PREVENTIVO O MÍNIMO	
5		13	0+716	0+748	100	MANTENIMIETNO PREVENTIVO O MÍNIMO	
6		16	0+812	0+844	47	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
8		22	1+004	1+036	94	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
9		25	1+100	1+132	95	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
11		31	1+292	1+324	86	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
12		34	1+388	1+420	58	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
2		2	6	1+720	1+752	96	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO
3			11	1+880	1+912	38	REHABILITACIÓN - REFUERZOESTRUCTURAL
8	36		2+680	2+712	93	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
13	61		3+480	3+512	89	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
14	66		3+640	3+672	98	MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	

Fuente: Julio David Castro Robalino

**Tabla 67. Mantenimiento y Rehabilitación ha resalizarse**

<p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÒDICO</p>	<p>Se lo realiza antes de la época con mayor presencia de precipitaciones pluviales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpieza de cunetas</li> <li>▪ Limpieza de alcantarillas</li> <li>▪ Limpieza de las pilas de los puentes</li> <li>▪ Dragado de los ríos</li> <li>▪ Limpieza de las torrenteras</li> </ul>
<p>MANTENIMIETNO PREVENTIVO O MÍNIMO</p>	<p>Es aquel que se realiza durante el transcurso del año, el fin de este mantenimiento es evitar el inicio de los deterioros en la vía en cuestión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpieza de cunetas</li> <li>▪ Limpieza de alcantarillas</li> <li>▪ Limpieza de derrumbes menores</li> <li>▪ Desbroce de las cunetas y áreas laterales</li> <li>▪ Reparación de la señalización vertical</li> <li>▪ Limpieza de los desfogues de los puentes</li> <li>▪ Limpieza de los elementos derramados sobre la vía (Calzada)</li> <li>▪ Repintado de la señalización horizontal</li> <li>▪ Rellenado de Baches en la vía</li> </ul>
<p>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</p>	<p>Se hace cada 1 a 5 años, de esta manera aseguramos la vida útil de la carretera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reconformación de la plataforma</li> <li>▪ Sellado asfáltico</li> <li>▪ Capa de refuerzo asfáltico</li> <li>▪ Reposición de ripio</li> <li>▪ Perfilado y nivelado</li> </ul>
<p>REHABILITACIÓN - REFUERZOESTRUCTURAL</p>	<p>Es el proceso por el cual la estructura del pavimento es restaurada a su condición de soporte original. Se obtiene de la recuperación, con o sin estabilización, del pavimento existente en combinación con material de relleno si es necesario.</p>	<p>Este trabajo deberá realizarse en aquellos tramos en los que el estado de deterioro del pavimento existente sea tal que impida la reparación aislada de las zonas afectadas y consista en escarificar, desintegrar, mojar, mezclar, remodelar, compactar y refinar el material constitutivo de la capa asfáltica o el tratamiento asfáltico del pavimento original de la calzada;</p>

Fuente: Julio David Castro Robalino

## **4.2. Verificación de Hipótesis**

La hipótesis planteada en la investigación es: “La implementación del proceso de conservación vial ayudará a determinar el estado vial en la evaluación superficial del pavimento flexible de la vía Patate- Píllaro en el tramo Km 0+000 al Km 0+380 de la provincia de Tungurahua.

Del análisis realizado se confirma la hipótesis planteada, al aplicar el procedimiento de conservación se conoce el estado real de la vía, del tramo que corresponde al 0+000 al Km 3+800, se han realizado evaluaciones superficiales y estructurales además de la verificación del cumplimiento de la calidad de materiales que posea la estructura de la vía.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se realizó el levantamiento georeferenciado con la ayuda de GPS de la vía Patate – Píllaro tramo que comprende desde el Km 0+000 hasta el Km 3+800, obteniendo una longitud de 3.80 km, identificando dos secciones típicas, la primera sección con un ancho de vía de 11.90 m y la segunda de 7.60 m, cabe señalar que al inicio del tramo se tuvo una distancia de 0.3 km de adoquín los cuales no fueron considerados ni influyeron en el presente proyecto de tesis.
- El valor del TPDA fue de 1613 veh/día, con una proyección a 20 años de 3031 veh/día, de acuerdo a la clasificación de carreteras del MTOP tabla 4 pag. 11, corresponde a una vía colectora arterial clase II.
- En la calita 2 a una profundidad de 80 cm se encontraron dos estratos de los cuales se obtuvo muestras alteradas, mediante el ensayo de granulometría se determinó que el suelo de fundación corresponde a una arena limosa de baja plasticidad, con un valor de CBR de 13, de acuerdo a la tabla de clasificación según el CBR de la norma AASTHO 93, corresponde a una sub base de calidad regular, mientras que para la base se obtuvo que es una grava limosas, mezcla de grava, arena y limo de acuerdo a la clasificación SUCS, con un valor CBR de 24.80, corresponde a una base de calidad buena.
- Con el PCI, se realizó la evaluación superficial del pavimento en dos secciones, en la primera sección se obtuvo un promedio de valor de PCI = 66%, que según lo estipulado en el Manual PCI-2, en la tabla de rango de clasificación del PCI corresponde a clasificación buena, mientras que la segunda sección con un valor promedio de PCI = 82.8% indica una clasificación muy buena; debido a que la vía no posee un alto tráfico, como lo demuestra el TPDA.



- En la sección 1 el tipo de falla predominante fue la piel de cocodrilo, se da esto porque es la principal vía de acceso a Patate. En la sección 2 la falla predominante sigue siendo la piel de cocodrilo.
- De la viga Benkelman se obtuvo el valor de la deflexión característica de 53.30, siendo menor al valor de la deflexión admisible de 205.09 y un radio de curvatura predominante de 88,37, en la tabla 17 pag. 27 de criterios para analizar la calidad estructural en este rango señala que es de tipo III, de lo cual se deduce que la calidad estructural es buena y una medida correctiva es el refuerzo estructural del pavimento.

## **5.2. Recomendaciones**

- Con los resultados obtenidos se plantea realizar un mantenimiento periódico que radica en el tratamiento y renovación de la superficie de la vía.
- Construir cunetas en los tramos faltantes, para evitar que aparezcan grietas de borde
- Colocar señalización vertical y horizontal, para que tengan una visualización adecuada los beneficiarios y puedan circular de una manera segura por la vía.
- Utilizar los equipos de seguridad adecuados, antes de la ejecución de los diferentes tipos de ensayos, para evitar problemas técnicos o de salud
- Completar la evaluación estructural del pavimento con el uso de la viga Benkelman ya que es económico y es un ensayo de fácil y rápido procedimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

[1] P. Cayambe y J. Santillán, “Evaluación de pavimentos flexibles por el método Paver y propuesta de mantenimiento vial integral de la carretera Colta - Alausi de la provincia de Chimborazo”, pp. 14-15, Riobamba, 2015.

[2] S. Porta, “Evaluación y comparación de metodología índice de condición de pavimentos (PCI) y visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo ( VIZIR) en la avenida mariscal Castilla Tramo: Fundo El Porvenir- La Victoria, ppX, Huancayo Perú, 201.

[3] La Conservación Vial por Niveles de Servicio, Internet:  
[https://www.academia.edu/6288437/LA\\_CONSERVACION\\_VIAL\\_POR\\_NIVELES\\_DE\\_SERVICIO](https://www.academia.edu/6288437/LA_CONSERVACION_VIAL_POR_NIVELES_DE_SERVICIO)

[4] Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, Objetivo 7-7.8.d, pp 221-237

[5] C. Grau, “Evaluación de pavimento de la vía perimetral, tramo tercer puente-desvió Prosperina, en función de su serviabilidad y capacidad estructural para determinar el mantenimiento adecuado”, pp. 4, Guayaquil, 2014.

[6] J. Montoya, “Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la red vial N°5 Tramo Ancón- Huacho - Pativilca”, pp. 14, Perú, 2007.

[7] E. Rodríguez, Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla, pp 27-29, Universidad de Piura, Perú, 2009

[8] Conservación Vial de Carreteras, Internet:  
<https://www.uv.mx/mvt/files/2013/08/conservacion-de-carreteras.pdf>. [2013]

[9] J. Cárdenas, Diseño Geométrico de Carreteras, ECOE Ediciones, Segunda edición Colombia, 2013.

[10] A. Reyes, Levantamiento Topográfico de la Biblioteca y la Dirección General, Bogotá, 2017.

[11] Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.

[12] E. Tobar, Implementación proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate- Píllaro en el tramo Km 15+320 al 19+ 1500 de la provincia de Tungurahua, del , pp 09-10, Universidad de Técnica de Ambato, 2019

[13] F. Moreira, Apuntes Pavimentos, Octavo Semestre, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato

[14] ASTM 1833-03, Estándares del Método de determinación del CBR

[15] L. Vásquez, “Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras”, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, febrero 2002.

[16] A. Palacios y M. De la Cruz, “Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI”, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Manizales, Lima-Perú, 2015.

[17] Tesis “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante análisis deflectométrico”

## **ANEXOS**

### **Contiene:**

- A. Conteo Vehicular
- B. Tablas SUCS – AASTHO – MTOP 2002
- C. Estudio de suelos
- D. Manual de daños en vías.
- E. Nomogramas para determinar el PCI
- F. Nomograma para determinar el valor deducido corregido (CDV)
- G. Tablas de Evaluación Método PCI
- H. Criterios de Evaluación Superficial Viga Bekelman
- I. Archivo Fotográfico
- J. Planos (Puntos Coordenadas, Abscisado Vía)

## A. Conteo Vehicular

**Tabla 68. Conteo Vehicular - Día Uno**

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS N° EJES	SUB TOTAL	TOTAL		
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES				> TRES EJES	
								LIVIANOS	PESADOS						
07H00	07H15	19	20	3				2	1			45	175		
07H15	07H30	20	23		1			1				45		175	
07H30	07H45	23	19									42			178
07H45	08H00	18	21	1		1		2				43			
08H00	08H15	26	22					3	3			54	165		
08H15	08H30	19	21		1							41		210	
08H30	08H45	17	17	2								36			176
08H45	09H00	22	19	2				1				44			
09H00	09H15	19	18					2	4			43	165		
09H15	09H30	24	19		1				1			45		178	
09H30	09H45	23	24	1					1			49			168
09H45	10H00	20	20					1				41			
10H00	10H15	21	20						2			43	210		
10H15	10H30	19	24	1								44		176	
10H30	10H45	15	21	1					1			38			191
10H45	11H00	18	20		2			2	1			43			
11H00	11H15	18	23						2			43	210		
11H15	11H30	23	19		1			1				44		176	
11H30	11H45	20	17	2								39			191
11H45	12H00	19	20									39			
12H00	12H15	21	24		1				1			47	178		
12H15	12H30	24	28	3				2	2			59		161	
12H30	12H45	23	25	2				1				51			182
12H45	13H00	22	24	1	2			2	2			53			
13H00	13H15	19	20	1				1	1			42	161		
13H15	13H30	18	24			1		3	1			47		161	
13H30	13H45	18	23									41			161
13H45	14H00	20	24	2								46			
14H00	14H15	23	26	2	1			1	2			55	161		
14H15	14H30	22	24					3	1			50		161	
14H30	14H45	19	21		2			1	4			47			161
14H45	15H00	18	20		1							39			
15H00	15H15	20	22					2				44	161		
15H15	15H30	17	24					1	1			43		161	
15H30	15H45	13	19	1	1			2	2			38			161
15H45	16H00	18	20					1	1			40			
16H00	16H15	20	19	2					1			42	161		
16H15	16H30	24	22		1			2				49		161	
16H30	16H45	22	21					1				44			161
16H45	17H00	20	23									43			
17H00	17H15	16	15	2	1			1				35	161		
17H15	17H30	19	19									38		161	
17H30	17H45	20	20					1	3			44			161
17H45	18H00	21	21					2				44			
18H00	18H15	23	24	3				1				51	161		
18H15	18H30	20	20			2			2			44		161	
18H30	18H45	24	21		1							46			161
18H45	19H00	18	20	1				1	1			41			
<b>TOTAL</b>											<b>2124</b>				

Tabla 69. Conteo Vehicular - Día Dos

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL		
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES					
								LIVIANOS	PESADOS							
07H00	07H15	18	15		1								34	161		
07H15	07H30	19	21					1					41		161	
07H30	07H45	20	20	1		2							43			161
07H45	08H00	21	19					2	1				43			
08H00	08H15	20	20	2	1				1	1			45	172		
08H15	08H30	19	23					1					43		172	
08H30	08H45	21	22	1	1								45			172
08H45	09H00	18	20					1					39			
09H00	09H15	20	21					1					42	168		
09H15	09H30	22	19	1	1				1				44		168	
09H30	09H45	17	19					2					38			168
09H45	10H00	21	20		2	1							44			
10H00	10H15	20	24	2									46	175		
10H15	10H30	18	23					1					42		175	
10H30	10H45	23	25	1					1				50			175
10H45	11H00	16	20					1					37			
11H00	11H15	19	21		1			2	2				45	165		
11H15	11H30	20	15	1									37		165	
11H30	11H45	23	17										40			165
11H45	12H00	22	20		1								43			
12H00	12H15	19	19						1				39	164		
12H15	12H30	18	20					1					39		164	
12H30	12H45	16	21			1		1	2				41			164
12H45	13H00	20	20	3				2					45			
13H00	13H15	21	23					1					45	159		
13H15	13H30	20	20										40		159	
13H30	13H45	16	19						1				36			159
13H45	14H00	20	17					1					38			
14H00	14H15	21	21		1			1	1				45	166		
14H15	14H30	19	20	2					2				43		166	
14H30	14H45	16	20										36			166
14H45	15H00	18	24										42			
15H00	15H15	19	23	1	2			2					47	169		
15H15	15H30	20	19			2		1					42		169	
15H30	15H45	23	16										39			169
15H45	16H00	19	18		1			1	2				41			
16H00	16H15	20	20										40	159		
16H15	16H30	18	24					2					44		159	
16H30	16H45	17	19					1					37			159
16H45	17H00	20	17		1								38			
17H00	17H15	19	20					1					40	156		
17H15	17H30	16	16		1	1		3					37		156	
17H30	17H45	15	23					1	1				40			156
17H45	18H00	21	18										39			
18H00	18H15	21	19	1				1					42	163		
18H15	18H30	24	20										44		163	
18H30	18H45	18	16										34			163
18H45	19H00	17	21	3	1			1					43			
TOTAL													1977			

Tabla 70. Conteo Vehicular - Día Tres

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	17	21	3				2	1				44	175
07H15	07H30	21	19		1								41	
07H30	07H45	20	25			1							46	
07H45	08H00	21	20	1				2					44	
08H00	08H15	18	17					3	3				41	156
08H15	08H30	14	22		1			2					39	
08H30	08H45	15	16	2				1					34	
08H45	09H00	19	19	2				1		1			42	
09H00	09H15	16	21		1			2	4				44	154
09H15	09H30	14	17					1	1				33	
09H30	09H45	19	20	1					1				41	
09H45	10H00	20	15					1					36	
10H00	10H15	15	16		2				2				35	137
10H15	10H30	17	12	1									30	
10H30	10H45	19	14	1					1				35	
10H45	11H00	14	19		1			2	1				37	
11H00	11H15	15	22					3	2				42	150
11H15	11H30	13	23					1					37	
11H30	11H45	18	19	2				1					40	
11H45	12H00	14	16			1							31	
12H00	12H15	19	22		1				1				43	174
12H15	12H30	20	21	3				2	2				48	
12H30	12H45	21	20	2	1			1					45	
12H45	13H00	15	18	1				2	2				38	
13H00	13H15	21	18	1	2			1	1				44	152
13H15	13H30	15	20						1				36	
13H30	13H45	16	17										33	
13H45	14H00	19	18	2									39	
14H00	14H15	16	23	2				1	2				44	165
14H15	14H30	19	21					2	1				43	
14H30	14H45	20	20		1			1	4				46	
14H45	15H00	13	19										32	
15H00	15H15	16	15					2					33	165
15H15	15H30	19	23						1				43	
15H30	15H45	21	18	1	1				2				43	
15H45	16H00	23	21					1	1				46	
16H00	16H15	18	21	2		2			1				44	143
16H15	16H30	14	19					2					35	
16H30	16H45	12	17					1					30	
16H45	17H00	19	14		1								34	
17H00	17H15	14	17	2				1		1			35	160
17H15	17H30	20	18			1							39	
17H30	17H45	24	19					1	3				47	
17H45	18H00	16	21		1			1					39	
18H00	18H15	17	24	3				1					45	164
18H15	18H30	19	20						2				41	
18H30	18H45	20	21										41	
18H45	19H00	17	18	1					1				37	
<b>TOTAL</b>													<b>1895</b>	

Tabla 71. Conteo Vehicular - Día Cuatro

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	25	25	3	1			1	1				56	208
07H15	07H30	23	24										47	
07H30	07H45	26	26			1							53	
07H45	08H00	27	23	1				1					52	
08H00	08H15	29	18		1				3				51	209
08H15	08H30	26	23										49	
08H30	08H45	30	21	2	2			1					56	
08H45	09H00	29	19	2		2		1					53	
09H00	09H15	26	17		1			2	4				50	191
09H15	09H30	23	19						1				43	
09H30	09H45	25	23	1				3	1				53	
09H45	10H00	24	20					1					45	
10H00	10H15	20	19						2				41	200
10H15	10H30	24	28	1									53	
10H30	10H45	23	25	1	1	1			1				52	
10H45	11H00	28	24					1	1				54	
11H00	11H15	24	23		1			2	2				52	207
11H15	11H30	21	24										45	
11H30	11H45	25	28	2				1					56	
11H45	12H00	29	24			1							54	
12H00	12H15	21	28						1				50	205
12H15	12H30	23	24	3	2			2	2				56	
12H30	12H45	20	25	2									47	
12H45	13H00	26	21	1	1			1	2				52	
13H00	13H15	23	23	1				1	1				49	216
13H15	13H30	29	27			1			1				58	
13H30	13H45	24	29		1								54	
13H45	14H00	25	28	2									55	
14H00	14H15	19	20	2				1	2				44	176
14H15	14H30	20	19						1				40	
14H30	14H45	21	22		2	2		1	4				52	
14H45	15H00	18	21			1							40	
15H00	15H15	20	16										36	182
15H15	15H30	23	18		1			1	1				44	
15H30	15H45	21	23	1		3			2				50	
15H45	16H00	29	20		1			1	1				52	
16H00	16H15	25	20	2					1				48	198
16H15	16H30	26	21			1		2					50	
16H30	16H45	22	25					1					48	
16H45	17H00	24	28										52	
17H00	17H15	26	27	2				1		1			57	220
17H15	17H30	25	29			1							55	
17H30	17H45	23	26					1	3				53	
17H45	18H00	25	30										55	
18H00	18H15	26	29	3				2					60	198
18H15	18H30	24	23			2			2				51	
18H30	18H45	21	28					1					50	
18H45	19H00	18	14	1	1	1			1	1			37	
<b>TOTAL</b>													<b>2410</b>	



Tabla 72. Conteo Vehicular - Día Cinco

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	24	19	3				2	1				49	173
07H15	07H30	19	20		1								40	
07H30	07H45	13	21			1		3					38	
07H45	08H00	22	23	1									46	167
08H00	08H15	19	27					1	2				49	
08H15	08H30	18	19		1								38	
08H30	08H45	17	20	2									39	158
08H45	09H00	21	17	2				1					41	
09H00	09H15	22	15					2	1				40	
09H15	09H30	18	18						1				37	163
09H30	09H45	20	21	1		1			2				45	
09H45	10H00	14	20		1			1					36	
10H00	10H15	15	21						2				38	166
10H15	10H30	16	23	1									40	
10H30	10H45	20	20	1	2				1				44	
10H45	11H00	21	17					2	1				41	172
11H00	11H15	25	16					3	2				46	
11H15	11H30	20	18										38	
11H30	11H45	19	20	2	1			1					43	164
11H45	12H00	18	21										39	
12H00	12H15	18	22						1				41	
12H15	12H30	16	24	3				2	2				47	183
12H30	12H45	20	19	2	2	2		1					46	
12H45	13H00	14	21	1					2				38	
13H00	13H15	25	16	1				1	1				44	174
13H15	13H30	19	17						1				37	
13H30	13H45	24	19										43	
13H45	14H00	17	21	2									40	178
14H00	14H15	14	24	2	2			1	2				45	
14H15	14H30	21	19						1				41	
14H30	14H45	19	23		1			1	4				48	205
14H45	15H00	23	26										49	
15H00	15H15	19	23		1								43	
15H15	15H30	20	28					1	1				50	178
15H30	15H45	18	24	1		1			2				46	
15H45	16H00	14	19					1	1				35	
16H00	16H15	19	20	2					1				42	205
16H15	16H30	21	23					2					46	
16H30	16H45	20	27					1					48	
16H45	17H00	18	24										42	174
17H00	17H15	28	24	2				1		1			56	
17H15	17H30	24	31		1								56	
17H30	17H45	19	28			1			3				51	174
17H45	18H00	20	22										42	
18H00	18H15	18	23	3				1					45	
18H15	18H30	21	18		1				2				42	2077
18H30	18H45	24	19					1					44	
18H45	19H00	17	21	1		3			1				43	
<b>TOTAL</b>													<b>2077</b>	

Tabla 73. Conteo Vehicular - Día Seis

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL	
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES				
								LIVIANOS	PESADOS						
07H00	07H15	14	9	3	1				1					28	108
07H15	07H30	12	15					1						28	
07H30	07H45	11	11											22	
07H45	08H00	16	9	1		2		2						30	110
08H00	08H15	17	11		1				3					32	
08H15	08H30	18	12					2						32	
08H30	08H45	11	8	2										21	106
08H45	09H00	9	14	2										25	
09H00	09H15	15	9					2	4					30	
09H15	09H30	12	13						1					26	114
09H30	09H45	13	12	1	1				1					28	
09H45	10H00	7	14					1						22	
10H00	10H15	14	16						2					32	100
10H15	10H30	16	9	1										26	
10H30	10H45	15	12	1					1					29	
10H45	11H00	12	11		1			2	1					27	106
11H00	11H15	14	9					3	2					28	
11H15	11H30	13	13		1			1						28	
11H30	11H45	10	10	2		1		1						24	110
11H45	12H00	8	12											20	
12H00	12H15	14	13						1					28	
12H15	12H30	11	11	3				2	2					29	116
12H30	12H45	9	11	2				1						23	
12H45	13H00	13	10	1					2					26	
13H00	13H15	13	8	1	1			1	1					25	105
13H15	13H30	11	9						1					21	
13H30	13H45	16	13		1									30	
13H45	14H00	19	10	2	1			2						34	87
14H00	14H15	11	15	2				1	2					31	
14H15	14H30	10	14			1		3	1					29	
14H30	14H45	9	12					1	4					26	103
14H45	15H00	17	13											30	
15H00	15H15	14	15					2						31	
15H15	15H30	8	10						1					19	101
15H30	15H45	12	12	1				2	2					29	
15H45	16H00	15	7		1	1		1	1					26	
16H00	16H15	11	9	2	2				1					25	103
16H15	16H30	8	11											19	
16H30	16H45	9	8		1			1						19	
16H45	17H00	12	11		1									24	101
17H00	17H15	14	10	2				1						27	
17H15	17H30	11	12		2									25	
17H30	17H45	9	9					1	3					22	101
17H45	18H00	16	11		1	1								29	
18H00	18H15	12	10	3	1			1						27	
18H15	18H30	11	15			2			2					30	101
18H30	18H45	10	11					1						22	
18H45	19H00	9	10	1				1	1					22	
<b>TOTAL</b>													<b>1266</b>		

Tabla 74. Conteo Vehicular - Día Siete

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL	
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES				> TRES EJES
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	24	22	3				2	1			52	213	
07H15	07H30	21	30		1	2		1				55		
07H30	07H45	26	27									53		
07H45	08H00	22	28	1				2				53		
08H00	08H15	20	27					1	3			51	203	
08H15	08H30	25	29		1							55		
08H30	08H45	19	24	2	2			1				48		
08H45	09H00	20	25	2		1		1				49		
09H00	09H15	21	24		1			2	4			52	210	
09H15	09H30	18	29						1			48		
09H30	09H45	33	30	1	1	1		3	1			70		
09H45	10H00	18	21					1				40		
10H00	10H15	24	27						2			53	208	
10H15	10H30	28	20	1	1							50		
10H30	10H45	27	23	1					1			52		
10H45	11H00	24	24		2			2	1			53		
11H00	11H15	26	27		1				2			56	206	
11H15	11H30	23	20					1				44		
11H30	11H45	31	24	2	1			1				59		
11H45	12H00	24	22							1		47		
12H00	12H15	28	22						1			51	241	
12H15	12H30	30	31	3				2	2			68		
12H30	12H45	27	27	2	1	2		1				60		
12H45	13H00	29	28	1				2	2			62		
13H00	13H15	25	22	1	1			1	1			51	197	
13H15	13H30	26	20						1			47		
13H30	13H45	21	21		1			1				44		
13H45	14H00	28	23	2				2				55		
14H00	14H15	25	28	2	1			1	2			59	216	
14H15	14H30	24	24					3	1			52		
14H30	14H45	27	20					1	4			52		
14H45	15H00	31	21		1							53		
15H00	15H15	30	23					2				55	217	
15H15	15H30	27	24		1			1	1			54		
15H30	15H45	29	24	1					2			56		
15H45	16H00	24	26					1	1			52		
16H00	16H15	26	27	2					1			56	206	
16H15	16H30	25	28		1			2				56		
16H30	16H45	27	25					1				53		
16H45	17H00	21	20									41		
17H00	17H15	21	20	2				1		1		45	198	
17H15	17H30	26	21									47		
17H30	17H45	27	24					1	3			55		
17H45	18H00	26	23					2				51		
18H00	18H15	25	25	3				1				54	193	
18H15	18H30	24	19			1		3	2			49		
18H30	18H45	23	21									44		
18H45	19H00	22	20	1	1			1	1			46		
<b>TOTAL</b>												<b>2508</b>		

B. Tablas SUCS – AASTHO – MTOP 2002

Granulometrías para las capas que conforman la estructura del pavimento

**Tabla 75. Granulometría para las superficies de rodadura**

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	A	B	C	D	E
2" (50.8 mm)	100				
1 1/2" (38.10 mm)	80 - 100				
1" (25.4 mm.)	60 - 80	100	100	100	100
3/8" (9.5 mm.)	--	50 - 85	60 - 100	--	--
Nº 4 (4.75 mm.)	45 - 65	35 - 70	45 - 85	--	--
Nº 10 (2.00 mm.)	--	25 - 50	30 - 65	40 - 100	55 - 100
Nº 40 (0.425 mm.)	--	12 - 30	15 - 40	20 - 50	30 - 70
Nº 200 (0.075 mm.)	5 - 15	4 - 12	5 - 15	6 - 20	8 - 25

Fuente: MTOP 2002, Sección 401-1.1

**Tabla 76. Granulometría para las Sub-Bases**

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	--
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

Fuente: MTOP 2002, Sección 403-1.1

**Tabla 77. Granulometría para las Bases: clase 1**

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" (38,1mm.)	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
Nº 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Fuente: MTOP 2002, Sección 404-1.1

**Tabla 78. Granulometría para las Bases: clase 2**

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
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

Fuente: MTOP 2002, Sección 404-1.2

**Tabla 79. Granulometría para las Bases: clase 3**

<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
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

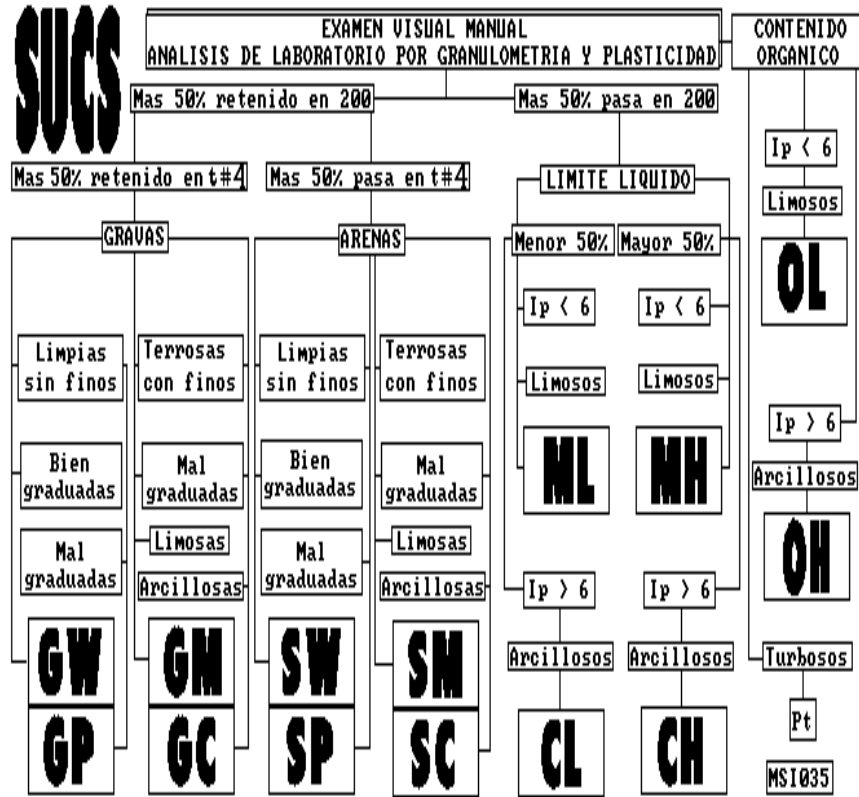
Fuente: MTOP 2002, Sección 404-1.3

**Tabla 80. Granulometría para las Bases: clase 4**

<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

Fuente: MTOP 2002, Sección 404-1.4

**Gráfico 8. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS**

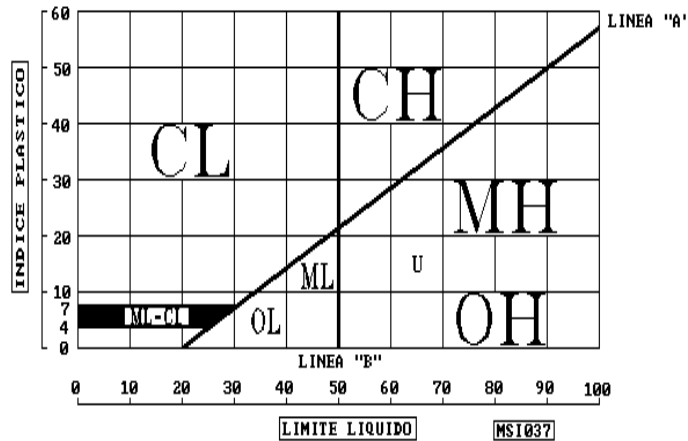


Fuente: F. Moreira, Apuntes Pavimentos, Octavo Semestre

**Gráfico 9. Carta de Plasticidad del SUCS**

# CARTA DE PLASTICIDAD DEL SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS



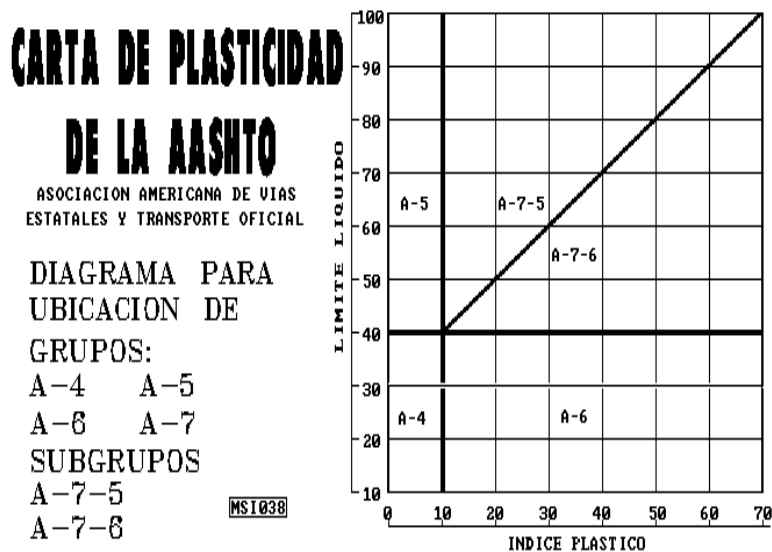
Fuente: F. Moreira, Apuntes Pavimentos, Octavo Semestre

Gráfico 10. Americana de vias estatales y transporte oficial AASHTO

AASHTO	CLASIFICACION EN GRUPOS Y SUBGRUPOS DE SUELOS DE LA AASHTO, BPR Y HRB												
	MATERIALES GRANULARES Mas 35% retenido t 200						MATERIALES LAMINARES Mas 35% pasa t 200						
GRUPOS	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7		A-8
SUBGRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6	
% PASA TAMIZ													
Num 10	50max												
Num 40	30max	50max					51mi						
Num 200	15max	25max	35max	35max	35max	35max	10ma	36mi	36mi	36mi	36min	36min	
PLASTICIDAD													
LIMITE LIQUID			40max	41min	40max	41min	NP	40ma	41mi	40ma	41min	41min	
INDICE PLAST	6max	6max	10max	10max	11min	11min		10ma	10ma		11min	11min	
INDICE GRUPO	0	0	0	0	4max	4max	0	8ma	12ma	11mi 16ma	20 máximo		
TIPOS DE MATERIAL	Fragmentos de piedra, grava y arena		Gravas y Arenas limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos			TURBA
TERRENO DE FUNDACION	Excelente a Bueno		Excelente a Bueno		Regular		Excelente a Bueno	De regular a malo					Pesimo inacept
Rep gráfica	[checkered]		[checkered]		[checkered]		[checkered]	[wavy]					[checkered]

Fuente: F. Moreira, Apuntes Pavimentos, Octavo Semestre

Gráfico 11. Carta de Plasticidad AASHTO



Fuente: F. Moreira, Apuntes Pavimentos, Octavo Semestre



C. Estudio de suelos

**Tabla 81. Análisis Granulométrico Base – Calicata 2**

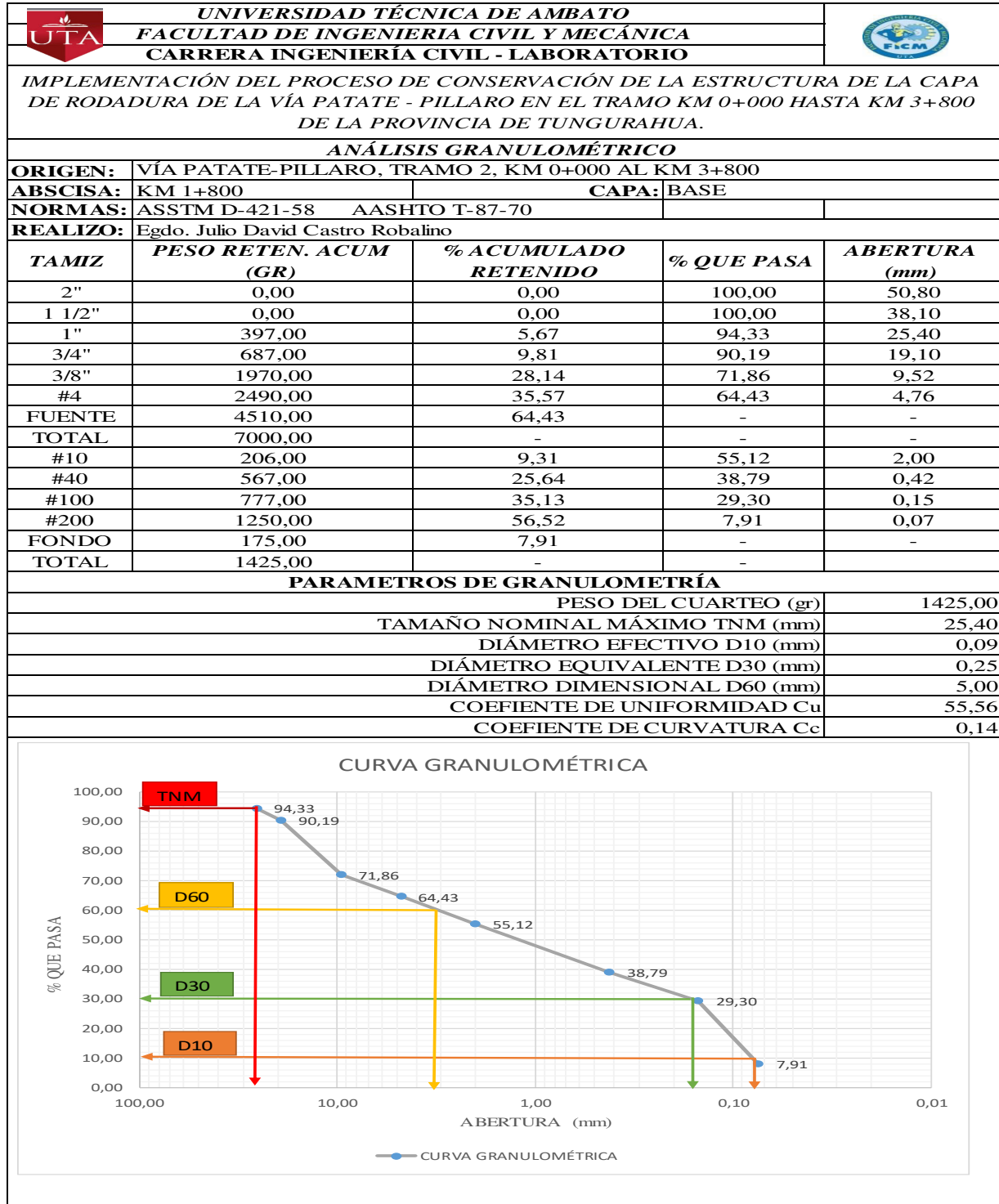


Tabla 82. Análisis Granulométrico Base – Calicata 3



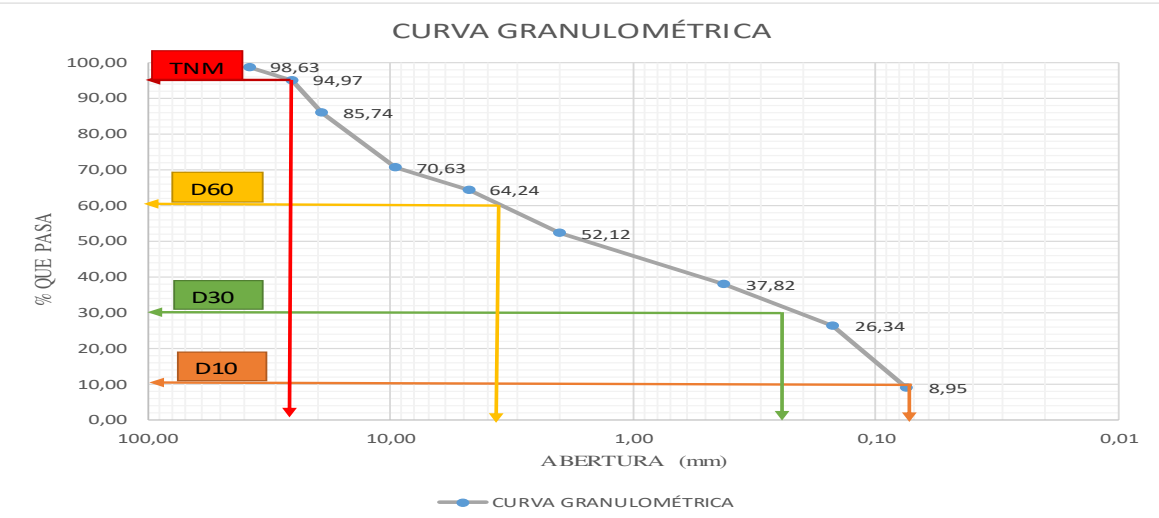
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>				
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 3, KM 0+000 AL KM 3+800			
<b>ABSCISA:</b>	KM 2+800	<b>CAPA:</b> BASE		
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-58	AASHTO T-87-70		
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			
<b>TAMIZ</b>	<b>PESO RETEN. ACUM (GR)</b>	<b>% ACUMULADO RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
2"	0,00	0,00	100,00	50,80
1 1/2"	96,00	1,37	98,63	38,10
1"	352,00	5,03	94,97	25,40
3/4"	998,00	14,26	85,74	19,10
3/8"	2056,00	29,37	70,63	9,52
#4	2503,00	35,76	64,24	4,76
FUENTE	4497,00	64,24	-	-
TOTAL	7000,00	-	-	-
#10	306,00	12,12	52,12	2,00
#40	667,00	26,42	37,82	0,42
#100	957,00	37,90	26,34	0,15
#200	1396,00	55,29	8,95	0,07
FONDO	226,00	8,95	-	-
TOTAL	1622,00	-	-	-
<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA</b>				
PESO DEL CUARTEO (gr)			1622,00	
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO TNM (mm)			25,40	
DIÁMETRO EFECTIVO D10 (mm)			0,08	
DIÁMETRO EQUIVALENTE D30 (mm)			0,45	
DIÁMETRO DIMENSIONAL D60 (mm)			5,50	
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu			68,75	
COEFICIENTE DE CURVATURA Cc			0,46	
				

Tabla 83. Análisis Granulométrico Base – Calicata 4



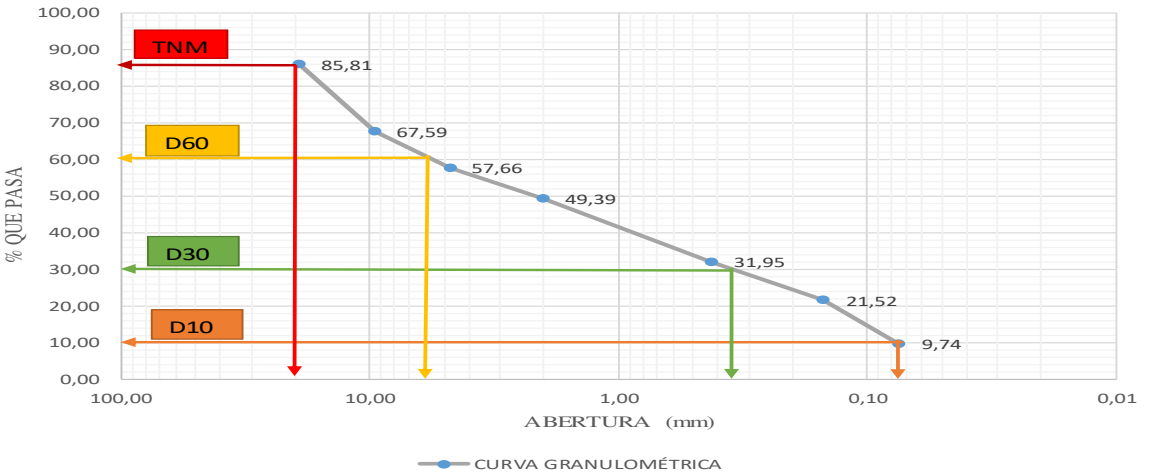


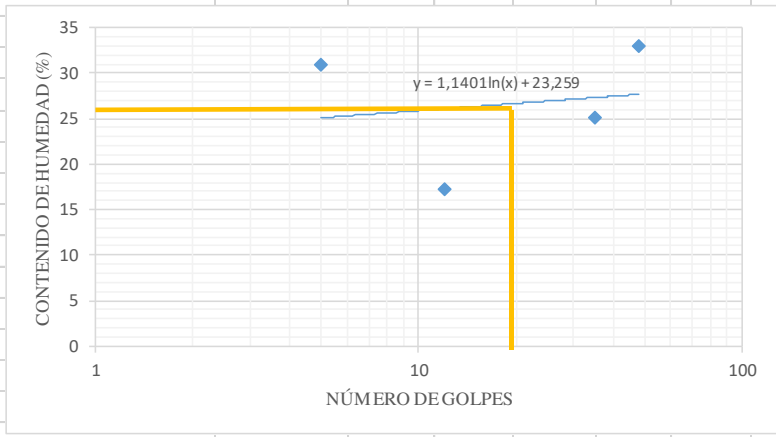


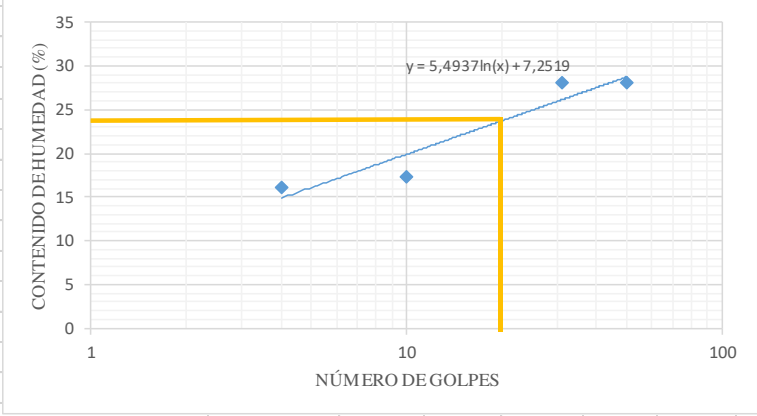
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>				
<p align="center"><i>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</i></p>				
<p align="center"><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b></p>				
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 4, KM 0+000 AL KM 3+800			
<b>ABSCISA:</b>	KM 3+800	<b>CAPA:</b>	BASE	
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-58	AASHTO T-87-70		
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			
<b>TAMIZ</b>	<b>PESO RETEN. ACUM (GR)</b>	<b>% ACUMULADO RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
2"	0,00	0,00	100,00	50,80
1 1/2"	352,00	5,03	94,97	38,10
1"	98,00	1,40	98,60	25,40
3/4"	993,00	14,19	85,81	19,10
3/8"	2269,00	32,41	67,59	9,52
#4	2964,00	42,34	57,66	4,76
<b>FUENTE</b>	4036,00	57,66	-	-
<b>TOTAL</b>	7000,00	-	-	-
#10	219,00	8,27	49,39	2,00
#40	681,00	25,71	31,95	0,42
#100	957,00	36,14	21,52	0,15
#200	1269,00	47,92	9,74	0,07
<b>FONDO</b>	258,00	9,74	-	-
<b>TOTAL</b>	1527,00	-	-	-
<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA</b>				
PESO DEL CUARTEO (gr)			1527,00	
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO TNM (mm)			38,10	
DIÁMETRO EFECTIVO D10 (mm)			0,09	
DIÁMETRO EQUIVALENTE D30 (mm)			0,60	
DIÁMETRO DIMENSIONAL D60 (mm)			8,00	
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu			88,89	
COEFICIENTE DE CURVATURA Cc			0,50	
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>				
				



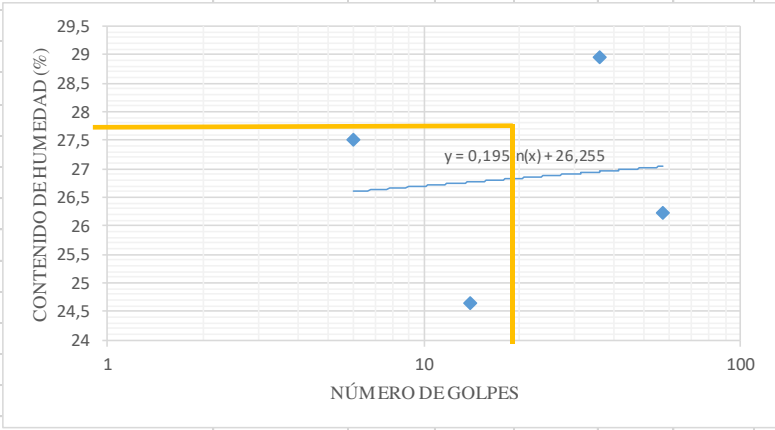
Tabla 84. Límites de Atterberg Base – Calicata 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>										
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>										
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 2, KM 0+000 AL KM 3+800									
<b>ABSCISA:</b>	KM 1+800					<b>CAPA</b>		<b>BASE</b>		
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-71 AASHTO T-90-70 INEN 691									
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino									
<b>Recipiente</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>26</b>		
Golpes	0 – 15		15 -30		30 – 45		45 – 60			
Número de Golpes	5		12		35		48			
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	36,50	28,90	31,98	43,87	28,01	38,60	28,30	38,96		
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)	30,44	24,66	28,54	39,85	24,60	33,20	25,10	30,58		
Peso Recipiente (gr) WR	11,00	10,80	11,50	11,40	11,40	11,00	11,10	11,20		
Peso del Agua (gr) WW	6,06	4,24	3,44	4,02	3,41	5,40	3,20	8,38		
Peso Muestra Seca (gr) WS	19,44	13,86	17,04	28,45	13,20	22,20	14,00	19,38		
Contenido de Humedad ( WW / WS) *100	31,17	30,59	20,19	14,13	25,83	24,32	22,86	43,24		
Promedio Contenido de Humedad %	30,88		17,16		25,08		33,05			
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>	<b>26,42</b>									
										
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>										
<b>Recipiente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>					
P. M. Húmeda + Recipiente	26,20	19,00	23,50	21,15	22,33					
P.M. Seca + Recipiente (Gr)	24,50	17,11	21,25	18,77	20,06					
Peso Recipiente (gr) WR	12,70	10,50	10,60	10,80	10,60					
Peso del Agua (gr) WW	1,70	1,89	2,25	2,38	2,27					
Peso Muestra Seca (gr) WS	11,00	8,61	8,35	8,42	8,33					
Contenido de Humedad ( WW / WS) *100%	15,45	21,95	26,95	28,27	27,25					
<b>Promedio Límite Plastico LP (%)</b>	<b>23,97</b>									
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>	<b>2,45</b>									



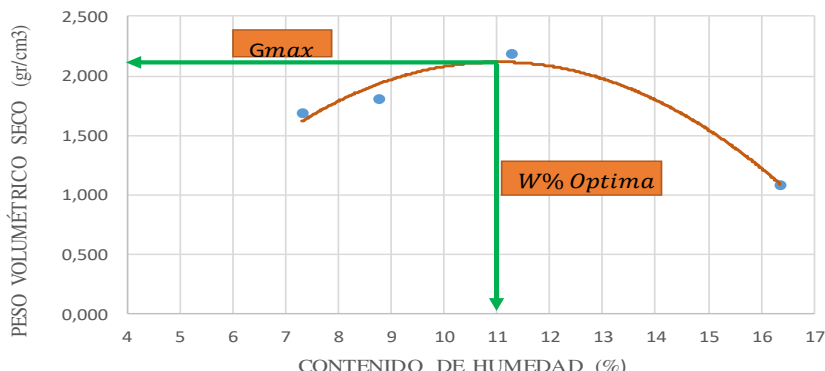
**Tabla 85. Límites de Atterberg Base – Calicata 3**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA				CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS							
										IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
										<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
<b>ORIGEN:</b>		VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 3, KM 0+000 AL KM 3+800															
<b>ABSCISA:</b>		KM 2+800				<b>CAPA</b>		<b>BASE</b>									
<b>NORMAS:</b>		ASSTM D-421-71		AASHTO T-90-70		INEN 691											
<b>REALIZO:</b>		Egdo. Julio David Castro Robalino															
<b>Recipiente</b>		<b>4</b>		<b>6</b>		<b>10</b>		<b>15</b>		<b>18</b>		<b>19</b>		<b>23</b>		<b>26</b>	
Golpes		0 – 15		15 -30		30 – 45		45 – 60									
Número de Golpes		4		10		31		50									
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		35,55		28,40		31,48		39,66		27,81		37,79		29,10		38,66	
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)		32,10		25,99		28,87		35,00		25,08		30,69		25,94		31,55	
Peso Recipiente (gr) WR		11,00		10,80		11,50		11,40		11,40		11,00		11,10		11,20	
Peso del Agua (gr) WW		3,45		2,41		2,61		4,66		2,73		7,10		3,16		7,11	
Peso Muestra Seca (gr) WS		21,10		15,19		17,37		23,60		13,68		19,69		14,84		20,35	
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100		16,35		15,87		15,03		19,75		19,96		36,06		21,29		34,94	
Promedio Contenido de Humedad %		16,11		17,39		28,01		28,12									
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>		<b>24,43</b>															
																	
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>																	
<b>Recipiente</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>							
P. M. Húmeda + Recipiente		26,10		18,69		23,44		20,99		21,56							
P.M. Seca + Recipiente (Gr)		24,50		17,80		21,15		18,92		19,00							
Peso Recipiente (gr) WR		12,70		10,50		10,60		10,80		10,60							
Peso del Agua (gr) WW		1,60		0,89		2,29		2,07		2,56							
Peso Muestra Seca (gr) WS		11,10		9,61		8,31		8,73		8,04							
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100%		14,41		9,26		27,56		23,71		31,84							
<b>Promedio Límite Plastico LP (%)</b>		<b>21,36</b>															
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>		<b>3,07</b>															



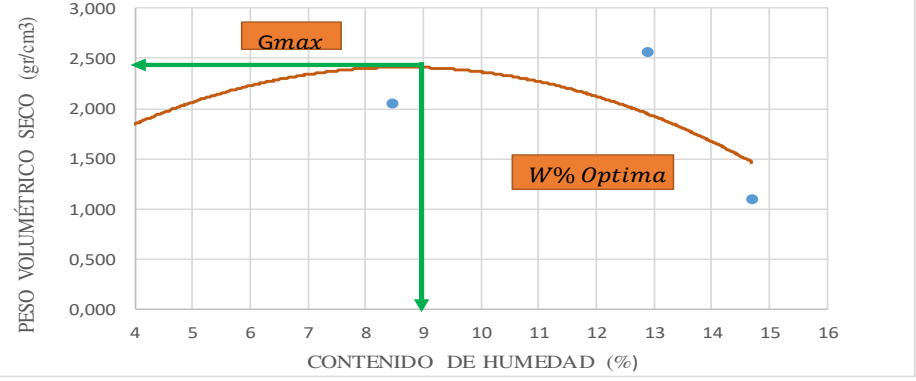
**Tabla 86. Límites de Atterberg Base – Calicata 4**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>										
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>										
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 4, KM 0+000 AL KM 3+800									
<b>ABSCISA:</b>	KM 3+800					<b>CAPA</b>	<b>BASE</b>			
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-71 AASHTO T-90-70 INEN 691									
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino									
<b>Recipiente</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	
Golpes		0 – 15		15 -30		30 – 45		45 – 60		
Número de Golpes		6		14		36		57		
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		34,68	27,96	31,58	38,63	26,76	37,22	28,74	37,43	
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)		28,67	24,98	26,99	34,15	24,77	29,33	25,44	31,46	
Peso Recipiente (gr) WR		11,00	10,80	11,50	11,40	11,40	11,00	11,10	11,20	
Peso del Agua (gr) WW		6,01	2,98	4,59	4,48	1,99	7,89	3,30	5,97	
Peso Muestra Seca (gr) WS		17,67	14,18	15,49	22,75	13,37	18,33	14,34	20,26	
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100		34,01	21,02	29,63	19,69	14,88	43,04	23,01	29,47	
Promedio Contenido de Humedad %		27,51		24,66		28,96		26,24		
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>		<b>26,88</b>								
										
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>										
<b>Recipiente</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>				
P. M. Húmeda + Recipiente		25,87	19,15	22,87	21,25	21,62				
P.M. Seca + Recipiente (Gr)		23,60	16,74	21,06	19,66	19,27				
Peso Recipiente (gr) WR		12,70	10,50	10,60	10,80	10,60				
Peso del Agua (gr) WW		2,27	2,41	1,81	1,59	2,35				
Peso Muestra Seca (gr) WS		10,43	8,09	8,79	9,21	8,25				
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100%		21,76	29,79	20,59	17,26	28,48				
<b>Promedio Límite Plastico LP (%)</b>		<b>23,58</b>								
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>		<b>3,30</b>								

**Tabla 87. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 2**



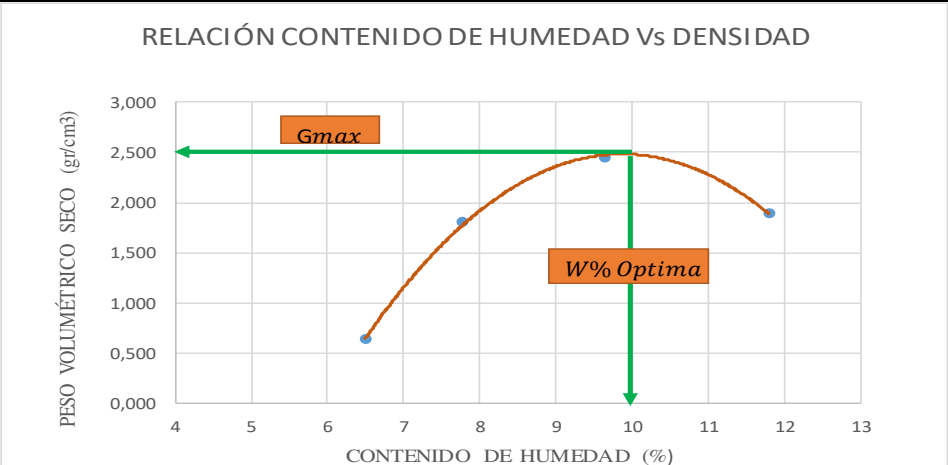
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>							
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
		<b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>							
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>									
<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>									
<b>ORIGEN:</b>	KM 1+800	<b>CAPA:</b>	BASE						
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019								
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180								
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>									
NÚMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAÍDA	18"	PESO DEL MOLDE	18470	gr			
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 lb	VOLUMEN MOLDE	2251,89	cm <sup>3</sup>			
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000	6000				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4					
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%	6,00%	9,00%	12,00%					
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	22550,00	22890,00	23950,00	21300,00					
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	4080,00	4420,00	5480,00	2830,00					
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	1,812	1,960	2,430	1,260					
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE NÚMERO	53	54	87	69	32	42	10	27	
PESO DEL RECIPIENTE WR	31,00	30,70	30,90	30,70	26,50	24,80	23,60	25,20	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	117,10	117,25	108,90	99,30	117,90	114,20	121,83	122,20	
REC + SUELO SECO WS+WM	109,70	112,95	101,65	94,65	108,91	104,89	108,20	108,39	
PESO SOLIDO WS	78,70	82,25	70,75	63,95	82,41	80,09	84,60	83,19	
PESO DEL AGUA WW	7,40	4,30	7,25	4,65	8,99	9,31	13,63	13,81	
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)*100	9,40	5,23	10,25	7,27	10,91	11,62	16,11	16,60	
V. CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %	7,32		8,76		11,27		16,36		
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	1,688		1,802		2,184		1,083		
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	2,200								
HUMEDAD ÓPTIMA	11,00%								
<b>DETERMINACIÓN GRAFICA DE LA DESIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
<p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD Vs DENSIDAD</p> 									

**Tabla 88. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 3**



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>								
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>								
		<b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>								
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>										
<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>										
<b>ORIGEN:</b>	KM 2+800			<b>CAPA:</b>	BASE					
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019									
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino									
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180									
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>										
NÚMERO DE GOLPES	56			ALTURA DE CAÍDA	18"		PESO DEL MOLDE	18470		gr
NÚMERO DE CAPAS	5			PESO DEL MARTILLO	10 lb		VOLUMEN MOLDE	2251,89		cm <sup>3</sup>
PESO INICIAL DESEADO	6000			6000			6000		6000	
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>										
ENSAYO NÚMERO	1		2		3		4			
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%		6,00%		9,00%		12,00%			
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	23000,00		23500,00		25000,00		21300,00			
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	4530,00		5030,00		6530,00		2830,00			
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	2,012		2,230		2,900		1,260			
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>										
RECIPIENTE NÚMERO	53	54	87	69	32	42	10	27		
PESO DEL RECIPIENTE WR	31,00	30,70	30,90	30,70	26,50	24,80	23,60	25,20		
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	112,10	116,35	109,96	100,30	115,98	113,20	121,83	126,27		
REC + SUELO SECO WS+WM	108,70	113,45	102,85	95,73	106,91	101,99	111,20	111,39		
PESO SOLIDO WS	77,70	82,75	71,95	65,03	80,41	77,19	87,60	86,19		
PESO DEL AGUA WW	3,40	2,90	7,11	4,57	9,07	11,21	10,63	14,88		
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)*100	4,38	3,50	9,88	7,03	11,28	14,52	12,13	17,26		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %	3,94		8,45		12,90		14,70			
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	1,936		2,056		2,569		1,099			
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	2,450									
HUMEDAD OPTIMA	9,00%									
<b>DETERMINACIÓN GRAFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>										
<p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD Vs DENSIDAD</p> 										



**Tabla 89. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Base - Calicata 4**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>									
		<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>									
		<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>									
<b>ORIGEN:</b>	KM 3+800	<b>CAPA:</b>	BASE								
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019										
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino										
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180										
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>											
NÚMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAÍDA	18"	PESO DEL MOLDE	18470	gr					
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 lb	VOLUMEN MOLDE	2251,89	cm <sup>3</sup>					
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000	6000						
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>											
ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4							
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%	6,00%	9,00%	12,00%							
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	20000,00	22850,00	23250,00	24500,00							
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	1530,00	4380,00	4780,00	6030,00							
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	0,679	1,950	2,120	2,680							
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>											
RECIPIENTE NÚMERO	53	54	87	69	32	42	10	27			
PESO DEL RECIPIENTE WR	31,00	30,70	30,90	30,70	26,50	24,80	23,60	25,20			
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	102,10	112,39	110,31	102,54	116,47	112,08	120,69	130,02			
REC + SUELO SECO WS+WM	98,61	106,45	103,55	98,33	107,88	102,01	112,83	120,09			
PESO SOLIDO WS	67,61	75,75	72,65	67,63	81,38	77,21	89,23	94,89			
PESO DEL AGUA WW	3,49	5,94	6,76	4,21	8,59	10,07	7,86	9,93			
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)*100	5,16	7,84	9,30	6,23	10,56	13,04	8,81	10,46			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W%	6,50		7,76		11,80		9,64				
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	0,638		1,809		1,896		2,444				
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	2,500										
HUMEDAD ÓPTIMA	10,00%										
<b>DETERMINACIÓN GRAFICA DE LA DESIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>											
											


**Tabla 90. Determinación del CBR Base - Calicata 2**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>									
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
<b>ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 2, KM 0+000 AL KM 3+800								
<b>ABSCISA:</b>	KM 1+800	<b>CAPA:</b>	BASE						
<b>NORMAS:</b>	AASHTO T-99      ASTM D-1883-73								
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>									
<b>DATOS</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>56 GOLPES</b>	<b>27 GOLPES</b>	<b>11 GOLPES</b>				
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	18750,00	21500,00	19950,00				
PESO DEL MOLDE		gr	14100,00	14807,00	15500,00				
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	4650,00	6693,00	4450,00				
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE</b>									
DIÁMETRO		cm	15,14	15,14	15,14				
ALTURA		cm	12,10	12,10	12,10				
VOLUMEN DE MASA		cm <sup>3</sup>	2178,28	2178,28	2178,28				
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
<b>RECIPIENTE NÚMERO</b>			<b>76</b>	<b>61</b>	<b>49</b>	<b>26</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	30,60	11,40	31,20	24,10	25,00	11,10	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	98,56	43,40	162,59	177,90	113,15	57,90	
REC + SUELO SECO WS+WM		gr	88,30	37,20	108,60	131,60	95,36	48,60	
PESO SOLIDO WS		gr	57,70	25,80	77,40	107,50	70,36	37,50	
PESO DEL AGUA WW		gr	10,26	6,20	53,99	46,30	17,79	9,30	
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)*100		%	17,78	24,03	69,75	43,07	25,28	24,80	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W%		%	20,91		56,41		25,04		
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,135		3,073		2,043		
DENSIDAD MÁXIMA Gmax		(gr/cm <sup>3</sup> )	1,77		1,96		1,63		
<b>DETERMINACIÓN DEL CBR</b>									
<b>Número de Golpes</b>	<b>56</b>			<b>27</b>			<b>11</b>		
<b>Penetración (plg-3)</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000	
25	215	83,264		298	72,245		321	94,734	
50	436	147,178		385	94,659		459	149,667	
75	897	197,061		463	150,100		563	160,920	
100	1178	287,467	28,75	571	221,786	22,18	874	281,572	28,16
150	1369	448,135		665	271,957		932	335,848	
200	1874	602,779	60,278	798	386,349	38,635	1006	408,856	40,886
250	1969	813,058		801	486,673		1264	536,773	
300	2697	991,833		984	606,475		1579	670,858	
400	3569	1386,189		1256	735,907		1697	783,626	
500	4268	1461,825		1789	993,581		2471	867,378	

Gmax gr/cm <sup>3</sup>	1,96
95% Gmax gr/cm <sup>3</sup>	1,86
<b>CBR</b>	<b>24,80%</b>

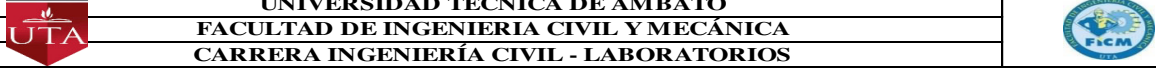
Tabla 91. Determinación del CBR Base - Calicata 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS						
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION</b>										
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 3, KM 0+000 AL KM 3+800									
<b>ABSCISA:</b>	KM 2+800			<b>CAPA:</b> BASE						
<b>NORMAS:</b>	AASHTO T-99      ASTM D-1883-73									
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino									
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>										
<b>DATOS</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>56 GOLPES</b>		<b>27 GOLPES</b>		<b>11 GOLPES</b>			
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	19900,00		21850,00		20750,00			
PESO DEL MOLDE		gr	14100,00		14807,00		15500,00			
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	5800,00		7043,00		5250,00			
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE</b>										
DIÁMETRO		cm	15,14		15,14		15,14			
ALTURA		cm	12,10		12,10		12,10			
VOLUMEN DE MASA		cm <sup>3</sup>	2178,28		2178,28		2178,28			
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>										
<b>RECIPIENTE NÚMERO</b>			<b>76</b>	<b>61</b>	<b>49</b>	<b>26</b>	<b>33</b>	<b>14</b>		
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	30,60	11,40	31,20	24,10	25,00	11,10		
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	101,23	49,65	110,54	86,45	110,50	53,20		
REC + SUELO SECO WS+WM		gr	93,45	31,25	62,54	69,54	85,60	35,96		
PESO SOLIDO WS		gr	62,85	19,85	31,34	45,44	60,60	24,86		
PESO DEL AGUA WW		gr	7,78	18,40	48,00	16,91	24,90	17,24		
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)*100		%	12,38	92,70	153,16	37,21	41,09	69,35		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W%		%	52,54		95,19		55,22			
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,663		3,233		2,410			
DENSIDAD MÁXIMA Gmax		(gr/cm <sup>3</sup> )	1,75		1,66		1,55			
<b>DETERMINACIÓN DEL CBR</b>										
<b>Número de Golpes</b>		<b>56</b>			<b>27</b>			<b>11</b>		
<b>Penetración (plg-3)</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>	
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000		
25	789	185,375		264	68,566		327	45,383		
50	1369	248,135		367	139,712		496	93,670		
75	1874	302,779		421	245,555		547	159,189		
100	2497	356,191	35,62	543	308,756	30,88	832	280,028	28,00	
150	3658	595,819		647	470,010		987	306,800		
200	4875	727,506	72,751	987	506,800	50,680	1697	483,626	48,363	
250	5789	826,407		2364	655,800		2457	565,863		
300	6789	934,613		5613	807,362		3244	651,021		
400	8967	1070,287		7895	954,289		4321	867,560		
500	9631	1542,136		8894	1262,387		4789	918,200		

<b>Gmax gr/cm<sup>3</sup></b>	1,75
<b>95% Gmax gr/cm<sup>3</sup></b>	1,66
<b>CBR</b>	31,50%



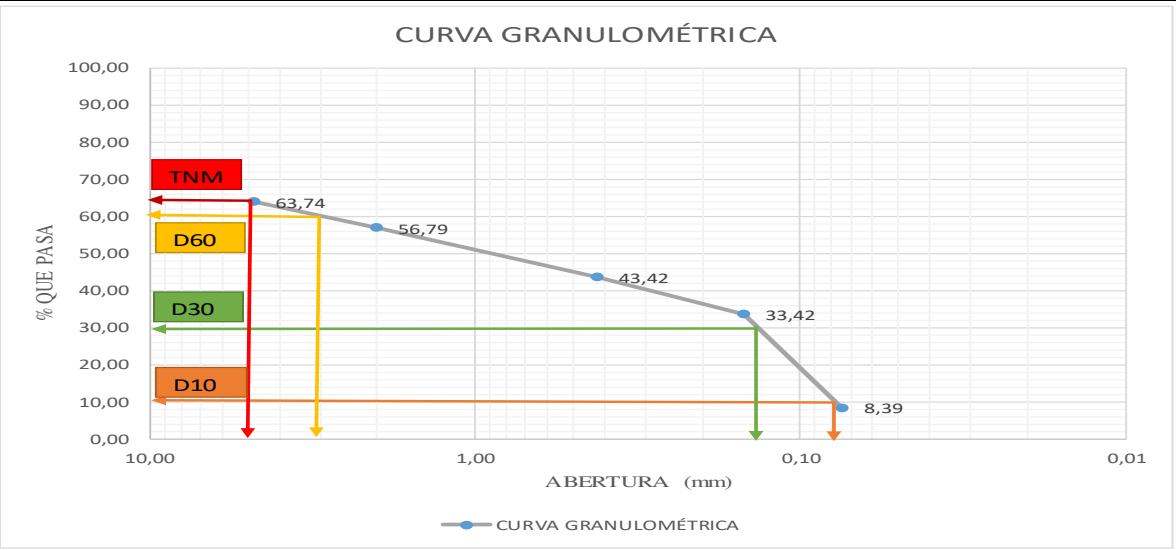
Tabla 92. Determinación del CBR Base - Calicata 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS									
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
<b>ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 4, KM 0+000 AL KM 3+800								
<b>ABSCISA:</b>	KM 3+800	<b>CAPA:</b>		BASE					
<b>NORMAS:</b>	AASHTO T-99 ASTM D-1883-73								
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>									
<b>DATOS</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>56 GOLPES</b>	<b>27 GOLPES</b>	<b>11 GOLPES</b>				
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	20500,00	22550,00	21850,00				
PESO DEL MOLDE		gr	14100,00	14807,00	15500,00				
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	6400,00	7743,00	6350,00				
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE</b>									
DIÁMETRO		cm	15,14	15,14	15,14				
ALTURA		cm	12,10	12,10	12,10				
VOLUMEN DE MASA		cm <sup>3</sup>	2178,28	2178,28	2178,28				
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
<b>RECIPIENTE NÚMERO</b>			<b>76</b>	<b>61</b>	<b>49</b>	<b>26</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	30,60	11,40	31,20	24,10	25,00	11,10	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	101,96	51,48	109,58	87,95	111,60	54,96	
REC + SUELO SECO WS+WM		gr	94,63	32,69	63,74	70,65	84,90	36,50	
PESO SOLIDO WS		gr	64,03	21,29	32,54	46,55	59,90	25,40	
PESO DEL AGUA WW		gr	7,33	18,79	45,84	17,30	26,70	18,46	
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)* 100		%	11,45	88,26	140,87	37,16	44,57	72,68	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %		%	49,85		89,02		58,63		
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,938		3,555		2,915		
DENSIDAD MÁXIMA Gmax		(gr/cm <sup>3</sup> )	1,96		1,88		1,84		
<b>DETERMINACIÓN DEL CBR</b>									
<b>Número de Golpes</b>	<b>56</b>			<b>27</b>			<b>11</b>		
<b>Penetración</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>
(plg-3)	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000	
25	836	90,461		245	82,511		317	94,301	
50	1248	135,042		369	139,928		486	152,588	
75	1895	205,051		421	245,555		578	262,543	
100	2458	265,971	26,60	589	323,734	32,37	869	324,031	32,40
150	3624	392,140		621	467,196		986	406,691	
200	4798	519,174	51,917	887	595,979	59,598	1748	589,145	58,914
250	5748	621,970		2147	632,319		2693	691,400	
300	7951	860,349		5478	792,755		3247	851,346	
400	8745	946,265		6457	898,689		4159	950,030	
500	9994	1081,414		8745	946,265		4863	1526,208	

Gmax gr/cm <sup>3</sup>	1,96
95% Gmax gr/cm <sup>3</sup>	1,86
CBR	32,00%

Tabla 93. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>				
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 1, KM 0+000 AL KM 3+800			
<b>ABSCISA:</b>	KM 0+800	<b>CAPA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN	
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-58 AASHTO T-87-70			
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			
TAMIZ	PESO RETEN. ACUM (GR)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0,00	0,00	100,00	50,80
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	38,10
1"	0,00	0,00	100,00	25,40
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,52
#4	2538,00	36,26	63,74	4,76
FUENTE	4462,00	63,74	-	-
TOTAL	7000,00	-	-	-
#10	155,00	6,95	56,79	2,00
#40	453,00	20,32	43,42	0,42
#100	676,00	30,32	33,42	0,15
#200	1234,00	55,35	8,39	0,07
FONDO	187,00	8,39	-	-
TOTAL	1421,00	-	-	-
PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA				
PESO DEL CUARTEO (gr)				1421,00
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO TNM (mm)				4,76
DIÁMETRO EFECTIVO D10 (mm)				0,08
DIÁMETRO EQUIVALENTE D30 (mm)				0,25
DIAMETRO DIMENSIONAL D60 (mm)				5,00
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu				62,50
COEFICIENTE DE CURVATURA Ce				0,16
CURVA GRANULOMÉTRICA				
 <p>The graph plots the percentage of material passing through various sieve sizes. The x-axis represents sieve size in millimeters on a logarithmic scale, and the y-axis represents the percentage of material passing. Key data points are: TNM (4.76 mm) at 63.74%, D60 (5.00 mm) at 56.79%, D30 (0.25 mm) at 33.42%, and D10 (0.075 mm) at 8.39%.</p>				

**Tabla 94. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 2**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>			
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>					
<b>ORIGEN:</b> VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 2, KM 0+000 AL KM 3+800					
<b>ABSCISA:</b> KM 1+800			<b>CAPA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN		
<b>NORMAS:</b> ASSTM D-421-58 AASHTO T-87-70					
<b>REALIZO:</b> Egdo. Julio David Castro Robalino					
TAMIZ	PESO RETEN. ACUM (GR)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)	
2"	0,00	0,00	100,00	50,80	
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	38,10	
1"	0,00	0,00	100,00	25,40	
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10	
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,52	
#4	2165,00	30,93	69,07	4,76	
FUENTE	4835,00	69,07	-	-	
TOTAL	7000,00	-	-	-	
#10	785,00	31,38	37,69	2,00	
#40	1136,00	45,41	23,66	0,42	
#100	1458,00	58,28	10,79	0,15	
#200	1534,00	61,32	7,75	0,07	
FONDO	194,00	7,75	-	-	
TOTAL	1728,00	-	-	-	
<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA</b>					
PESO DEL CUARTEO (gr)				1728	
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO TNM (mm)				4,76	
DIÁMETRO EFECTIVO D10 (mm)				0,12	
DIÁMETRO EQUIVALENTE D30 (mm)				0,9	
DIAMETRO DIMENSIONAL D60 (mm)				6,00	
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu				50	
COEFICIENTE DE CURVATURA Ce				1,13	

Tabla 95. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 3



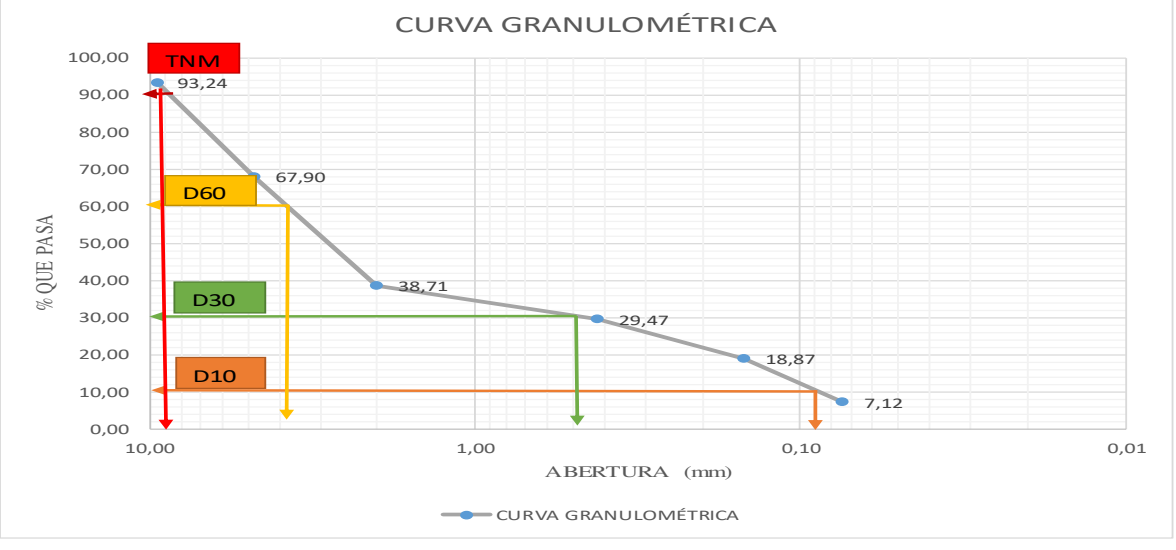


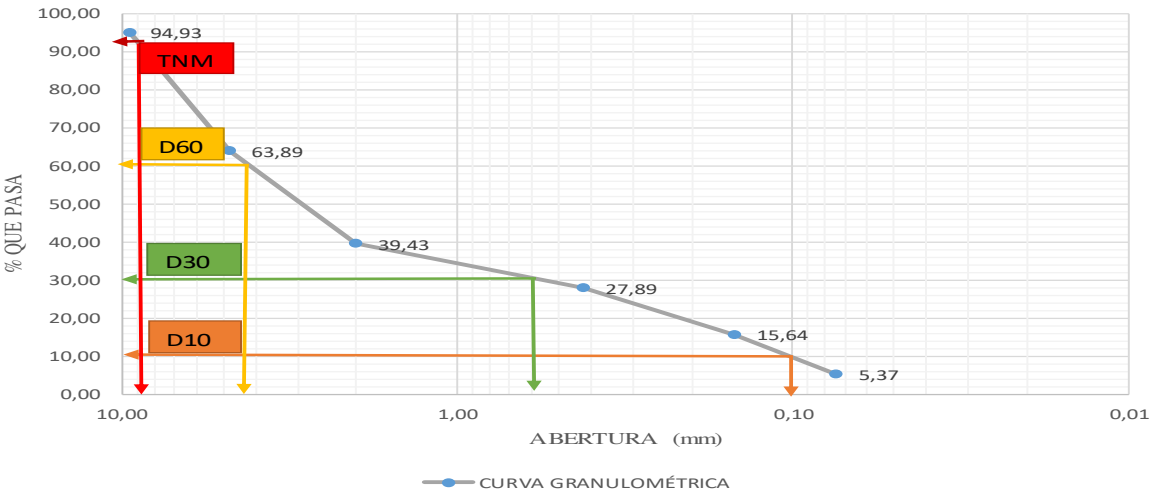


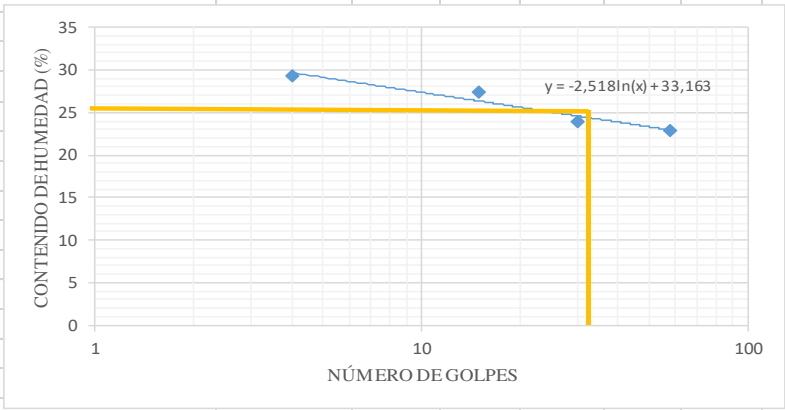
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>				
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 3, KM 0+000 AL KM 3+800			
<b>ABSCISA:</b>	KM 2+800	<b>CAPA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN	
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-58 AASHTO T-87-70			
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			
TAMIZ	PESO RETEN. ACUM (GR)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0,00	0,00	100,00	50,80
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	38,10
1"	0,00	0,00	100,00	25,40
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
3/8"	473,00	6,76	93,24	9,52
#4	2247,00	32,10	67,90	4,76
FUENTE	4753,00	67,90	-	-
TOTAL	7000,00	-	-	-
#10	812,00	29,19	38,71	2,00
#40	1069,00	38,43	29,47	0,42
#100	1364,00	49,03	18,87	0,15
#200	1691,00	60,78	7,12	0,07
FONDO	198,00	7,12	-	-
TOTAL	1889,00	-	-	-
PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA				
PESO DEL CUARTEO (gr)			1889,00	
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO TNM (mm)			9,52	
DIÁMETRO EFECTIVO D10 (mm)			0,09	
DIÁMETRO EQUIVALENTE D30 (mm)			0,80	
DIAMETRO DIMENSIONAL D60 (mm)			6,00	
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu			66,67	
COEFICIENTE DE CURVATURA Ce			1,19	
CURVA GRANULOMÉTRICA				
				

Tabla 96. Análisis Granulométrico Suelo Fundación – Calicata 4



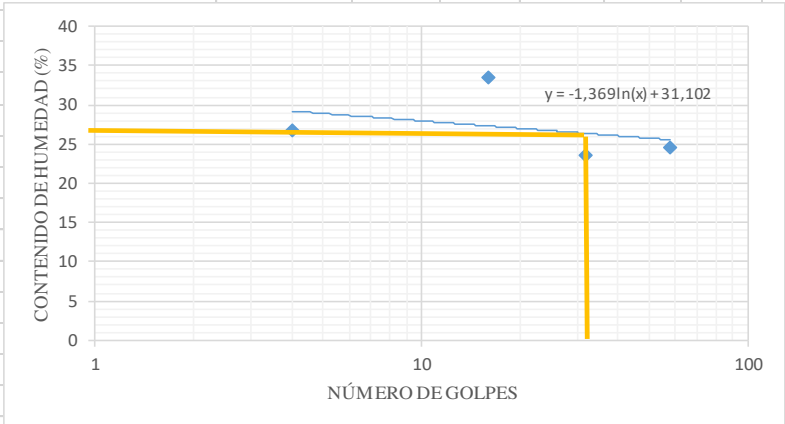
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>				
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 4, KM 0+000 AL KM 3+800			
<b>ABSCISA:</b>	KM 3+800	<b>CAPA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN		
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-58	AASHTO T-87-70		
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			
<b>TAMIZ</b>	<b>PESO RETEN. ACUM (GR)</b>	<b>% ACUMULADO RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
2"	0,00	0,00	100,00	50,80
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	38,10
1"	0,00	0,00	100,00	25,40
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
3/8"	355,00	5,07	94,93	9,52
#4	2528,00	36,11	63,89	4,76
<b>FUENTE</b>	4472,00	63,89	-	-
<b>TOTAL</b>	7000,00	-	-	-
#10	793,00	24,46	39,43	2,00
#40	1167,00	36,00	27,89	0,42
#100	1564,00	48,25	15,64	0,15
#200	1897,00	58,52	5,37	0,07
<b>FONDO</b>	174,00	5,37	-	-
<b>TOTAL</b>	2071,00	-	-	-
<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA</b>				
PESO DEL CUARTEO (gr)				2071,00
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO TNM (mm)				9,52
DIÁMETRO EFECTIVO D10 (mm)				0,10
DIÁMETRO EQUIVALENTE D30 (mm)				0,80
DIAMETRO DIMENSIONAL D60 (mm)				6,50
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu				65,00
COEFICIENTE DE CURVATURA Ce				0,98
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>				
				





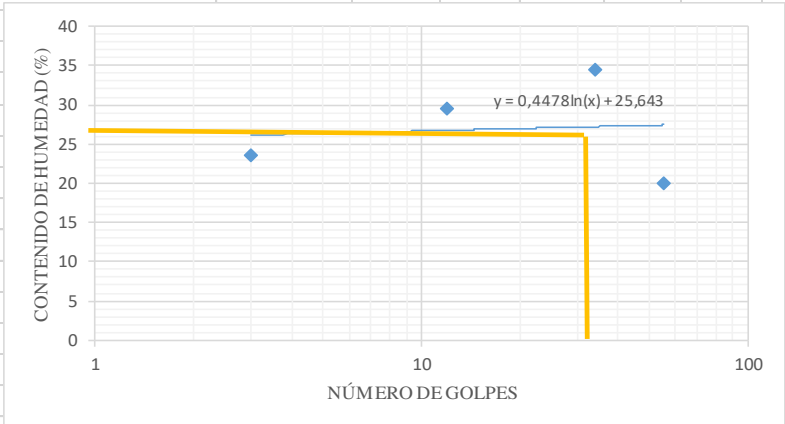
**Tabla 97. Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 1**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>										
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>										
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 1, KM 0+000 AL KM 3+800									
<b>ABSCISA:</b>	KM 0+800				<b>CAPA</b>	<b>SUELO DE FUNDACIÓN</b>				
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-71 AASHTO T-90-70 INEN 691									
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino									
<b>Recipiente</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	
Golpes		0 – 15		15 -30		30 – 45		45 – 60		
Número de Golpes		4		15		30		58		
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		30,00	38,40	30,60	32,10	38,30	36,00	32,80	30,80	
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)		25,70	32,60	26,40	27,60	33,00	31,20	29,00	27,10	
Peso Recipiente (gr) WR		11,10	12,70	11,20	11,00	10,80	11,30	12,10	11,20	
Peso del Agua (gr) WW		4,30	5,80	4,20	4,50	5,30	4,80	3,80	3,70	
Peso Muestra Seca (gr) WS		14,60	19,90	15,20	16,60	22,20	19,90	16,90	15,90	
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100		29,45	29,15	27,63	27,11	23,87	24,12	22,49	23,27	
Promedio Contenido de Humedad %		29,30		27,37		24,00		22,88		
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>		<b>25,05</b>								
										
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>										
<b>Recipiente</b>		<b>12</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	
P. M. Húmeda + Recipiente		23,90	21,90	22,10	17,70	17,70	16,80	16,80	16,80	
P.M. Seca + Recipiente (Gr)		21,10	19,60	19,80	16,20	16,20	15,50	15,50	15,50	
Peso Recipiente (gr) WR		10,60	10,60	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70	
Peso del Agua (gr) WW		2,80	2,30	2,30	1,50	1,50	1,30	1,30	1,30	
Peso Muestra Seca (gr) WS		7,80	8,30	8,40	9,20	9,20	9,40	9,40	9,40	
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100%		35,90	27,71	27,38	16,30	16,30	13,83	13,83	13,83	
<b>Promedio Límite Plástico LP (%)</b>		<b>24,22</b>								
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>		<b>0,83</b>								

**Tabla 98. Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 2**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>									
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 2, KM 0+000 AL KM 3+800								
<b>ABSCISA:</b>	KM 1+800				<b>CAPA</b>	<b>SUELO DE FUNDACIÓN</b>			
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-71 AASHTO T-90-70 INEN 691								
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>Recipiente</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>26</b>
Golpes		0 – 15		15 -30		30 – 45		45 – 60	
Número de Golpes		4		16		32		58	
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		31,02	38,59	29,87	31,87	37,79	35,45	33,24	31,76
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)		26,78	33,15	25,46	26,33	32,67	30,81	29,86	27,03
Peso Recipiente (gr) WR		11,10	12,70	11,20	11,00	10,80	11,30	12,10	11,20
Peso del Agua (gr) WW		4,24	5,44	4,41	5,54	5,12	4,64	3,38	4,73
Peso Muestra Seca (gr) WS		15,68	20,45	14,26	15,33	21,87	19,51	17,76	15,83
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100		27,04	26,60	30,93	36,14	23,41	23,78	19,03	29,88
Promedio Contenido de Humedad %		26,82		33,53		23,60		24,46	
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>		<b>26,69</b>							
									
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>									
<b>Recipiente</b>		<b>12</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
P. M. Húmeda + Recipiente		23,90	21,90	22,10	17,70	17,70	16,80	16,80	16,80
P.M. Seca + Recipiente (Gr)		21,10	19,60	19,80	16,20	16,20	15,50	15,50	15,50
Peso Recipiente (gr) WR		10,60	10,60	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70
Peso del Agua (gr) WW		2,80	2,30	2,30	1,50	1,50	1,30	1,30	1,30
Peso Muestra Seca (gr) WS		7,80	8,30	8,40	9,20	9,20	9,40	9,40	9,40
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100%		35,90	27,71	27,38	16,30	16,30	13,83	13,83	13,83
<b>Promedio Límite Plastico LP (%)</b>		<b>24,22</b>							
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>		<b>2,47</b>							

**Tabla 99. Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 3**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>									
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 3, KM 0+000 AL KM 3+800								
<b>ABSCISA:</b>	KM 2+800				<b>CAPA</b>	<b>SUELO DE FUNDACIÓN</b>			
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-71 AASHTO T-90-70 INEN 691								
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>Recipiente</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>26</b>
Golpes		0 – 15		15 -30		30 – 45		45 – 60	
Número de Golpes		3		12		34		55	
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		32,48	38,47	30,06	32,58	38,74	34,89	32,87	32,07
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)		27,63	34,59	25,99	27,43	31,69	28,74	29,97	28,04
Peso Recipiente (gr) WR		11,10	12,70	11,20	11,00	10,80	11,30	12,10	11,20
Peso del Agua (gr) WW		4,85	3,88	4,07	5,15	7,05	6,15	2,90	4,03
Peso Muestra Seca (gr) WS		16,53	21,89	14,79	16,43	20,89	17,44	17,87	16,84
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100		29,34	17,72	27,52	31,35	33,75	35,26	16,23	23,93
Promedio Contenido de Humedad %		23,53		29,43		34,51		20,08	
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>		<b>27,08</b>							
									
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>									
<b>Recipiente</b>		<b>12</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
P. M. Húmeda + Recipiente		23,85	22,17	22,78	18,15	18,15	17,18	17,18	17,18
P.M. Seca + Recipiente (Gr)		21,06	20,01	20,47	16,49	16,49	16,25	16,25	16,25
Peso Recipiente (gr) WR		10,60	10,60	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70
Peso del Agua (gr) WW		2,79	2,16	2,31	1,66	1,66	0,93	0,93	0,93
Peso Muestra Seca (gr) WS		7,81	8,44	8,39	9,04	9,04	9,77	9,77	9,77
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100%		35,72	25,59	27,53	18,36	18,36	9,52	9,52	9,52
<b>Promedio Límite Plástico LP (%)</b>		<b>23,35</b>							
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>		<b>3,73</b>							

**Tabla 100.Límites de Atterberg Suelo Fundación – Calicata 4**



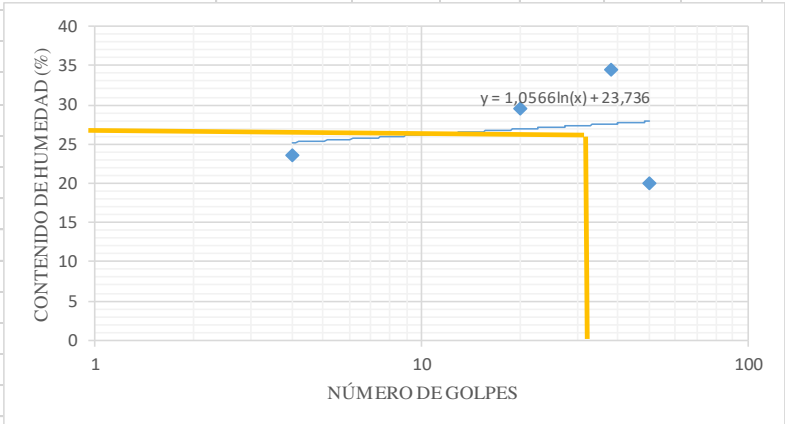
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS</b>									
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 4, KM 0+000 AL KM 3+800								
<b>ABSCISA:</b>	KM 3+800				<b>CAPA</b>	<b>SUELO DE FUNDACIÓN</b>			
<b>NORMAS:</b>	ASSTM D-421-71 AASHTO T-90-70 INEN 691								
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>Recipiente</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>26</b>
Golpes		0 – 15		15 -30		30 – 45		45 – 60	
Número de Golpes		4		20		38		50	
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		32,48	38,47	30,06	32,58	38,74	34,89	32,87	32,07
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gr)		27,63	34,59	25,99	27,43	31,69	28,74	29,97	28,04
Peso Recipiente (gr) WR		11,10	12,70	11,20	11,00	10,80	11,30	12,10	11,20
Peso del Agua (gr) WW		4,85	3,88	4,07	5,15	7,05	6,15	2,90	4,03
Peso Muestra Seca (gr) WS		16,53	21,89	14,79	16,43	20,89	17,44	17,87	16,84
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100		29,34	17,72	27,52	31,35	33,75	35,26	16,23	23,93
Promedio Contenido de Humedad %		23,53		29,43		34,51		20,08	
<b>Promedio Límite Líquido LL (%)</b>		<b>27,13</b>							
									
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>									
<b>Recipiente</b>		<b>12</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
P. M. Húmeda + Recipiente		23,85	22,17	22,78	18,15	18,15	17,18	17,18	17,18
P.M. Seca + Recipiente (Gr)		21,06	20,01	20,47	16,49	16,49	16,25	16,25	16,25
Peso Recipiente (gr) WR		10,60	10,60	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70
Peso del Agua (gr) WW		2,79	2,16	2,31	1,66	1,66	0,93	0,93	0,93
Peso Muestra Seca (gr) WS		7,81	8,44	8,39	9,04	9,04	9,77	9,77	9,77
Contenido de Humedad ( WW / WS ) *100%		35,72	25,59	27,53	18,36	18,36	9,52	9,52	9,52
<b>Promedio Límite Plástico LP (%)</b>		<b>23,35</b>							
<b>ÍNDICE PLÁSTICO LL-LP (%)</b>		<b>3,78</b>							

Tabla 101. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 1

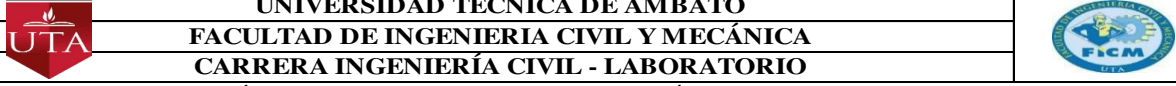
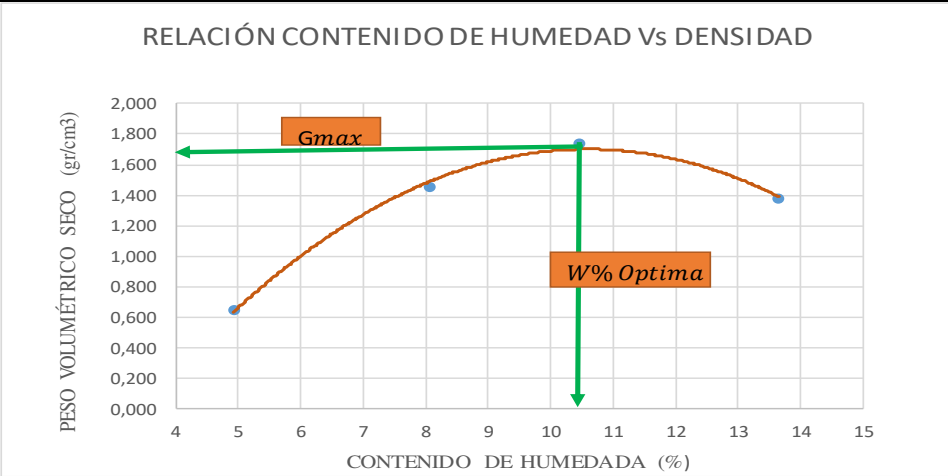
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO				
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>								
<b>ORIGEN:</b>	KM 0+800		<b>CAPA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN				
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019							
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino							
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180							
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>								
NÚMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAÍDA	18"	PESO DEL MOLDE	18470	gr		
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 lb	VOLUMEN MOLDE	2251,89	cm <sup>3</sup>		
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4				
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%	6,00%	9,00%	12,00%				
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	20000,00	22000,00	22800,00	22000,00				
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	1530,00	3530,00	4330,00	3530,00				
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	0,679	1,570	1,920	1,570				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>								
RECIPIENTE NÚMERO	5	14	17	18	34	40	43	44
PESO DEL RECIPIENTE WR	24,20	26,60	24,80	25,70	23,40	24,00	24,50	26,20
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	97,90	106,40	98,80	128,70	105,70	102,20	103,70	109,60
REC + SUELO SECO WS+WM	94,30	102,80	93,20	121,10	98,00	94,70	93,80	100,00
PESO SOLIDO WS	70,10	76,20	68,40	95,40	74,60	70,70	69,30	73,80
PESO DEL AGUA WW	3,60	3,60	5,60	7,60	7,70	7,50	9,90	9,60
CONTENIDO DE HUMEDAD(W/W/WS)* 100	5,14	4,72	8,19	7,97	10,32	10,61	14,29	13,01
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %	4,93		8,08		10,46		13,65	
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	0,647		1,453		1,738		1,381	
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	1,650							
HUMEDAD OPTIMA	10,50%							
<b>DETERMINACIÓN GRAFICA DE LA DESIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								

Tabla 102. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 2


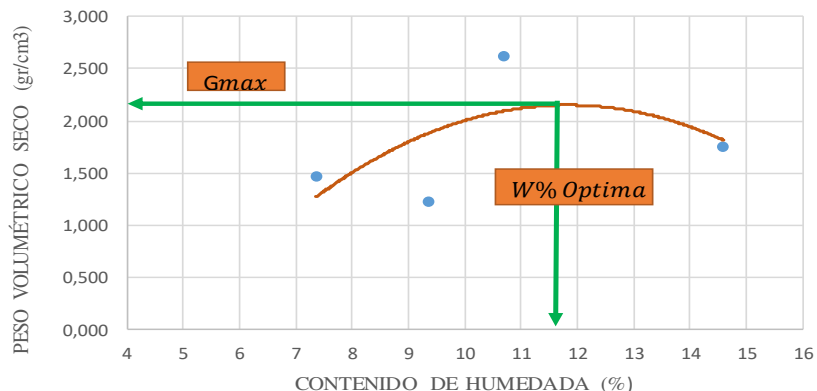
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO				
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>								
<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>								
<b>ORIGEN:</b>	KM 1+800		<b>CAPA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN				
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019							
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino							
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180							
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>								
NÚMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAÍDA	18"	PESO DEL MOLDE	18470	gr		
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 lb	VOLUMEN MOLDE	2251,89	cm <sup>3</sup>		
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4				
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%	6,00%	9,00%	12,00%				
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	21500,00	22000,00	25000,00	23000,00				
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	3030,00	3530,00	6530,00	4530,00				
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	1,346	1,570	2,900	2,010				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>								
RECIPIENTE NÚMERO	5	14	17	18	34	40	43	44
PESO DEL RECIPIENTE WR	24,20	26,60	24,80	25,70	23,40	24,00	24,50	26,20
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	99,89	108,45	97,80	127,79	106,47	101,63	104,58	108,74
REC + SUELO SECO WS+WM	91,30	103,88	92,92	120,61	99,01	93,60	92,87	99,86
PESO SOLIDO WS	67,10	77,28	68,12	94,91	75,61	69,60	68,37	73,66
PESO DEL AGUA WW	8,59	4,57	4,88	7,18	7,46	8,03	11,71	8,88
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)* 100	12,80	5,91	7,16	7,57	9,87	11,54	17,13	12,06
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %	9,36		7,36		10,70		14,59	
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	1,231		1,462		2,620		1,754	
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	2,150							
HUMEDAD OPTIMA	11,50%							
<b>DETERMINACIÓN GRAFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
<p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD Vs DENSIDAD</p> 								

Tabla 103. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 3



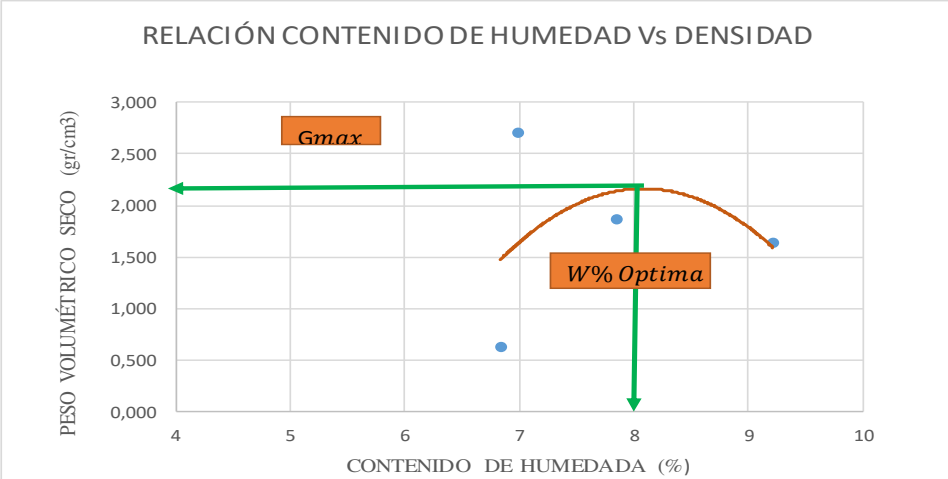


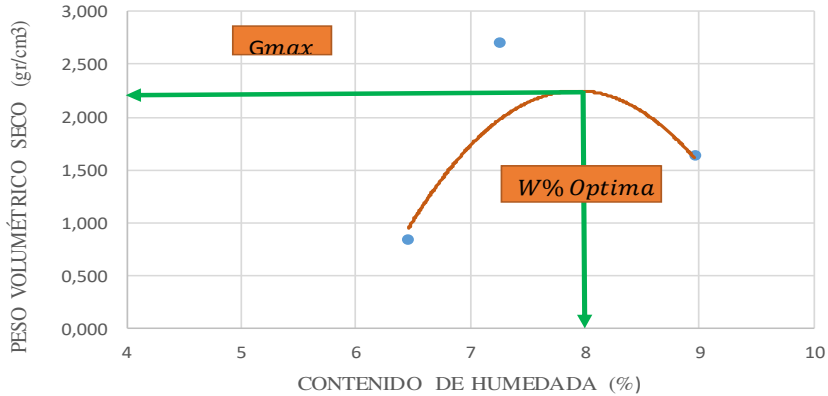

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>							
		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
		<b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>							
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>									
<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>									
<b>ORIGEN:</b>	KM 2+800		<b>CAPA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN					
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019								
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180								
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>									
NÚMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAÍDA	18"	PESO DEL MOLDE	18470	gr			
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 lb	VOLUMEN MOLDE	2251,89	cm <sup>3</sup>			
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000					
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
ENSA YO NÚMERO	1	2	3	4					
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%	6,00%	9,00%	12,00%					
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	20000,00	22500,00	23000,00	25000,00					
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	1530,00	4030,00	4530,00	6530,00					
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	0,679	1,790	2,010	2,900					
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE NÚMERO	5	14	17	18	34	40	43	44	
PESO DEL RECIPIENTE WR	24,20	26,60	24,80	25,70	23,40	24,00	24,50	26,20	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	99,87	107,80	105,20	125,74	106,33	105,87	104,70	108,77	
REC + SUELO SECO WS+WM	96,05	101,54	95,87	120,70	101,78	98,50	99,81	103,01	
PESO SOLIDO WS	71,85	74,94	71,07	95,00	78,38	74,50	75,31	76,81	
PESO DEL AGUA WW	3,82	6,26	9,33	5,04	4,55	7,37	4,89	5,76	
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)*100	5,32	8,35	13,13	5,31	5,81	9,89	6,49	7,50	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W%	6,83		9,22		7,85		7,00		
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	0,636		1,639		1,864		2,710		
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	2,200								
HUMEDAD OPTIMA	8,00%								
<b>DETERMINACIÓN GRAFICA DE LA DESIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
									

Tabla 104. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima Suelo Fundación - Calicata 4

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>							
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
		<b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIO</b>							
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.</b>									
<b>PROCTOR MODIFICADO D</b>									
<b>ORIGEN:</b>	KM 3+800			<b>CAPA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN				
<b>FECHA:</b>	VIERNES, 28 DE JUNIO DEL 2019								
<b>ENSAYADO POR:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180								
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>									
NÚMERO DE GOLPES	56		ALTURA DE CAÍDA	18"		PESO DEL MOLDE	18470		gr
NÚMERO DE CAPAS	5		PESO DEL MARTILLO	10 lb		VOLUMEN MOLDE	2251,89		cm <sup>3</sup>
PESO INICIAL DESEADO	6000		6000		6000		6000		
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
ENSAYO NÚMERO	1		2		3		4		
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA EN %	3,00%		6,00%		9,00%		12,00%		
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	20500,00		22000,00		22500,00		25000,00		
PESO SUELO HÚMEDO WM (gr)	2030,00		3530,00		4030,00		6530,00		
PESO UNITARIO HÚMEDO GM (gr/cm <sup>3</sup> )	0,901		1,570		1,790		2,900		
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE NÚMERO	5	14	17	18	34	40	43	44	
PESO DEL RECIPIENTE WR	24,20	26,60	24,80	25,70	23,40	24,00	24,50	26,20	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM	100,50	105,74	99,86	126,74	105,47	106,78	105,22	107,30	
REC + SUELO SECO WS+WM	96,84	99,96	93,33	121,57	101,78	97,12	98,66	102,95	
PESO SOLIDO WS	72,64	73,36	68,53	95,87	78,38	73,12	74,16	76,75	
PESO DEL AGUA WW	3,66	5,78	6,53	5,17	3,69	9,66	6,56	4,35	
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)*100	5,04	7,88	9,53	5,39	4,71	13,21	8,85	5,67	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W%	6,46		7,46		8,96		7,26		
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD (gr/cm <sup>3</sup> )	0,846		1,461		1,643		2,704		
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>	2,250								
HUMEDAD OPTIMA	8,00%								
<b>DETERMINACIÓN GRAFICA DE LA DESIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
<p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD Vs DENSIDAD</p> 									



**Tabla 105. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 1**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS						
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION</b>											
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 1, KM 0+000 AL KM 3+800										
<b>ABSCISA:</b>	KM 0+800				<b>CAPA:</b>			SUELO FUNDACIÓN			
<b>NORMAS:</b>	AASHTO T-193, ASTM D 1883										
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino										
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>											
<b>DATOS</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>56 GOLPES</b>		<b>27 GOLPES</b>		<b>11 GOLPES</b>				
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	18200,00		19900,00		21600,00				
PESO DEL MOLDE		gr	13500,00		14500,00		16800,00				
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	4700,00		5400,00		4800,00				
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE</b>											
DIÁMETRO		cm	15,14		15,14		15,14				
ALTURA		cm	12,10		12,10		12,10				
VOLUMEN DE MASA		cm <sup>3</sup>	2178,28		2178,28		2178,28				
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>											
<b>RECIPIENTE NÚMERO</b>			<b>23</b>	<b>31</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>21</b>			
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	31,00	11,30	31,00	30,70	24,70	11,00			
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	84,60	61,40	153,50	174,88	85,10	47,60			
REC + SUELO SECO WS+W M		gr	79,50	58,45	130,50	129,00	78,90	38,40			
PESO SOLIDO WS		gr	48,50	47,15	99,50	98,30	54,20	27,40			
PESO DEL AGUA WW		gr	5,10	2,95	23,00	45,88	6,20	9,20			
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)* 100		%	10,52	6,26	23,12	46,67	11,44	33,58			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %		%	8,39		34,89		22,51				
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,158		2,479		2,204				
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>		(gr/cm <sup>3</sup> )	1,99		1,84		1,80				
<b>DETERMINACIÓN DEL CBR</b>											
<b>Número de Golpes</b>		<b>56</b>			<b>27</b>			<b>11</b>			
<b>Penetración</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>		
<b>(plg-3)</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>		
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000			
25	263	28,458		203	21,966		103	11,145			
50	433	46,853		355	38,413		218	23,589			
75	715	77,368		425	45,988		292	31,596			
100	1163	125,844	12,58	559	60,487	6,05	376	40,686	4,07		
150	1562	169,018		608	65,789		361	39,063			
200	1833	198,342	19,834	736	79,640	7,964	470	50,857	5,086		
250	1993	215,655		798	86,349		552	59,730			
300	2282	246,927		896	96,953		618	66,872			
400	2637	285,340		978	105,826		693	74,987			
500	3023	327,108		1023	110,695		886	95,871			


  

**CURVAS ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**

**CBR VS DENSIDADES**

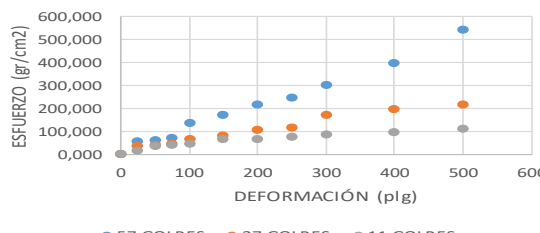
G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	1,99
95% G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	1,89
CBR	8,00%

**Tabla 106. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 2**

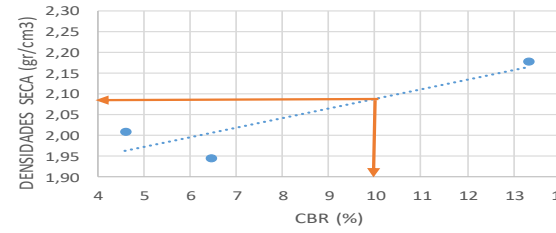
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS						
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION</b>										
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 2, KM 0+000 AL KM 3+800									
<b>ABSCISA:</b>	KM 1+800	<b>CAPA:</b>		SUELO DE FUNDACIÓN						
<b>NORMAS:</b>	AASHTO T-193, ASTM D 1883									
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino									
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>										
<b>DATOS</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>56 GOLPES</b>	<b>27 GOLPES</b>	<b>11 GOLPES</b>					
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	19550,00	20000,00	21500,00					
PESO DEL MOLDE		gr	13500,00	14500,00	16800,00					
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	6050,00	5500,00	4700,00					
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE</b>										
DIÁMETRO		cm	15,14	15,14	15,14					
ALTURA		cm	12,10	12,10	12,10					
VOLUMEN DE MASA		cm <sup>3</sup>	2178,28	2178,28	2178,28					
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>										
<b>RECIPIENTE NÚMERO</b>			<b>23</b>	<b>31</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>21</b>		
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	31,00	11,30	31,00	30,70	24,70	11,00		
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	85,98	62,79	153,15	173,45	85,23	50,99		
REC + SUELO SECO WS+WM		gr	70,44	55,78	130,78	134,77	78,90	49,78		
PESO SOLIDO WS		gr	39,44	44,48	99,78	104,07	54,20	38,78		
PESO DEL AGUA WW		gr	15,54	7,01	22,37	38,68	6,33	1,21		
CONTENIDO DE HUMEDAD (W/W/WS)*100		%	39,40	15,76	22,42	37,17	11,68	3,12		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %		%	27,58		29,79		7,40			
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,777		2,525		2,158			
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,18		1,95		2,01			
<b>DETERMINACIÓN DEL CBR</b>										
<b>Número de Golpes</b>		<b>56</b>			<b>27</b>			<b>11</b>		
<b>Penetración</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	
<b>(plg-3)</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000		
25	487	52,697		301	32,570		112	12,119		
50	562	60,812		357	38,630		298	32,245		
75	628	67,954		424	45,880		368	39,820		
100	1233	133,418	13,34	597	64,599	6,46	425	45,988	4,60	
150	1578	170,750		712	77,043		578	62,543		
200	1987	215,006	21,501	987	106,800	10,680	599	64,816	6,482	
250	2247	243,140		1047	113,292		678	73,364		
300	2789	301,788		1578	170,750		796	86,132		
400	3654	395,386		1798	194,555		889	96,195		
500	4987	539,625		1972	213,383		993	107,449		

**CURVAS ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**





**CBR VS DENSIDADES**



G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	2,18
95% G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	2,07
CBR	13,00%

Tabla 107. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS		 			
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
<b>ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 3, KM 0+000 AL KM 3+800								
<b>ABSCISA:</b>	KM 2+800	<b>CAPA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN							
<b>NORMAS:</b>	AASHTO T-193, ASTM D 1883								
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>									
<b>DATOS</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>56 GOLPES</b>	<b>27 GOLPES</b>	<b>11 GOLPES</b>				
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	18000,00	18750,00	20000,00				
PESO DEL MOLDE		gr	13500,00	14500,00	16800,00				
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	4500,00	4250,00	3200,00				
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE</b>									
DIÁMETRO		cm	15,14	15,14	15,14				
ALTURA		cm	12,10	12,10	12,10				
VOLUMEN DE MASA		cm <sup>3</sup>	2178,28	2178,28	2178,28				
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
<b>RECIPIENTE NÚMERO</b>			<b>23</b>	<b>31</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	31,00	11,30	31,00	30,70	24,70	11,00	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	84,56	62,00	152,88	173,89	84,15	48,96	
REC + SUELO SECO WS+WM		gr	79,88	59,21	132,60	135,46	78,89	46,77	
PESO SOLIDO WS		gr	48,88	47,91	101,60	104,76	54,19	35,77	
PESO DEL AGUA WW		gr	4,68	2,79	20,28	38,43	5,26	2,19	
CONTENIDO DE HUMEDAD(WW/WS)* 100		%	9,57	5,82	19,96	36,68	9,71	6,12	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %		%	7,70		28,32		7,91		
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,066		1,951		1,469		
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>		(gr/cm <sup>3</sup> )	1,92		1,52		1,36		
<b>DETERMINACIÓN DEL CBR</b>									
<b>Número de Golpes</b>	<b>56</b>			<b>27</b>			<b>11</b>		
<b>Penetración</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>	<b>Carga</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>CBR</b>
<b>(plg-3)</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000	
25	321	34,734		245	26,511		114	12,336	
50	458	49,559		389	42,092		227	24,563	
75	669	72,390		437	47,286		296	32,029	
100	1010	109,288	10,93	564	61,028	6,10	387	41,876	4,19
150	1664	180,055		678	73,364		396	42,850	
200	1897	205,267	20,527	708	76,610	7,661	478	51,723	5,172
250	2004	216,846		897	97,061		678	73,364	
300	2364	255,800		963	104,203		713	77,151	
400	3496	378,289		1079	116,755		896	96,953	
500	4058	439,101		2278	246,494		978	105,826	


**CURVAS ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**

● 57 GOLPES    ● 27 GOLPES    ● 11 GOLPES

**CBR VS DENSIDADES**

G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	1,92
95% G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	1,82
CBR	9,50%

**Tabla 108. Determinación del CBR Suelo Fundación - Calicata 4**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA INGENIERÍA CIVIL - LABORATORIOS		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 HASTA KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
<b>ENSAYO DE CARGA VS PENETRACION</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE-PILLARO, TRAMO 4, KM 0+000 AL KM 3+800								
<b>ABSCISA:</b>	KM 3+800	<b>CAPA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN							
<b>NORMAS:</b>	AASHTO T-193, ASTM D 1883								
<b>REALIZO:</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino								
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>									
<b>DATOS</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>56 GOLPES</b>	<b>27 GOLPES</b>	<b>11 GOLPES</b>				
PESO DEL MOLDE + SUELO		gr	19500,00	21000,00	21500,00				
PESO DEL MOLDE		gr	13500,00	14500,00	16800,00				
PESO DE LA MASA DEL SUELO WM		gr	6000,00	6500,00	4700,00				
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE</b>									
DIÁMETRO		cm	15,14	15,14	15,14				
ALTURA		cm	12,10	12,10	12,10				
VOLUMEN DE MASA		cm <sup>3</sup>	2178,28	2178,28	2178,28				
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
<b>RECIPIENTE NÚMERO</b>			<b>23</b>	<b>31</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	
PESO DEL RECIPIENTE WR		gr	31,00	11,30	31,00	30,70	24,70	11,00	
REC + SUELO HUMEDO WR+WM		gr	88,64	63,78	162,00	174,11	84,97	51,23	
REC + SUELO SECO WS+WM		gr	70,63	54,78	122,30	120,87	71,33	49,25	
PESO SOLIDO WS		gr	39,63	43,48	91,30	90,17	46,63	38,25	
PESO DEL AGUA WW		gr	18,01	9,00	39,70	53,24	13,64	1,98	
CONTENIDO DE HUMEDAD(W W/W S)* 100		%	45,45	20,70	43,48	59,04	29,25	5,18	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM W %		%	33,07		51,26		17,21		
PESO VOLUMÉTRICO SECO GD		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,754		2,984		2,158		
DENSIDAD MÁXIMA G <sub>max</sub>		(gr/cm <sup>3</sup> )	2,07		1,97		1,84		
<b>DETERMINACIÓN DEL CBR</b>									
<b>Área de pistón</b>	3,04	plg <sup>2</sup>							
<b>Número de Golpes</b>	56		27		11				
<b>Penetración (plg-3)</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg<sup>2</sup></b>	<b>CBR %</b>
0	0	0,000		0	0,000		0	0,000	
25	478	51,723		236	25,537		108	11,686	
50	597	64,599		358	38,738		297	32,137	
75	758	82,020		456	49,342		369	39,928	
100	1468	158,847	15,88	687	74,338	7,43	415	44,906	4,49
150	1697	183,626		736	79,640		597	64,599	
200	1963	212,409	21,241	981	106,150	10,615	691	74,771	7,477
250	2487	269,109		1072	115,997		713	77,151	
300	3697	400,039		1632	176,593		836	90,461	
400	3224	348,857		1894	204,943		955	103,337	
500	4879	527,939		2011	217,603		1022	110,587	

**CURVAS ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**


**CBR VS DENSIDADES**


G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	2,07
95% G <sub>max</sub> gr/cm <sup>3</sup>	1,97
<b>CBR</b>	<b>11,00%</b>

D. Manual de daños en vías.


**Tabla 109. Manual PCI**

DESCRIPCIÓN <b>1. PIEL DE COCODRILO</b>	NIVEL DE SERVICIALIDAD (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	MEDIDA	FOTOGRAFÍA
<p>Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda.</p>	<p>L: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.</p>	<p>L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.</p>	
<p>Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60m Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.</p>	<p>M: Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.</p>	<p>M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.</p>	
	<p>H: Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.</p>	<p>H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.</p>	


DESCRIPCIÓN <b>2. EXUDACIÓN</b>	NIVEL DE SERVICIALIDAD (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	MEDIDA	FOTOGRAFÍA
<p>La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.</p> <p>Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.</p>	<p>L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.</p>	<p>L: No se hace nada.</p>	
	<p>M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.</p>	<p>M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.</p>	
	<p>H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.</p>	<p>H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando o si fuera necesario).</p>	



DESCRIPCIÓN 3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	NIVEL DE SERVICIALIDAD (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	MEDIDA	FOTOGRAFÍA
<p>Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.</p> <p>Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito.</p> <p>Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.</p>	L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.	L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.	
	M: Bloques definidos por grietas de severidad media	M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.	
	H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.	H: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.	

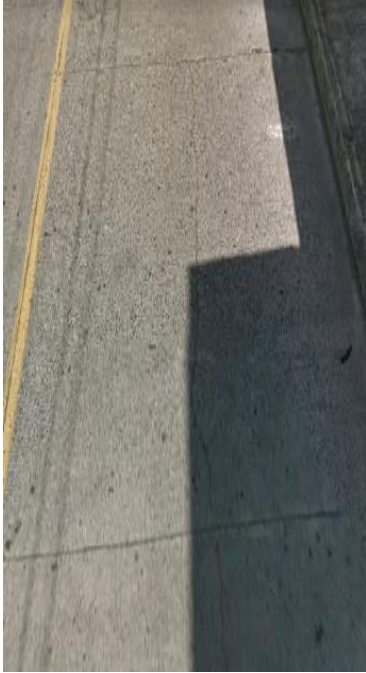




<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
<p>Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.</li> <li>2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).</li> <li>3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).</li> </ol> <p>Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.</p>	L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.	L: No se hace nada.	
	M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.	M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.	
	H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.	H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.	





<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>5. CORRUGACIÓN</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
<p>La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.</p> <p>Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.</p>	L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.	L: No se hace nada.	
	M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.	M: Reconstrucción.	
	H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.	H: Reconstrucción.	
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>6. DEPRESIÓN</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
<p>Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua</p>	L: 13.0 a 25.0 mm.	L: No se hace nada.	
	M: 25.0 a 51.0 mm.	M: Parcheo superficial, parcial o profundo.	
	H: Más de 51.0 mm.	H: Parcheo superficial,	

<p>almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo</p> <p>Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.</p> <p>Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.</p>		<p>parcial o profundo.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p><b>7. GRIETAS DE BORDE</b></p>	<p><b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)</p>	<p><b>MEDIDA</b></p>	<p><b>FOTOGRAFÍA</b></p>
<p>Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse)</p> <p>La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).</p>	<p>L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.</p>	<p>L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.</p>	
	<p>M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.</p>	<p>M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.</p>	
	<p>H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.</p>	<p>H: Parcheo parcial - profundo</p>	

<p align="center"><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p><b>8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA</b></p>	<p align="center"><b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)</p>	<p align="center"><b>MEDIDA</b></p>	<p align="center"><b>FOTOGRAFÍA</b></p>
<p>Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños. La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.</p>	<p>L: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o</li> <li>2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).</li> </ol>	<p>L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.</p>	
	<p>M: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.</li> <li>2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.</li> <li>3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.</li> </ol>	<p>M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.</p>	
	<p>H: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.</li> <li>2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.</li> <li>3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).</li> </ol>	<p>H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.</p>	

<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>9. DESNIVELCARRIL / BERMA</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma. El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).	L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.	L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.	
	M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.		
	H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.		
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por: 1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida. 2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura. 3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.	L: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm. 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).	L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.	
	M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas. 3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.	M: Sellado de grietas.	

<p>Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.</p>	<p>H: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.</li> <li>2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.</li> <li>3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.</li> </ol>	<p>H: Sellado de grietas. Parcheo parcial</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN</b> <b>11. PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS</b></p>	<p><b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)</p>	<p><b>MEDIDA</b></p>	<p><b>FOTOGRAFÍA</b></p>
<p>Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m<sup>2</sup> puede tener 0.9 m<sup>2</sup> de severidad media y 1.35 m<sup>2</sup> de baja severidad. Estas áreas deben</p>	<p>L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.</p> <p>M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.</p> <p>H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.</p>	<p>L: No se hace nada.</p> <p>M: No se hace nada. Sustitución del parche.</p> <p>H: Sustitución del parche.</p>	



<p>registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).</p>			
<p><b>DESCRIPCIÓN</b> <b>12. PULIMENTO DE AGREGADOS</b></p>	<p><b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)</p>	<p><b>MEDIDA</b></p>	<p><b>FOTOGRAFÍA</b></p>
<p>Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.</p>	<p>No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.</p>	<p>Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados. L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.</p>	




<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>13. HUECOS</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
<p>Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.</p>	<p>Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con la tabla N<sup>a</sup> 107.</p>	<p>L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.</p>	
	<p>Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la</p>	<p>M: Parcheo parcial o profundo.</p>	
	<p>profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.</p>	<p>H: Parcheo profundo.</p>	


Tabla 110. Cuadro detalle de medidas de huecos


<b>Profundidad máxima del hueco</b>	<b>Diámetro medido (cm)</b>		
	<b>10.2 a 20.3 cm</b>	<b>20.3 a 4.57 cm</b>	<b>45.7 a 7.62cm</b>
1.27 a 2.54 cm	L	L	M
> 2.54 a 5.08 cm	L	M	H
>5.08 cm	M	M	H


<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>14. CRUCE DE VÍA FÉRREA.</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
<p>Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.</p> <p>El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.</p>	L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.	L: No se hace nada.	
	M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.	M: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.	
	H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta	H: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce	
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>15. AHUELLAMIENTO</b>	<b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	<b>MEDIDA</b>	<b>FOTOGRAFÍA</b>
<p>El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por</p>	Profundidad media del ahuellamiento: L: 6.0 a 13.0 mm.	L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.	
	M: >13.0 mm a 25.0 mm.	M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.	



<p>consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.</p> <p>El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.</p>	<p>H: &gt; 25.0 mm.</p>	<p>H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN</b> <b>16. DESPLAZAMIENTO</b></p>	<p><b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)</p>	<p><b>MEDIDA</b></p>	<p><b>FOTOGRAFÍA</b></p>
<p>El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión). Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de</p>	<p>L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.</p> <p>M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.</p> <p>H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad</p>	<p>L: No se hace nada. Fresado.</p> <p>M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.</p> <p>H: Fresado. Parcheo parcial o profundo</p>	

<p>concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento. Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.</p>			
<p align="center"><b>DESCRIPCIÓN</b> <b>17. GRIETAS PARABÓLICAS</b></p>	<p align="center"><b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)</p>	<p align="center"><b>MEDIDA</b></p>	<p align="center"><b>FOTOGRAFÍA</b></p>
<p>Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada. El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma</p>	<p>L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.</p>	<p>L: No se hace nada. Parcheo parcial.</p>	
	<p>M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.</p>	<p>M: Parcheo parcial.</p>	
	<p>H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.</p>	<p>H: Parcheo parcial.</p>	

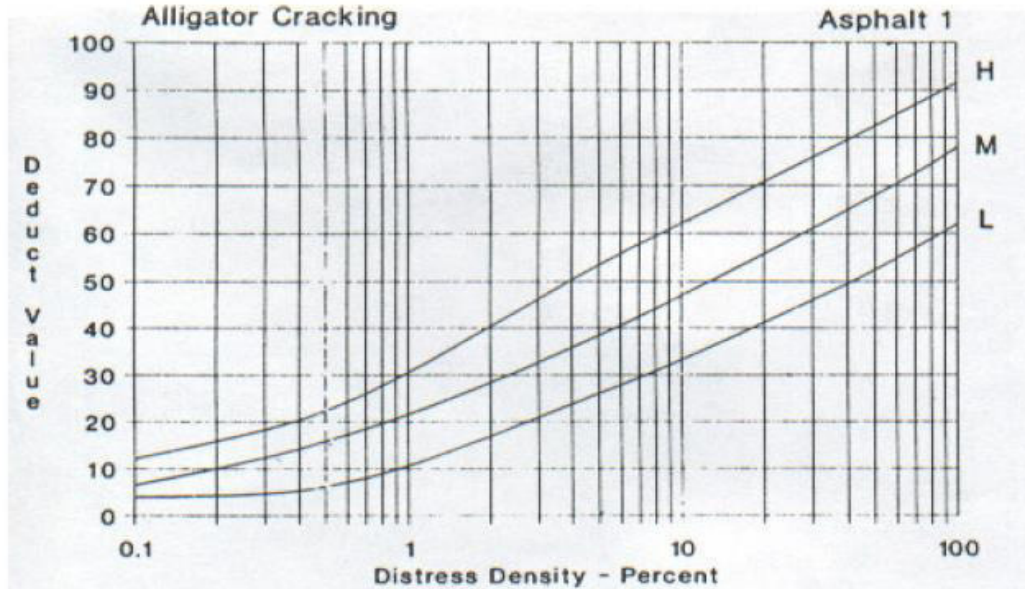
DESCRIPCIÓN <b>18. HINCHAMIENTO</b>	NIVEL DE SERVICIALIDAD (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)	MEDIDA	FOTOGRAFÍA
<p>El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos. El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.</p>	<p>L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.</p>	<p>L: No se hace nada.</p>	
	<p>M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.</p>	<p>M: No se hace nada. Reconstrucción.</p>	
	<p>H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.</p>	<p>H: Reconstrucción</p>	

<p align="center"><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p><b>19. METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS</b></p>	<p align="center"><b>NIVEL DE SERVICIALIDAD</b> (L: Bajo, M: Medio, H: Alto)</p>	<p align="center"><b>MEDIDA</b></p>	<p align="center"><b>FOTOGRAFÍA</b></p>
<p>La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.</p> <p>Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.</p> <p>La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.</p> <p>Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.</p>	<p>L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.</p>	<p>L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.</p>	
	<p>M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.</p>	<p>M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.</p>	
	<p>H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas huecadas mayores se consideran huecos.</p>	<p>H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción</p>	

E. Nomogramas para determinar el PCI.

**1. Piel de cocodrilo**

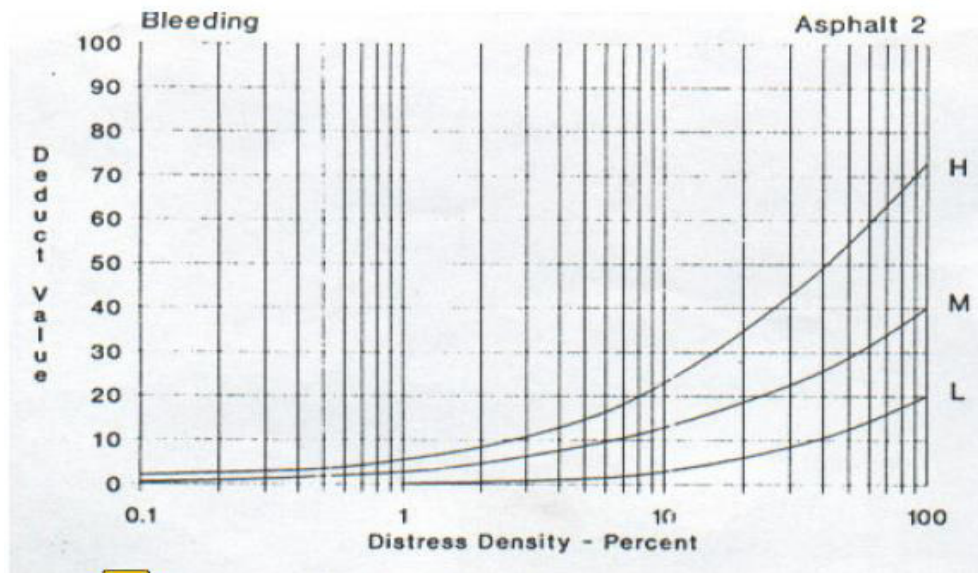
**Gráfico 12. Valores deducidos para piel de cocodrilo**



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

**2. Exudación**

**Gráfico 13. Valores deducidos para exudación**

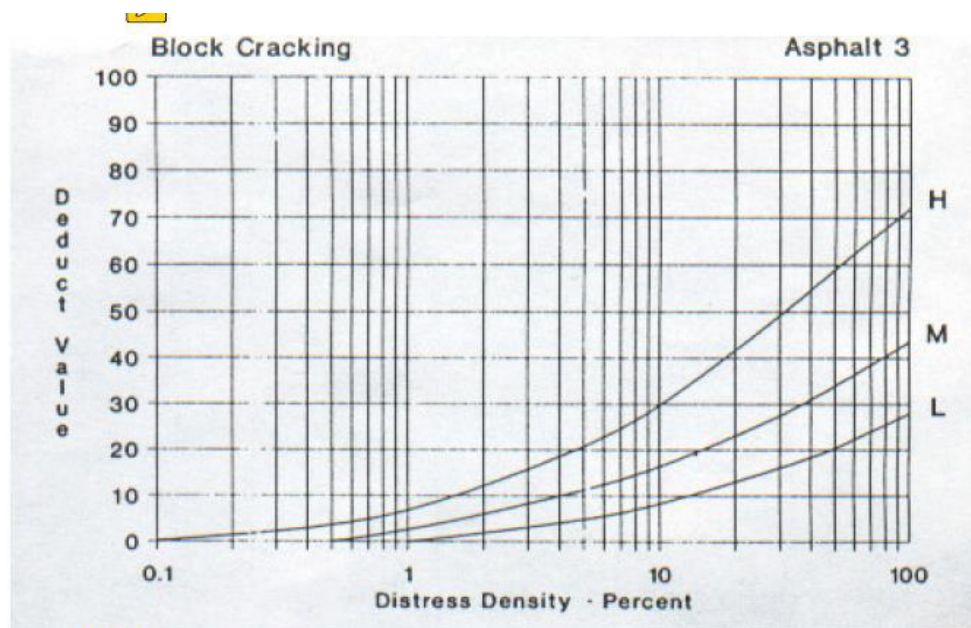


Fuente: Manual de evaluación superficial PCI



### 3. Agrietamiento en bloque

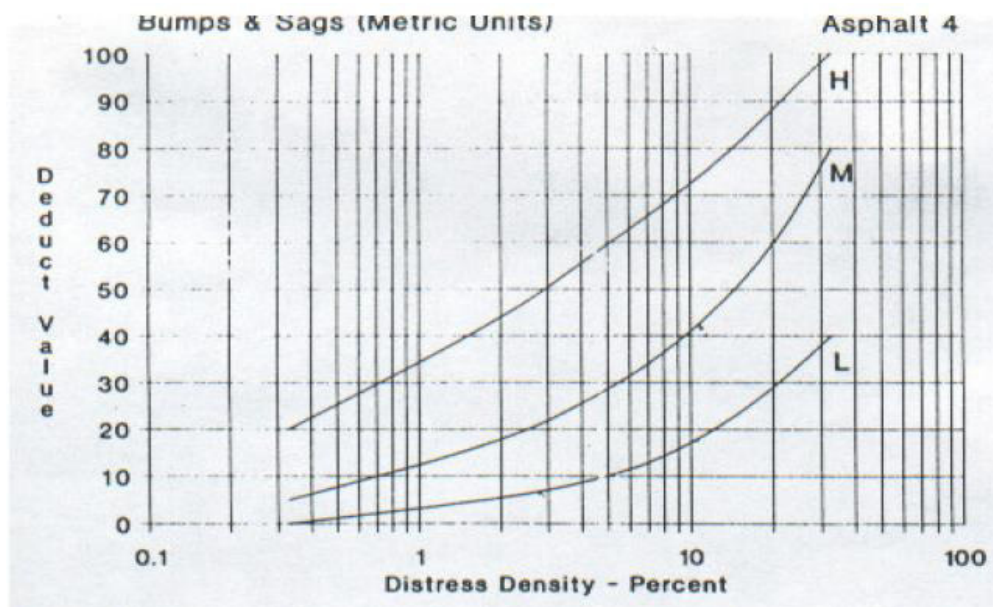
Gráfico 14. Valores deducidos para agrietamiento en bloque



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

### 4. Abultamientos y hundimientos

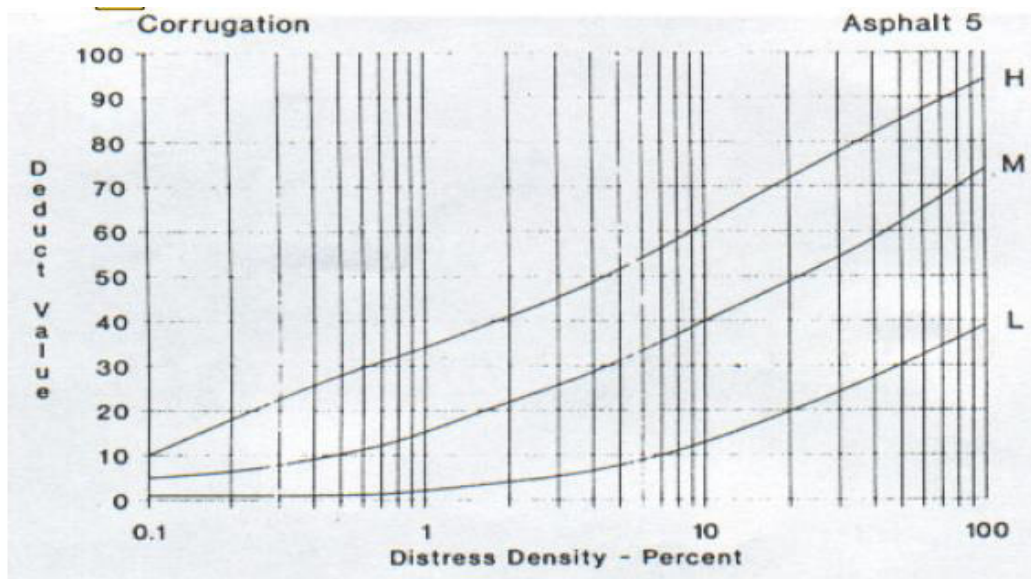
Gráfico 15. Valores deducidos para abultamientos y hundimientos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

## 5. Corrugación

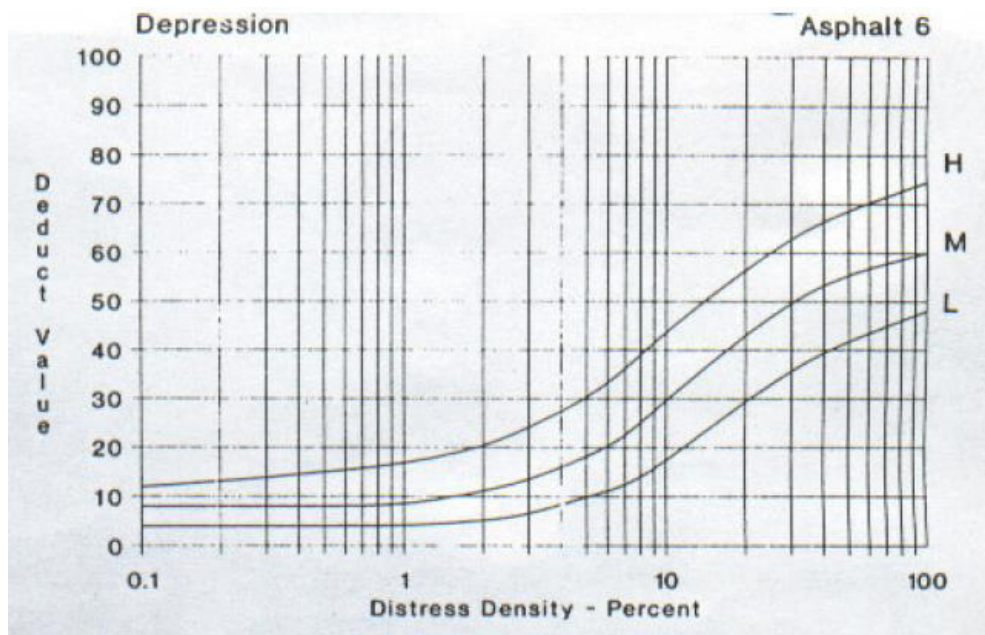
Gráfico 16. Valores deducidos para Corrugación



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

## 6. Depresión

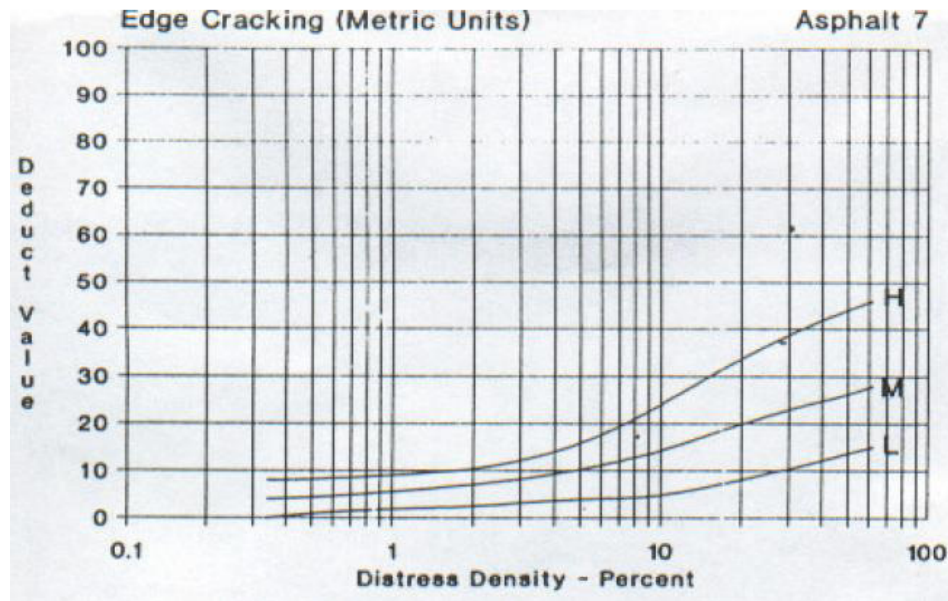
Gráfico 17. Valores deducidos para depresión



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

7. Grieta de borde

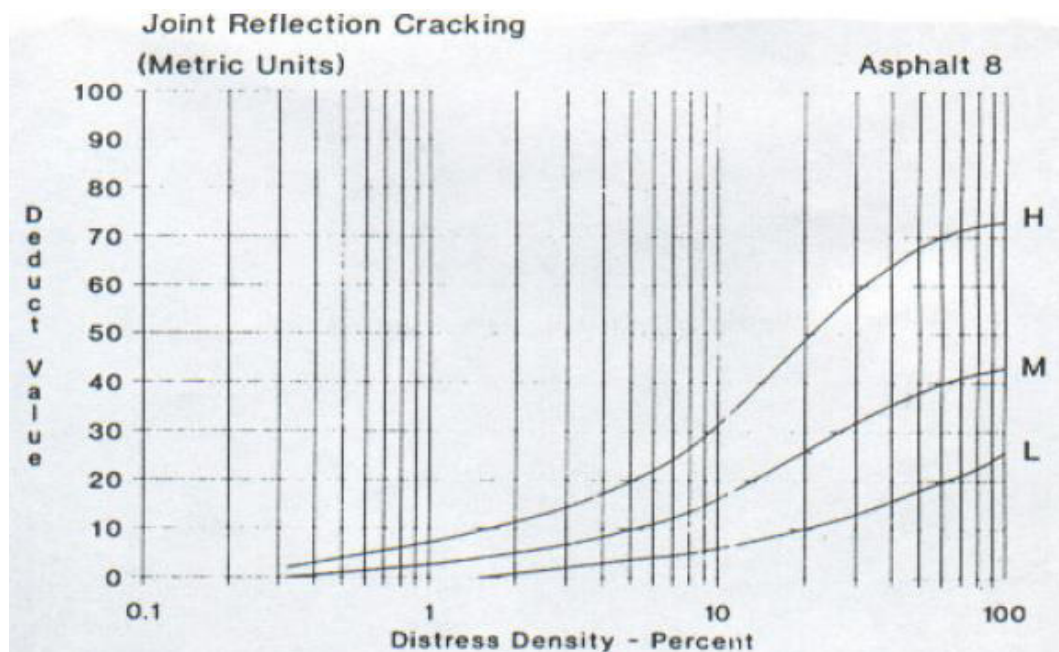
Gráfico 18. Valores deducidos para grieta de bordes



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

8. Grieta de reflexión de junta

Gráfico 19. Valores deducidos para grietas de reflexión de juntas

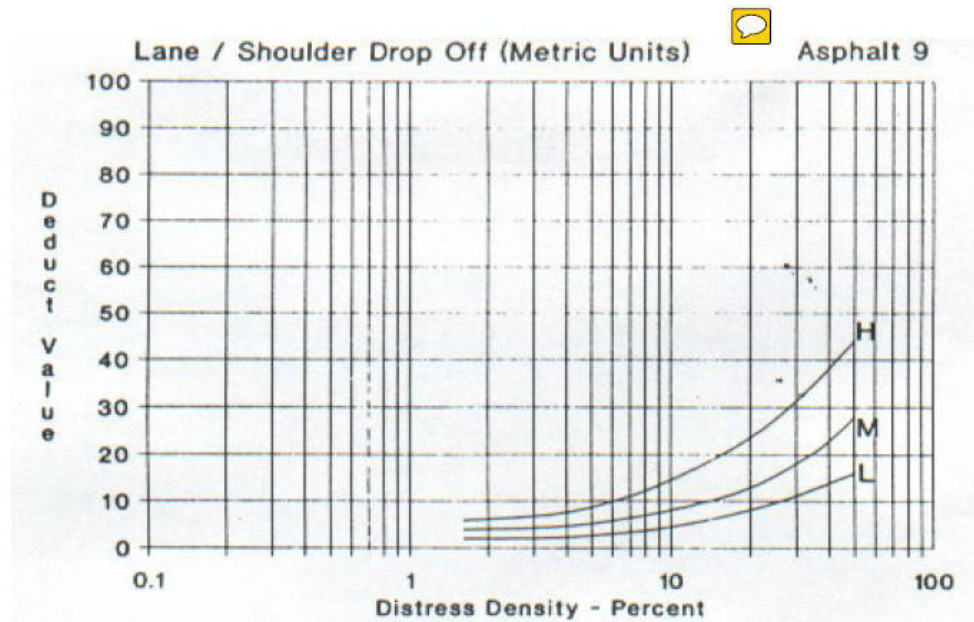


Fuente: Manual de evaluación superficial PCI



### 9. Desnivel carril/berma $\zeta$

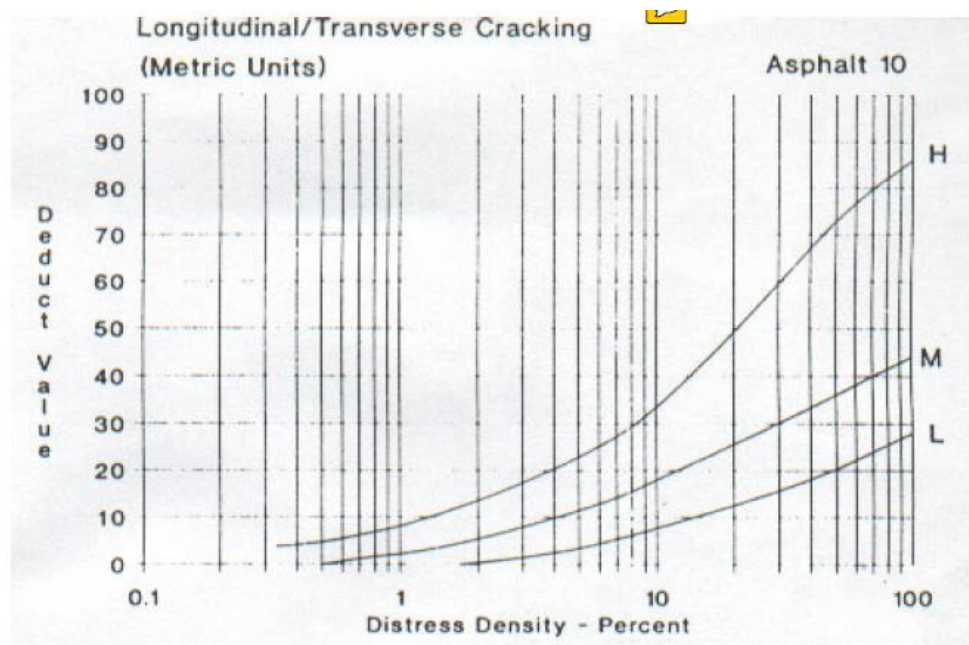
Gráfico 20. Valores deducidos para desnivel del carril/berma



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

### 10. Grietas longitudinales y transversales

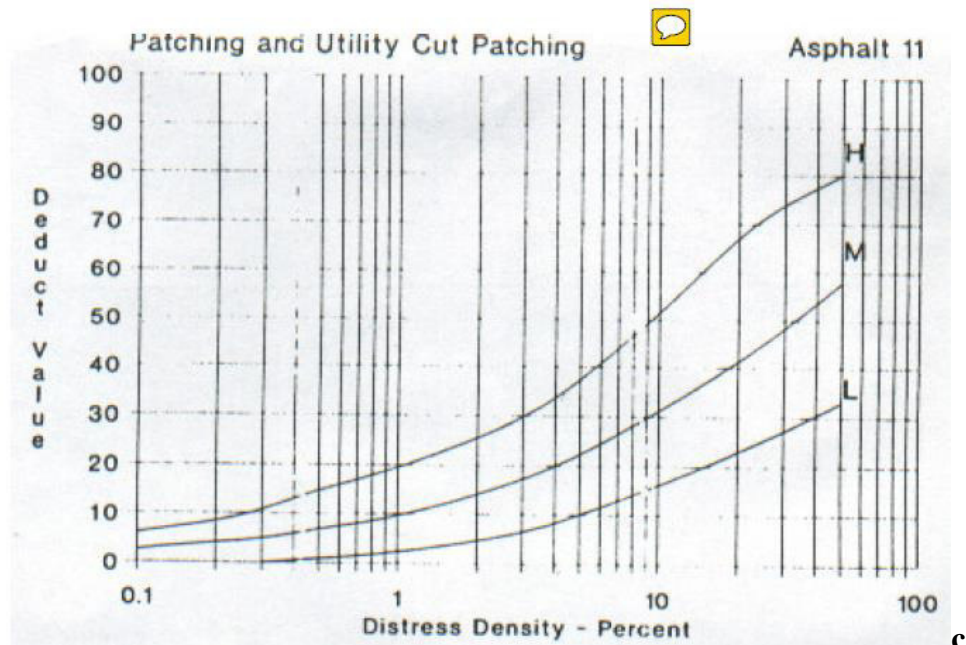
Gráfico 21. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

## 11. Parcheo y acometidas de servicios públicos

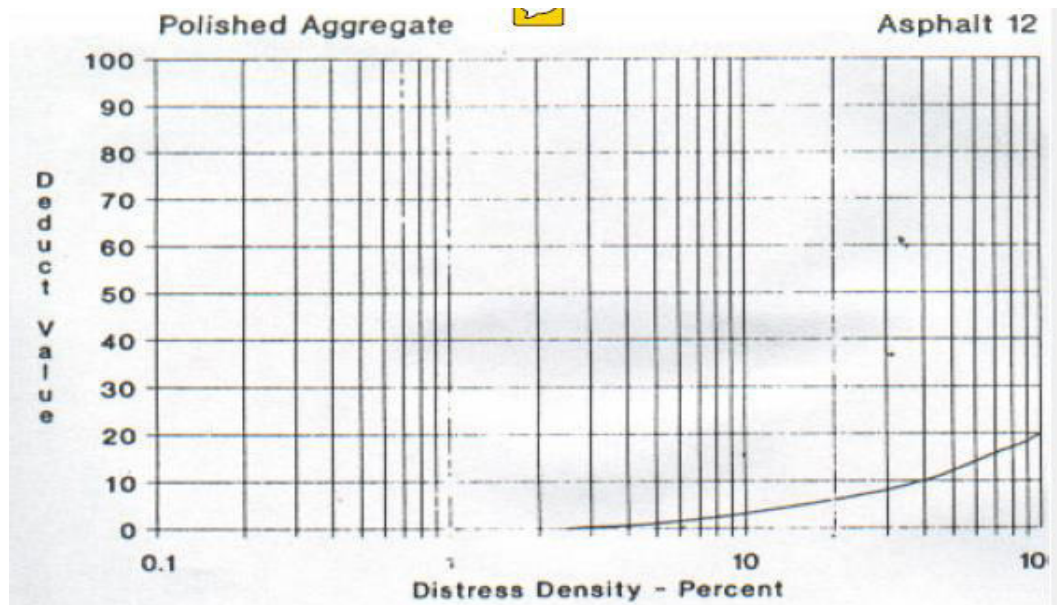
Gráfico 22. Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

## 12. Pulimiento de agregados

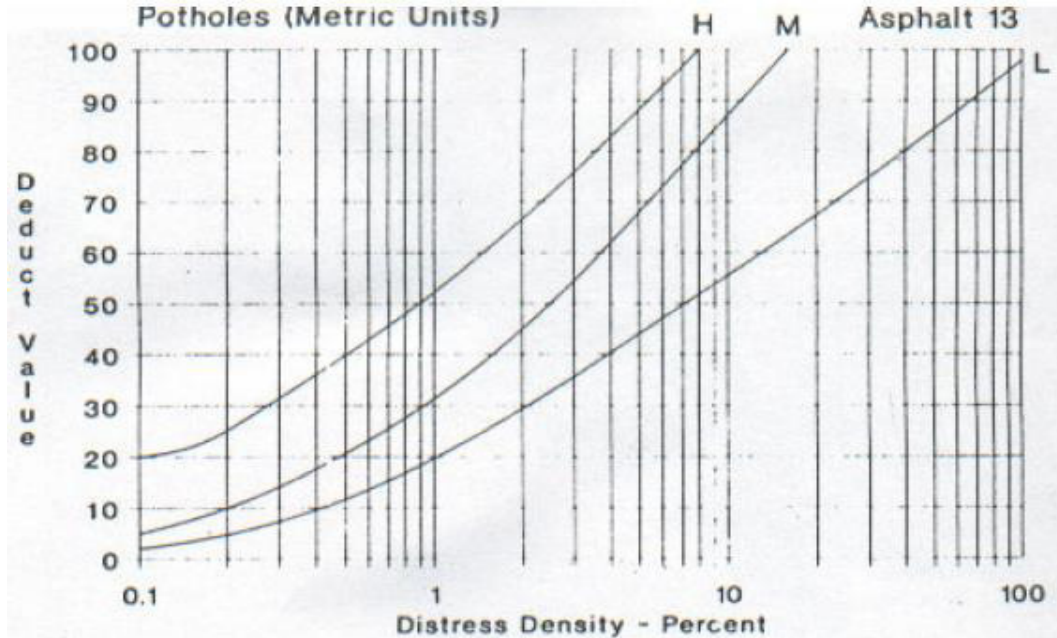
Gráfico 23. Valores deducidos para pulimiento de agregados



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

### 13. Huecos

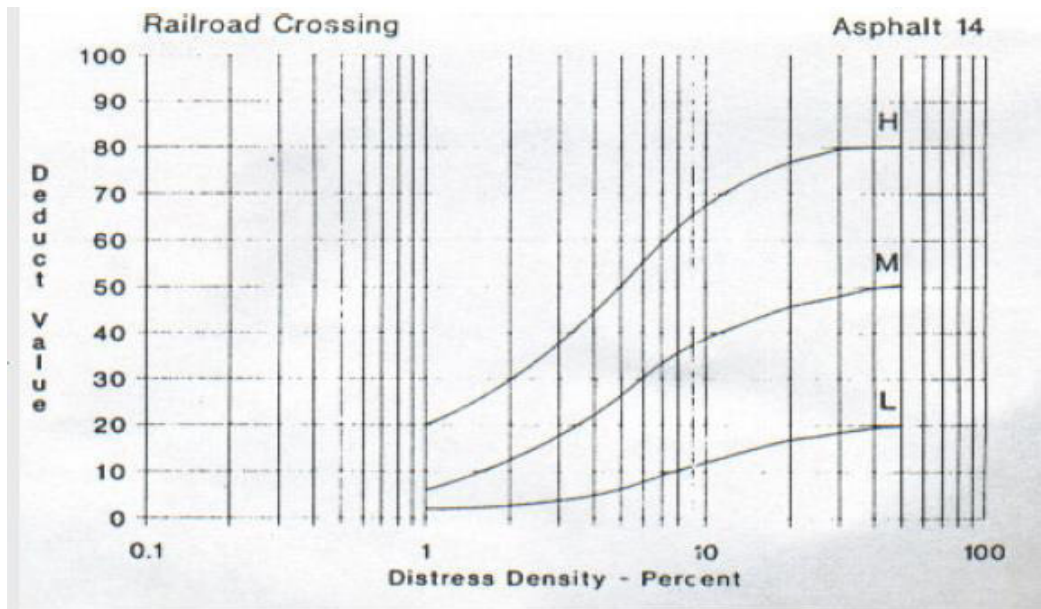
Gráfico 24. Valores deducidos para huecos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

### 14. Cruce de vía férrea

Gráfico 25. Valores deducidos para cruce de vía férrea

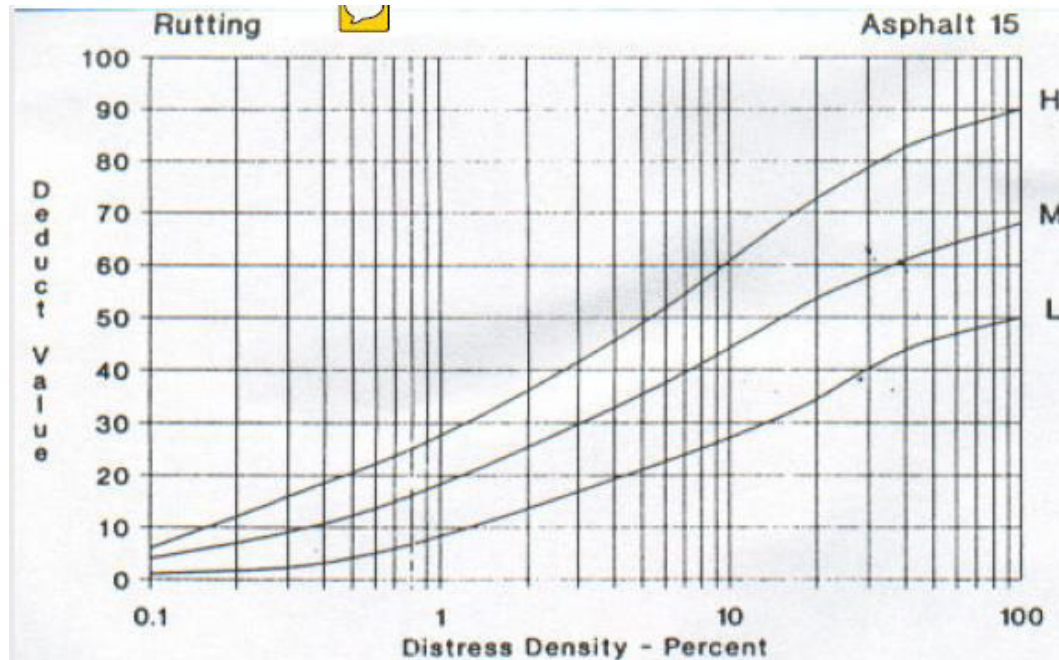


Fuente: Manual de evaluación superficial PCI



## 15. Ahuellamiento

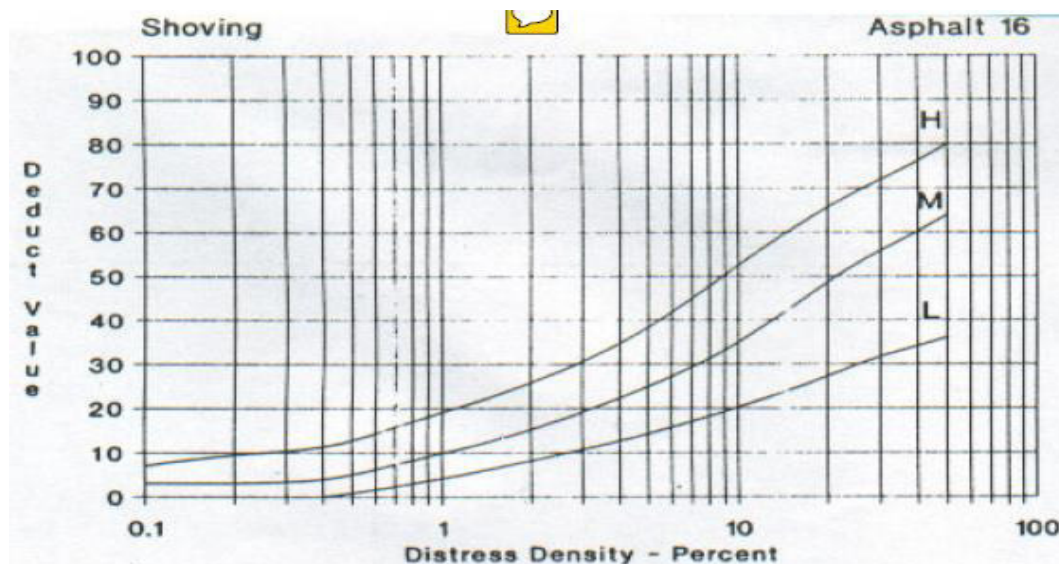
Gráfico 26. Valores deducidos para ahuellamiento



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

## 16. Desplazamiento

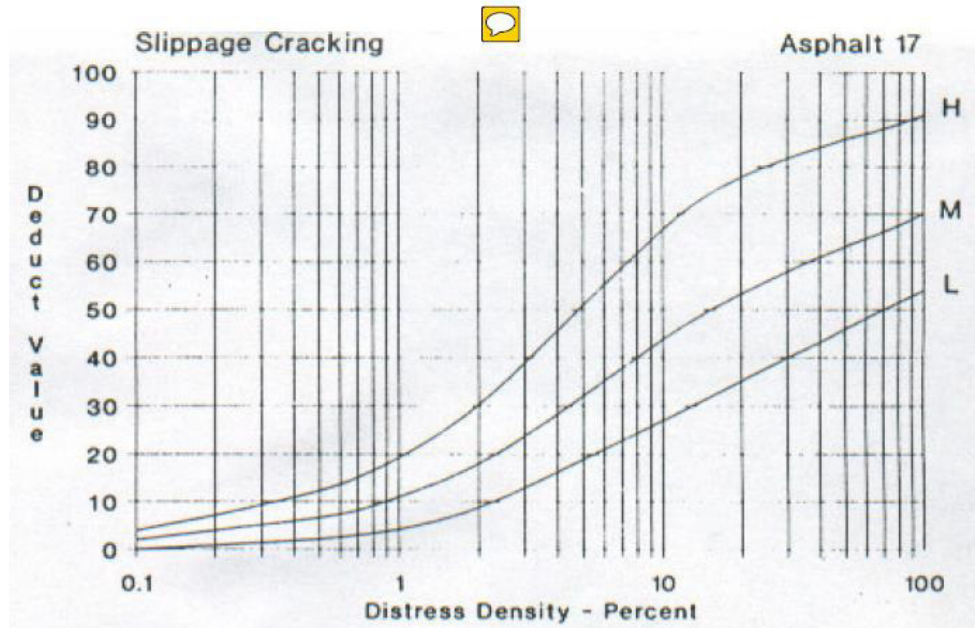
Gráfico 27. Valores deducidos para desplazamientos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

### 17. Grietas parabólicas o por deslizamiento

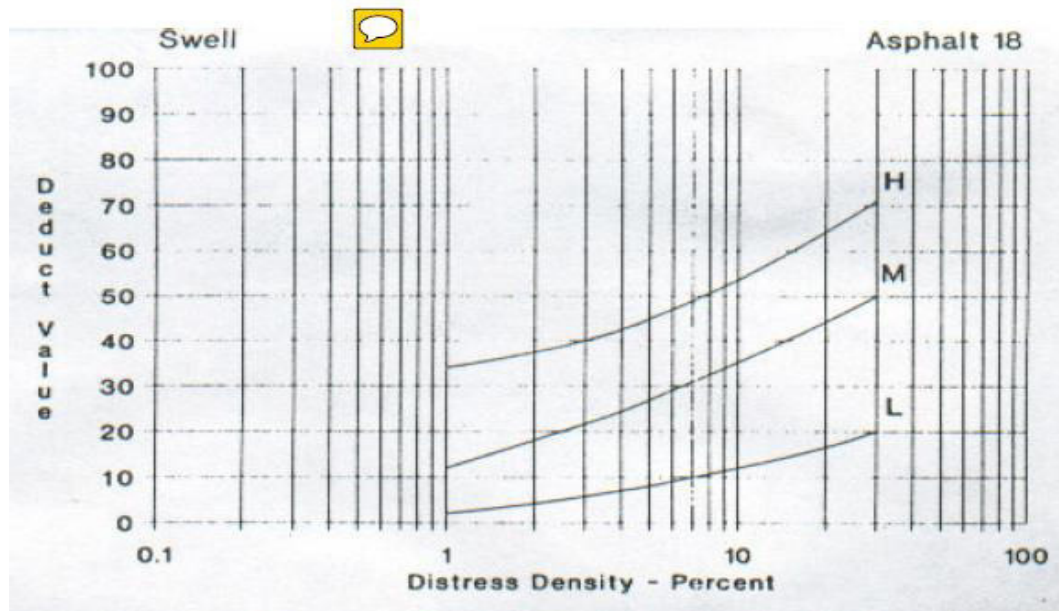
Gráfico 28. Valores deducidos para Grietas parabólicas o por deslizamiento



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

### 18. Hinchamiento

Gráfico 29. Valores deducidos para hinchamiento

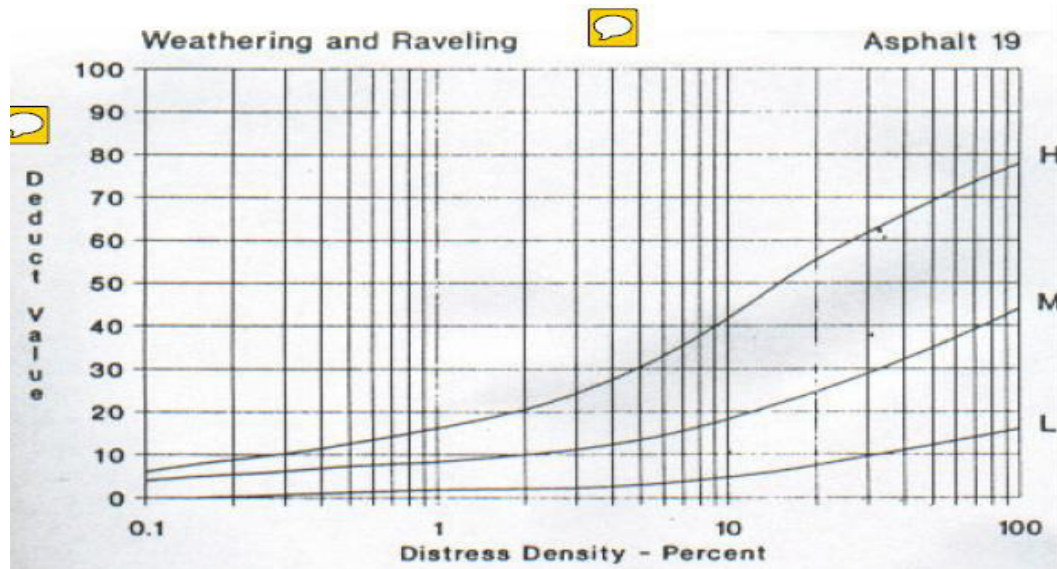


Fuente: Manual de evaluación superficial PCI



## 19. Meteorización/ desprendimiento de agregados.

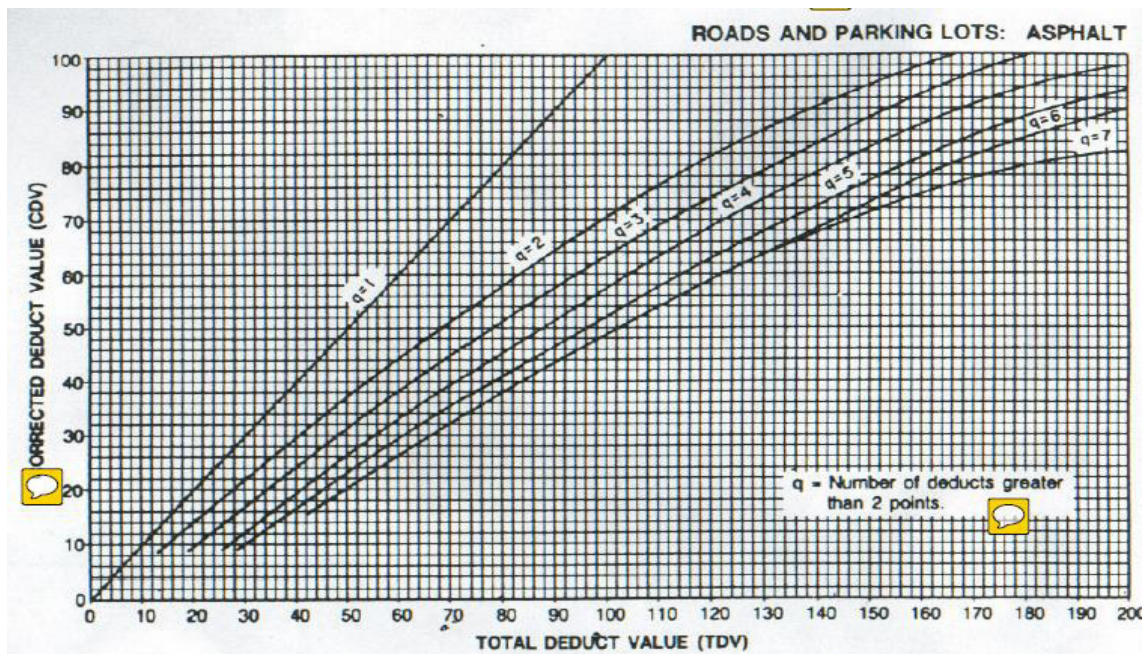
Gráfico 30. Valores deducidos para meteorización / desprendimiento de agregados



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI



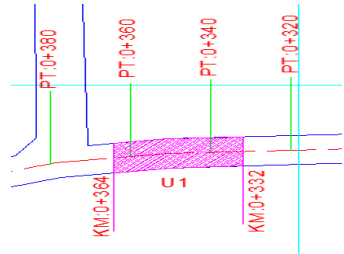
F. Nomograma para determinar el valor deducido corregido (CDV)



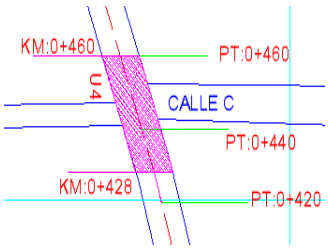
Gráfico 31. Valores deducidos finales




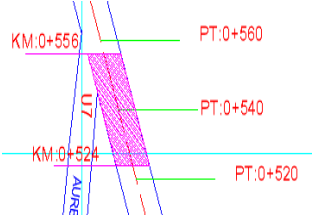

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI

G. Tablas de Evaluación Método PCI



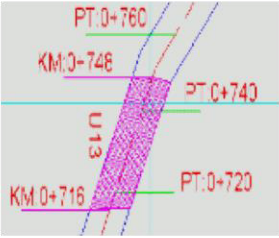
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS		EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)			
				<b>ORIGEN:</b> VÍA PATATE - PÍLLARO ,SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800		<b>REALIZO</b> Egdo. Julio David Castro Robalino			
<b>ABSCISA INICIAL</b> 0+332 km		<b>ABSCISA FINAL</b> 0+364 km		<b>FECHA</b> 30/05/2019		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b> 1			
<b>ABSCISA INICIAL</b> 0+332 km		<b>ABSCISA FINAL</b> 0+364 km		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b> 380,80					
Nº	COD	U	DAÑO				ESQUEMA		
1	PC	M2	PIEL COCODRILO						
2	EX	M2	EXUDACIÓN						
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE						
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS						
5	CR	M2	CORRUGACIÓN						
6	DE	M2	DEPRESIÓN						
7	FB	M	GRIETA DE BORDE						
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA						
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA						
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL						
11	PC	M2	PARCHEO						
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS						
13	H	MM	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)						
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA						
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS						
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO						
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA						
18	HI	M2	HINCHAMIENTO						
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
11	Media	1,03	1,98			3,01	0,79	9,00	
4	Media	0,80	0,60	1,50	1,00	0,75	4,65	1,22	
						<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	<b>21,00</b>		
						<b>NUMERO DE DEDUCIDO &gt; 2 (Q)</b>	<b>2,00</b>		
						<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	<b>12,00</b>		
						<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>9,08</b>		
CÁLCULO DE PCI									
Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC
1	12	9					21	2	15
2	12	2					14	1	14
								<b>Máx (VCD)</b>	<b>15</b>
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>									
<b>PCI=</b>						<b>85</b>	<b>MUY BUENO</b>		


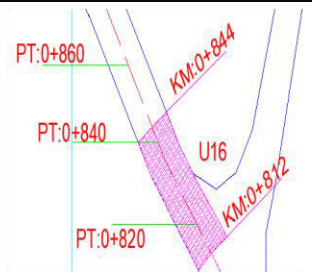

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS		EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
				ORIGEN:		VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800				
REALIZO		Egdo. Julio David Castro Robalino		FECHA		30/05/2019				
ABSCISA INICIAL		0+428 km		UNIDAD DE MUESTREO		4				
ABSCISA FINAL		0+460 km		ÁREA DE MUESTREO (m2)		380,80				
Nº	COD	U	DAÑO				ESQUEMA			
1	PC	M2	PIEL COCODRILO							
2	EX	M2	EXUDACIÓN							
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE							
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS							
5	CR	M2	CORRUGACIÓN							
6	DE	M2	DEPRESIÓN							
7	FB	M	GRIETA DE BORDE							
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA							
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA							
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL							
11	PC	M2	PARCHEO							
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS							
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)							
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA							
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS							
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO							
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA							
18	HI	M2	HINCHAMIENTO							
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS							
DAÑO		SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
1		Media	24,00				24,00	6,30	40,00	
10		Media	5,00	4,80	2,50	3,75	0,80	16,85	4,42	10,00
13		Baja	1,00				1,00	0,26	5,00	
			VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)						55,00	
			NUMERO DE DEDUCIDO > 2 (Q)						3,00	
			MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)						40,00	
			NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)						6,51	
CÁLCULO DE PCI										
Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC	
1	40	10	5				55	3	35	
2	40	10	2				52	2	39	
3	40	2	2				44	1	44	
								Máx (VCD)	44	
PCI = 100-Máx (VCD)										
PCI=		56		BUENO						



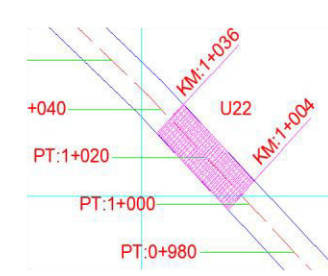



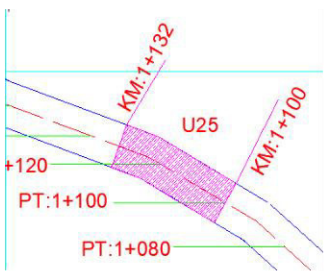

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS				
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>								
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800							
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>	30/05/2019			
<b>ABSCISA INICIAL</b>	0+524	km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		7			
<b>ABSCISA FINAL</b>	0+556	km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		380,80			
<b>Nº</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>		
1	PC	M2	PIEL COCODRILO					
2	EX	M2	EXUDACIÓN					
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE					
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS					
5	CR	M2	CORRUGACIÓN					
6	DE	M2	DEPRESIÓN					
7	FB	M	GRIETA DE BORDE					
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA					
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA					
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL			<b>FOTOGRAFÍA</b> 		
11	PC	M2	PARCHEO					
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS					
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)					
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA					
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS					
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO					
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA					
18	HI	M2	HINCHAMIENTO					
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>			<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
1	Media	2,80			2,80	0,74	19,00	
3	Media	95,25			95,25	25,01	26,00	
7	Media	16,00			16,00	4,20	10,00	
13	Media	1,00			1,00	0,26	11,00	
						<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	66,00	
						<b>NUMERO DE DEDUCIDO &gt; 2 (Q)</b>	<b>4,00</b>	
						<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	<b>26,00</b>	
						<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>7,80</b>	
<b>CÁLCULO DE PCI</b>								
<b>Nº</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>					<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	26	19	11	10		66	4	37
2	26	19	11	2		58	3	37
3	26	19	2	2		49	2	37
4	26	2	2	2		32	1	32
<b>Máx (VCD)</b>								37
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>								
					<b>PCI=</b>	63	<b>BUENO</b>	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS		FICM			
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800								
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>	30/05/2019				
<b>ABSCISA INICIAL</b>	0+620	km		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	10				
<b>ABSCISA FINAL</b>	0+652	km		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>	380,80				
<b>Nº</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
1	PC	M2	PIEL COCODRILO						
2	EX	M2	EXUDACIÓN						
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE						
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS						
5	CR	M2	CORRUGACIÓN						
6	DE	M2	DEPRESIÓN						
7	FB	M	GRIETA DE BORDE						
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA						
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA						
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL			<b>FOTOGRAFÍA</b> 			
11	PC	M2	PARCHEO						
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS						
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)						
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA						
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS						
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO						
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA						
18	HI	M2	HINCHAMIENTO						
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
1	Baja	6,80				6,80	1,79	17,00	
3	Baja	12,00				12,00	3,15	3,00	
10	Baja	1,50	3,00	6,00		10,50	2,76	1,00	
							<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	<b>21,00</b>	
							<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>	<b>3,00</b>	
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDV)</b>	<b>17,00</b>	
							<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>8,62</b>	
<b>CÁLCULO DE PCI</b>									
<b>Nº</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	17	3	1				21	3	10
2	17	3	2				22	2	15
3	17	2	2				21	1	21
<b>Máx (VCD)</b>								<b>21</b>	
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>									
<b>PCI=</b>						<b>79</b>	<b>MUY BUENO</b>		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS		EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)		
				<b>ORIGEN:</b> VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800				
<b>REALIZO</b>		Egdo. Julio David Castro Robalino		<b>FECHA</b>		30/05/2019		
<b>ABSCISA INICIAL</b>		0+716 km		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		13		
<b>ABSCISA FINAL</b>		0+748 km		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		380,80		
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>				<b>ESQUEMA</b>	
1	PC	M2	PIEL.COCODRILO					
2	EX	M2	EXUDACIÓN					
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE					
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS					
5	CR	M2	CORRUGACIÓN					
6	DE	M2	DEPRESIÓN					
7	FB	M	GRIETA DE BORDE					
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA					
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA					
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL					
11	PC	M2	PARCHEO					
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS					
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)					
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA					
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS					
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO					
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA					
18	HI	M2	HINCHAMIENTO					
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					
<b>DAÑO</b>		<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>			<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
2		Baja	35,70			35,70	9,38	1,00
3		Baja	2,40	6,20	3,60	12,20	3,20	3,00
10		Baja	0,90	1,20	3,00	1,80	6,90	1,81
			<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VID)</b>					<b>5,00</b>
			<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>					<b>3,00</b>
			<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>					<b>3,00</b>
			<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>					<b>9,91</b>
<b>CÁLCULO DE PCI</b>								
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>					<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	3	1	1			5	3	0
2	3	1	2			6	2	3
3	3	2	2			7	1	7
							<b>Máx (VCD)</b>	<b>7</b>
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>								
		<b>PCI=</b>	93					<b>EXCELENTE</b>


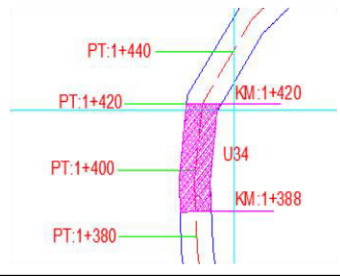

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS					
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800								
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>	30/05/2019				
<b>ABSCISA INICIAL</b>	0+812	km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		16				
<b>ABSCISA FINAL</b>	0+844	km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		380,80				
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>				
1	PC	M2	PIEL.COCODRILO						
2	EX	M2	EXUDACIÓN						
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE						
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS						
5	CR	M2	CORRUGACIÓN						
6	DE	M2	DEPRESIÓN						
7	FB	M	GRIETA DE BORDE						
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA						
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA						
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL			<b>FOTOGRAFÍA</b> 			
11	PC	M2	PARCHEO						
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS						
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)						
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA						
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS						
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO						
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA						
18	HI	M2	HINCHAMIENTO						
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
1	Alta	14,25	0,96			15,21	3,99	50,00	
10	Alta	7,50	0,90	1,80	0,60	0,50	11,30	2,97	17,00
19	Alta	18,00					18,00	4,73	30,00
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>							<b>97,00</b>		
<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>							<b>3,00</b>		
<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDV)</b>							<b>50,00</b>		
<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>							<b>5,59</b>		
<b>CÁLCULO DE PCI</b>									
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	50	30	17				97	3	62
2	50	30	2				82	2	59
3	50	2	2				54	1	54
<b>Máx (VCD)</b>								<b>62</b>	
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>									
<b>PCI=</b>		<b>38</b>	<b>MALO</b>						

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS</b>									
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800								
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino	<b>FECHA</b>	30/05/2019						
<b>ABSCISA INICIAL</b>	1+004 km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	22						
<b>ABSCISA FINAL</b>	1+036 km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>	380,80						
<b>Nº</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>	<b>ESQUEMA</b>					
1	PC	M2	PIEL COCODRILO						
2	EX	M2	EXUDACIÓN						
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE						
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS						
5	CR	M2	CORRUGACIÓN						
6	DE	M2	DEPRESIÓN						
7	FB	M	GRIETA DE BORDE						
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA						
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA						
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL						
11	PC	M2	PARCHEO						
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS						
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)						
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA						
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS						
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO						
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA						
18	HI	M2	HINCHAMIENTO						
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>			<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>		
1	Baja	2,20			2,20	0,58	7,00		
11	Baja	9,00			9,00	2,36	6,00		
13	Baja	2,00			2,00	0,53	11,00		
					<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>		<b>24,00</b>		
					<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>		<b>3,00</b>		
					<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDV<sub>i</sub>)</b>		<b>11,00</b>		
					<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>		<b>9,17</b>		
<b>CÁLCULO DE PCI</b>									
<b>Nº</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	11	7	6			24	3	12	
2	11	7	2			20	2	14	
3	11	2	2			15	1	15	
<b>Máx (VCD)</b>								<b>15</b>	
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>									
<b>PCI=</b>								<b>85</b>	<b>MUY BUENO</b>



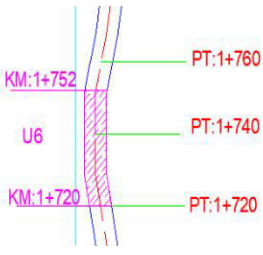
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS					
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>											
<b>ORIGEN:</b>		VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800									
<b>REALIZO</b>		Egdo. Julio David Castro Robalino				<b>FECHA</b>		30/05/2019			
<b>ABSCISA INICIAL</b>		1+100		km		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		25			
<b>ABSCISA FINAL</b>		1+132		km		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		380,80			
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>				<b>ESQUEMA</b>				
1	PC	M2	PIEL COCODRILO								
2	EX	M2	EXUDACIÓN								
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE								
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS								
5	CR	M2	CORRUGACIÓN								
6	DE	M2	DEPRESIÓN								
7	FB	M	GRIETA DE BORDE								
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA								
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA								
10	FL	M	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL								
11	PC	M2	PARCHEO								
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS								
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)								
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA								
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS								
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO								
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA								
18	HI	M2	HINCHAMIENTO								
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS								
<b>FOTOGRAFÍA</b>											
											
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>			
3	Baja	29,75				29,75	7,81	17,00			
10	Baja	1,50	6,00	2,00	1,00	10,50	2,76	1,00			
							<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	<b>18,00</b>			
							<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>	<b>2,00</b>			
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	<b>17,00</b>			
							<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>8,62</b>			
<b>CÁLCULO DE PCI</b>											
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>					<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>			
1	17	1				18	2	13			
2	17	2				19	1	19			
							<b>Máx (VCD)</b>	<b>19</b>			
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>											
					<b>PCI=</b>	81	<b>MUY BUENO</b>				


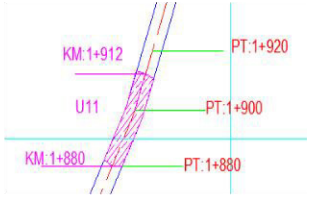



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS		FICM			
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800								
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>	30/05/2019				
<b>ABSCISA INICIAL</b>	1+292	km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		31				
<b>ABSCISA FINAL</b>	1+324	km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		380,80				
<b>Nº</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>			
1	PC	M2	PIEL COCODRILO						
2	EX	M2	EXUDACIÓN						
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE						
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS						
5	CR	M2	CORRUGACIÓN						
6	DE	M2	DEPRESIÓN						
7	FB	M	GRIETA DE BORDE						
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA						
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA						
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL			<b>FOTOGRAFÍA</b>			
11	PC	M2	PARCHEO						
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS						
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)						
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA						
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS						
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO						
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA						
18	HI	M2	HINCHAMIENTO						
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
1	Baja	1,00	1,00			2,00	0,53	7,00	
7	Media	9,00				9,00	2,36	9,00	
13	Media	2,00				2,00	0,53	20,00	
						<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	<b>36,00</b>		
						<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>	<b>3,00</b>		
						<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	<b>20,00</b>		
						<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>8,35</b>		
<b>CÁLCULO DE PCI</b>									
<b>Nº</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	20	9	7			36	3	21	
2	20	9	2			31	2	23	
3	20	2	2			24	1	24	
<b>Máx (VCD)</b>								<b>24</b>	
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>									
						<b>PCI=</b>	<b>76</b>	<b>MUY BUENO</b>	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS			
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>							
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800						
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>	30/05/2019		
<b>ABSCISA INICIAL</b>	1+388	km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		34		
<b>ABSCISA FINAL</b>	1+420	km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		380,80		
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>	
1	PC	M2	PIEL COCODRILO				
2	EX	M2	EXUDACIÓN				
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE				
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS				
5	CR	M2	CORRUGACIÓN				
6	DE	M2	DEPRESIÓN				
7	FB	M	GRIETA DE BORDE				
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA				
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA				
10	FL	M	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL			<b>FOTOGRAFÍA</b> 	
11	PC	M2	PARCHEO				
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS				
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)				
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA				
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS				
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO				
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA				
18	HI	M2	HINCHAMIENTO				
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>			<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
11	Baja	18,00	18,00		36,00	9,45	16,00
13	Baja	4,00			4,00	1,05	21,00
					<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	<b>37,00</b>	
					<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>	<b>2,00</b>	
					<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	<b>21,00</b>	
					<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>8,26</b>	
<b>CÁLCULO DE PCI</b>							
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>				<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	21	16			37	2	27
2	21	2			23	1	23
						<b>Máx (VCD)</b>	<b>27</b>
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>							
					<b>PCI=</b>	<b>73</b>	<b>MUY BUENO</b>



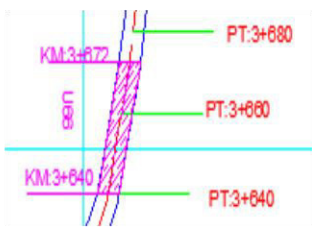



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS</b>									
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>									
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800								
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino	<b>FECHA</b>	30/05/2019						
<b>ABSCISA INICIAL</b>	1+720 km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	6						
<b>ABSCISA FINAL</b>	1+752 km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m<sup>2</sup>)</b>	243,20						
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>	<b>ESQUEMA</b>					
1	PC	M2	PIEL COCODRILO						
2	EX	M2	EXUDACIÓN						
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE						
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS						
5	CR	M2	CORRUGACIÓN						
6	DE	M2	DEPRESIÓN						
7	FB	M	GRIETA DE BORDE						
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA						
9	DC	M	DESIVEL CARRIL/ BERMA						
10	FL	M	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL						
11	PC	M2	PARCHEO						
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS						
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)						
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA						
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS						
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO						
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA						
18	HI	M2	HINCHAMIENTO						
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>			<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>		
6	Baja	7,20			7,20	2,96	8,00		
7	Baja	3,40	1,50		4,90	2,01	2,00		
					<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	<b>10,00</b>			
					<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>	<b>2,00</b>			
					<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	<b>8,00</b>			
					<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>9,45</b>			
<b>CÁLCULO DE PCI</b>									
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	8	2				10	2	6	
2	8	2				10	1	10	
							<b>Máx (VCD)</b>	<b>10</b>	
<b>PCI = 100 - Máx (VCD)</b>									
					<b>PCI=</b>	<b>90</b>	<b>EXCELENTE</b>		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS				
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>								
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800							
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>		30/05/2019		
<b>ABSCISA INICIAL</b>	1+880	km		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		11		
<b>ABSCISA FINAL</b>	1+912	km		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		243,20		
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>		
1	PC	M2	PIEL COCODRILO					
2	EX	M2	EXUDACIÓN					
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE					
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS					
5	CR	M2	CORRUGACIÓN					
6	DE	M2	DEPRESIÓN					
7	FB	M	GRIETA DE BORDE					
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA					
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA					
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL			<b>FOTOGRAFÍA</b> 		
11	PC	M2	PARCHEO					
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS					
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)					
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA					
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS					
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO					
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA					
18	HI	M2	HINCHAMIENTO					
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
1	Alta	45,60				45,60	18,75	69,00
10	Alta	6,00	6,50	4,00		16,50	6,78	26,00
						<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VID)</b>		95,00
						<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>		2,00
						<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVI)</b>		69,00
						<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>		3,85
<b>CÁLCULO DE PCI</b>								
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>					<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	69	26				95	2	68
2	69	2				71	1	71
<b>Máx (VCD)</b>								71
<b>PCI = 100- Máx (VCD)</b>								
						<b>PCI=</b>	29	<b>MALO</b>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS				
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>								
<b>ORIGEN:</b>		VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800						
<b>REALIZO</b>		Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>		30/05/2019	
<b>ABSCISA INICIAL</b>		2+680	km		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		36	
<b>ABSCISA FINAL</b>		2+712	km		<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		243,20	
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>		
1	PC	M2	PIEL COCODRILO					
2	EX	M2	EXUDACIÓN					
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE					
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS					
5	CR	M2	CORRUGACIÓN					
6	DE	M2	DEPRESIÓN					
7	FB	M	GRIETA DE BORDE					
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA					
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA					<b>FOTOGRAFÍA</b>
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL					
11	PC	M2	PARCHEO					
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS					
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)					
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA					
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS					
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO					
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA					
18	HI	M2	HINCHAMIENTO					
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
6	Baja	12,00				12,00	4,93	10,00
12	Baja	15,20				15,20	6,25	1,00
						<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>		<b>11,00</b>
						<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>		<b>2,00</b>
						<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>		<b>10,00</b>
						<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>		<b>9,27</b>
<b>CÁLCULO DE PCI</b>								
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>					<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	10	1				11	2	7
2	10	2				12	1	12
							<b>Máx (VCD)</b>	<b>12</b>
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>								
		<b>PCI=</b>	88					<b>EXCELENTE</b>

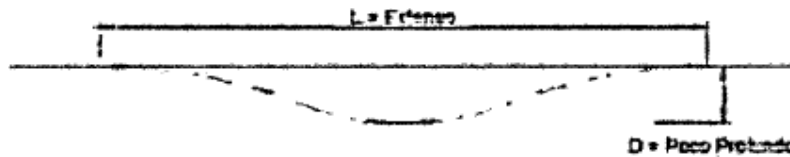
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS		EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)	
				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS		EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)	
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800						
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino			<b>FECHA</b>	30/05/2019		
<b>ABSCISA INICIAL</b>	3+480	km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>		61		
<b>ABSCISA FINAL</b>	3+512	km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>		243,20		
<b>Nº</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			<b>ESQUEMA</b>	
1	PC	M2	PIEL COCODRILO				
2	EX	M2	EXUDACIÓN				
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE				
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS				
5	CR	M2	CORRUGACIÓN				
6	DE	M2	DEPRESIÓN				
7	FB	M	GRIETA DE BORDE				
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			<b>FOTOGRAFÍA</b> 	
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA				
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL				
11	PC	M2	PARCHEO				
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS				
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)				
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA				
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS				
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO				
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA				
18	HI	M2	HINCHAMIENTO				
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>			<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
4	Media	3,00			3,00	1,23	13,00
10	Media	1,50	1,00	2,40	6,00	4,48	10,00
12	Baja	13,20			13,20	5,43	1,00
					<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VID)</b>	24,00	
					<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>	3,00	
					<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDVi)</b>	13,00	
					<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	8,99	
<b>CÁLCULO DE PCI</b>							
<b>Nº</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>				<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	13	10	1		24	3	13
2	13	10	2		25	2	18
3	13	2	2		17	1	17
<b>Máx (VCD)</b>							18
<b>PCI = 100-Máx (VCD)</b>							
					<b>PCI=</b>	82	<b>MUY BUENO</b>

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA CIVIL- LABORATORIOS</b>						
<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>						
<b>ORIGEN:</b>	VÍA PATATE - PÍLLARO , SECCIÓN 2, Km 0+000 AL KM 3+800					
<b>REALIZO</b>	Egdo. Julio David Castro Robalino	<b>FECHA</b>	30/05/2019			
<b>ABSCISA INICIAL</b>	3+640 km	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	66			
<b>ABSCISA FINAL</b>	3+672 km	<b>ÁREA DE MUESTREO (m2)</b>	243,20			
<b>N°</b>	<b>COD</b>	<b>U</b>	<b>DAÑO</b>			
1	PC	M2	PIEL COCODRILO			
2	EX	M2	EXUDACIÓN			
3	AG	M2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			
4	AB	M2	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS			
5	CR	M2	CORRUGACIÓN			
6	DE	M2	DEPRESIÓN			
7	FB	M	GRIETA DE BORDE			
8	FR	M	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			
9	DC	M	DESNIVEL CARRIL/ BERMA			
10	FL	M	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL			
11	PC	M2	PARCHEO			
12	AP	M2	PULIMIENTO DE AGREGADOS			
13	H	U	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)			
14	VF	M2	CRUCE VÍA FÉRREA			
15	A	M2	AHUELLAMIENTOS			
16	D	M2	DESPLAZAMIENTO			
17	FP	M2	GRIETA PARABÓLICA			
18	HI	M2	HINCHAMIENTO			
19	DA	M2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
		<b>ESQUEMA</b>				
						
		<b>FOTOGRAFÍA</b>				
						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>	<b>TOTAL</b>			
7	Baja	7,45	7,45			
9	Baja	2,50	2,50			
		<b>VALOR TOTAL DE DEDUCIDO (VTD)</b>	<b>4,00</b>			
		<b>NUMERO DE DEDUCIDO ? 2 (Q)</b>	<b>2,00</b>			
		<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO (HDV)</b>	<b>3,00</b>			
		<b>NÚMERO ADMISIBLE DEDUCIDO (mi)</b>	<b>9,91</b>			
<b>CÁLCULO DE PCI</b>						
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>			<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	3	1		4	2	1
2	3	2		5	1	5
<b>Máx (VCD)</b>						<b>5</b>
<b>PCI = 100 - Máx (VCD)</b>						
<b>PCI = 95 EXCELENTE</b>						

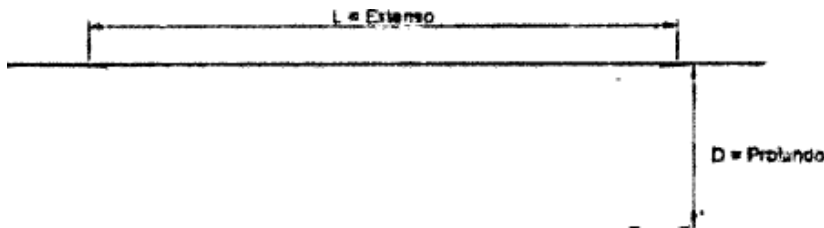
## H. Criterios de Evaluación Superficial Viga Benkelman

Dentro de la metodología de la Viga Benkelman existen valores característicos de deflexiones en el pavimento, como las deflexiones medidas en los ensayos ( $D_0$ ) y la rigidez relativa ( $L_0$ ) entre un pavimento y su Subrasante, los cuales se pueden utilizar para establecer relaciones cualitativas entre las características de la curva de deflexiones y el sistema pavimento-subrasante.

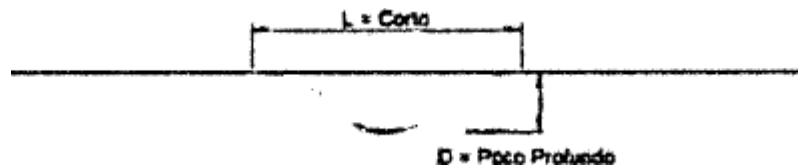
**Gráfico 32. Deflexión tipo I, curva extensa poco profunda**



**Gráfico 33. Deflexión tipo II, curva extensa profunda**



**Gráfico 34. Deflexión tipo III, curva corta poco profunda**



### Gráfico 35. Deflexión tipo IV, curva corta profunda



De acuerdo a los tipos de deflexiones antes mostrados en la Tabla N<sup>o</sup> 16 y 17, ya citadas, se obtendrán el siguiente análisis, dentro de los diferentes tipos de modelos de deformación se interpretan de la siguiente manera:

**Tipo I:** Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión pequeña. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, además de una subrasante que posee materiales que cumplen con la calidad solicitada.

**Tipo II:** Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión grande. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, Pero una subrasante que posee materiales que no cumplen con la calidad solicitada.

**Tipo III:** Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión pequeña. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, las cuales ya no cumplen con los estándares de calidad solicitados (en granulometría, compactación, CBR, etc.).

**Tipo IV:** Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión grande. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, además de una subrasante que posee materiales inadecuados con un bajo CBR, así como deficiencia en el grado de compactación y/o mal drenaje.



I. Archivo Fotográfico



FOTO N°1. Obtención de las muestras



FOTO N°2. Granulometría agregados





FOTO N°3. Ensayo Limites Plasticidad



FOTO N°4. Ensayo Proctor Modificado



FOTO N°5. Peso del suelo



FOTO N°6. Contenido de Humedad



FOTO N°7. Cilindros



FOTO N°8. Ensayo CBR



FOTO N°9. Ensayo CBR



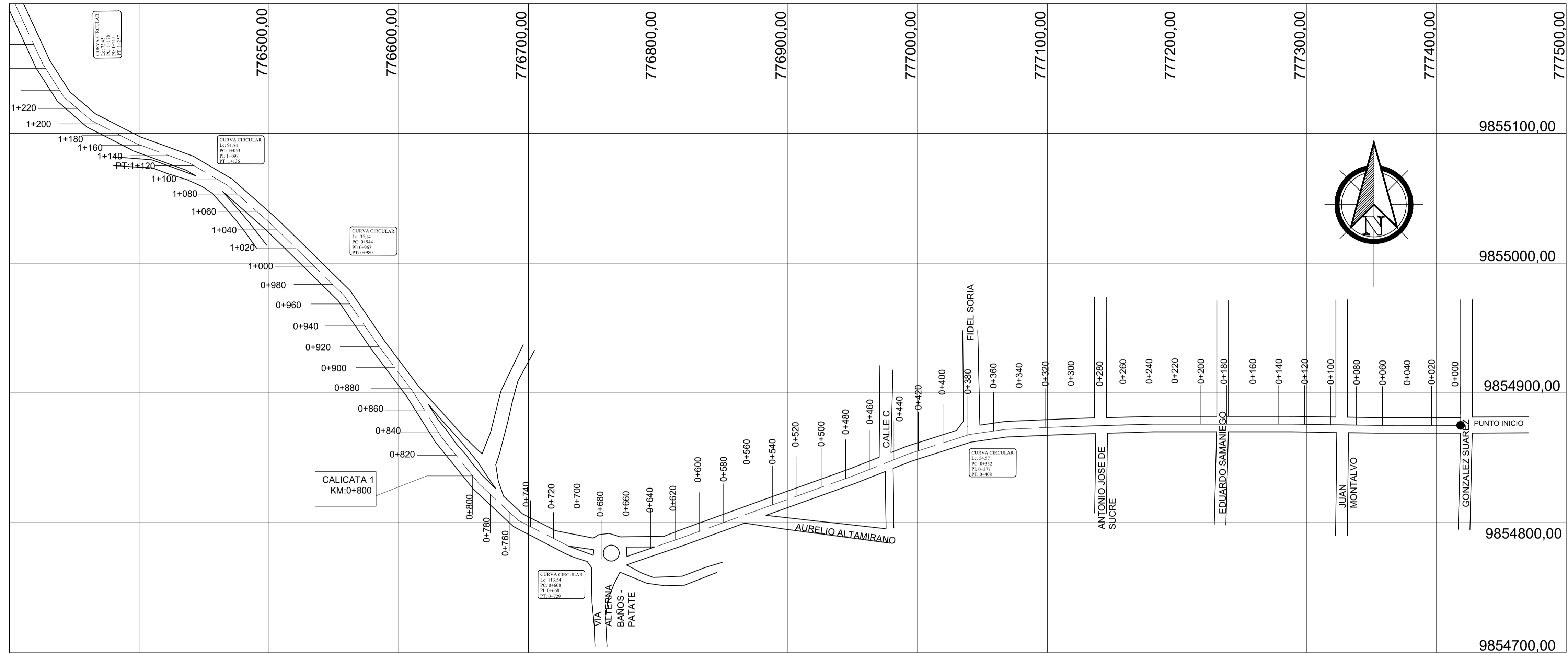
FOTO N°10. Viga Benkelman

## J. Planos (Puntos Coordinadas, Abscisado Vía)

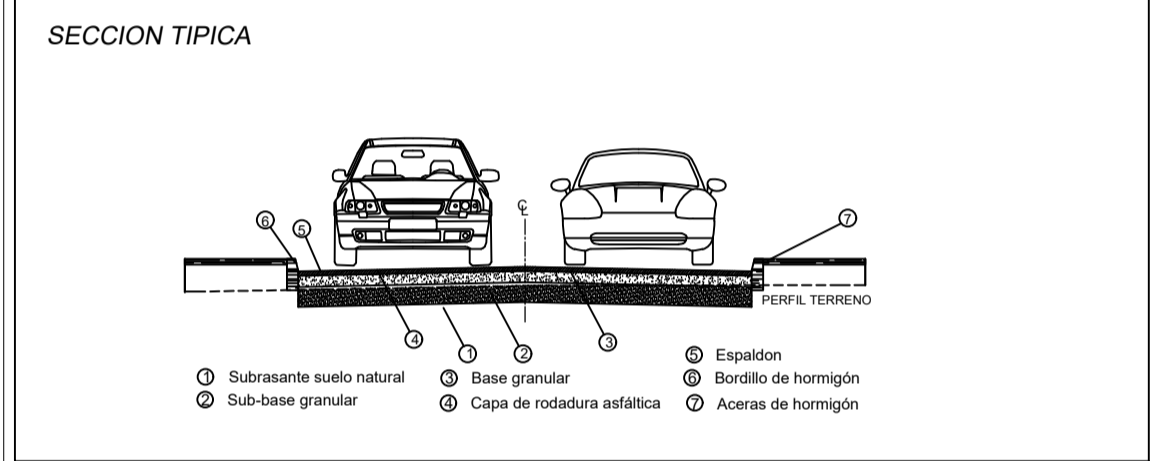
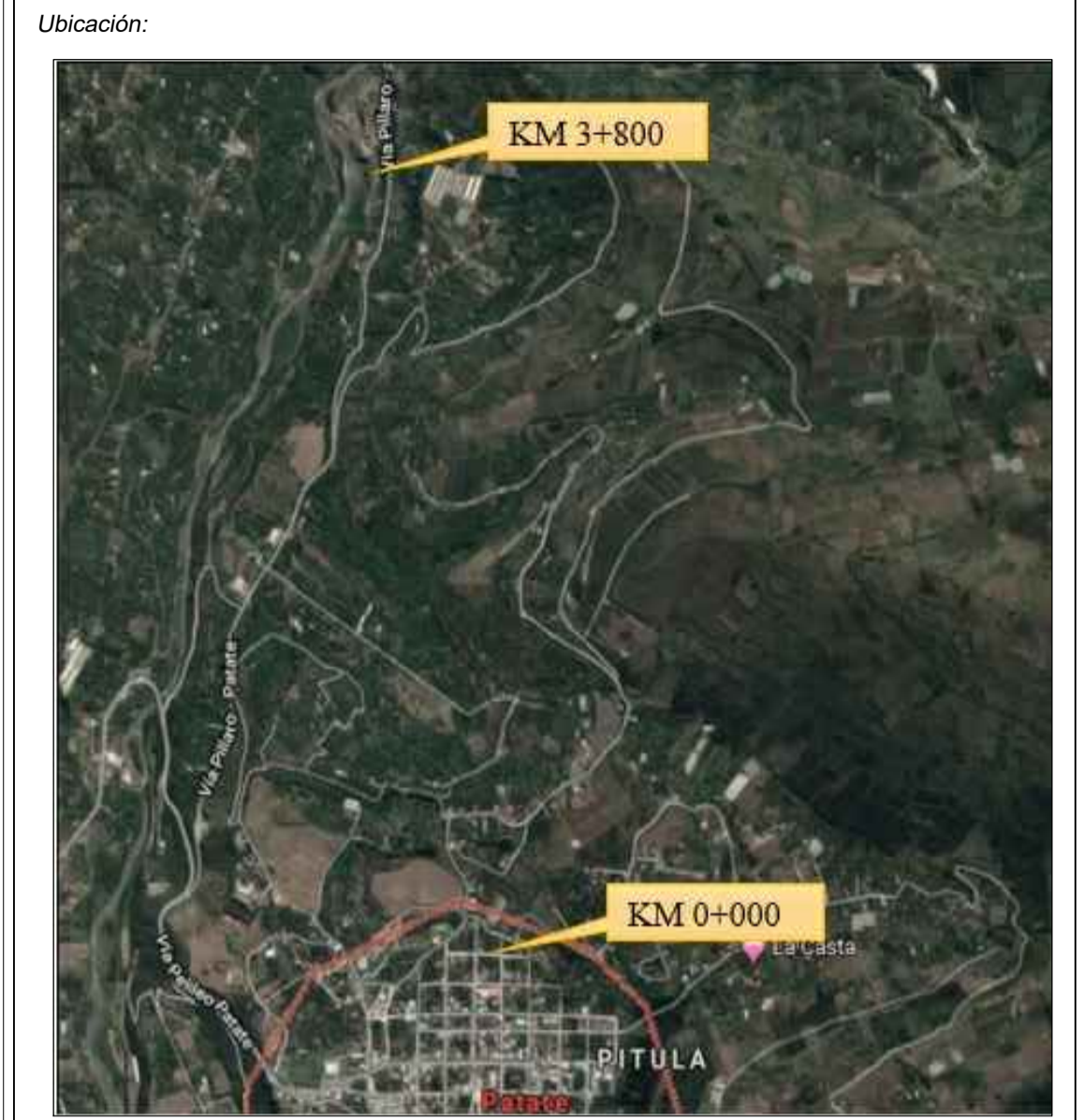
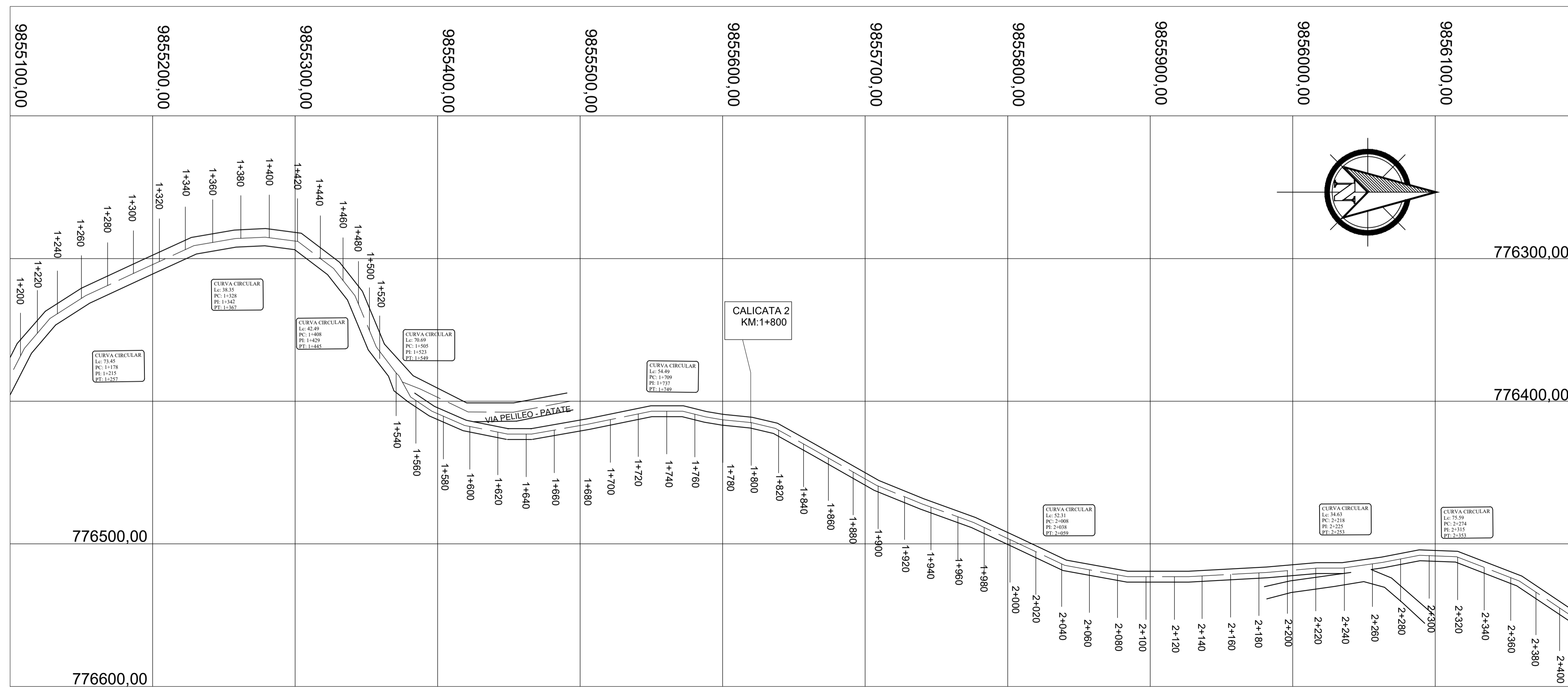
- Selección de Calicatas
- Método PCI
- Viga Benkelman



## IDENTIFICACIÓN DE CALICATAS KM 0+000 AL KM 1+220



## IDENTIFICACIÓN DE CALICATAS KM 1+220 AL KM 2+400



Descripción:

CALICATA	ABSCISA
1	KM 0+800
2	KM 1+800
3	KM 2+800
4	KM 3+800

Referencias:

ABSCISA	NORTE	ESTE
KM 0+000	9854875.00 m S	777418.51 m E
KM 0+380	9857447.22 m S	777035.23 m E

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

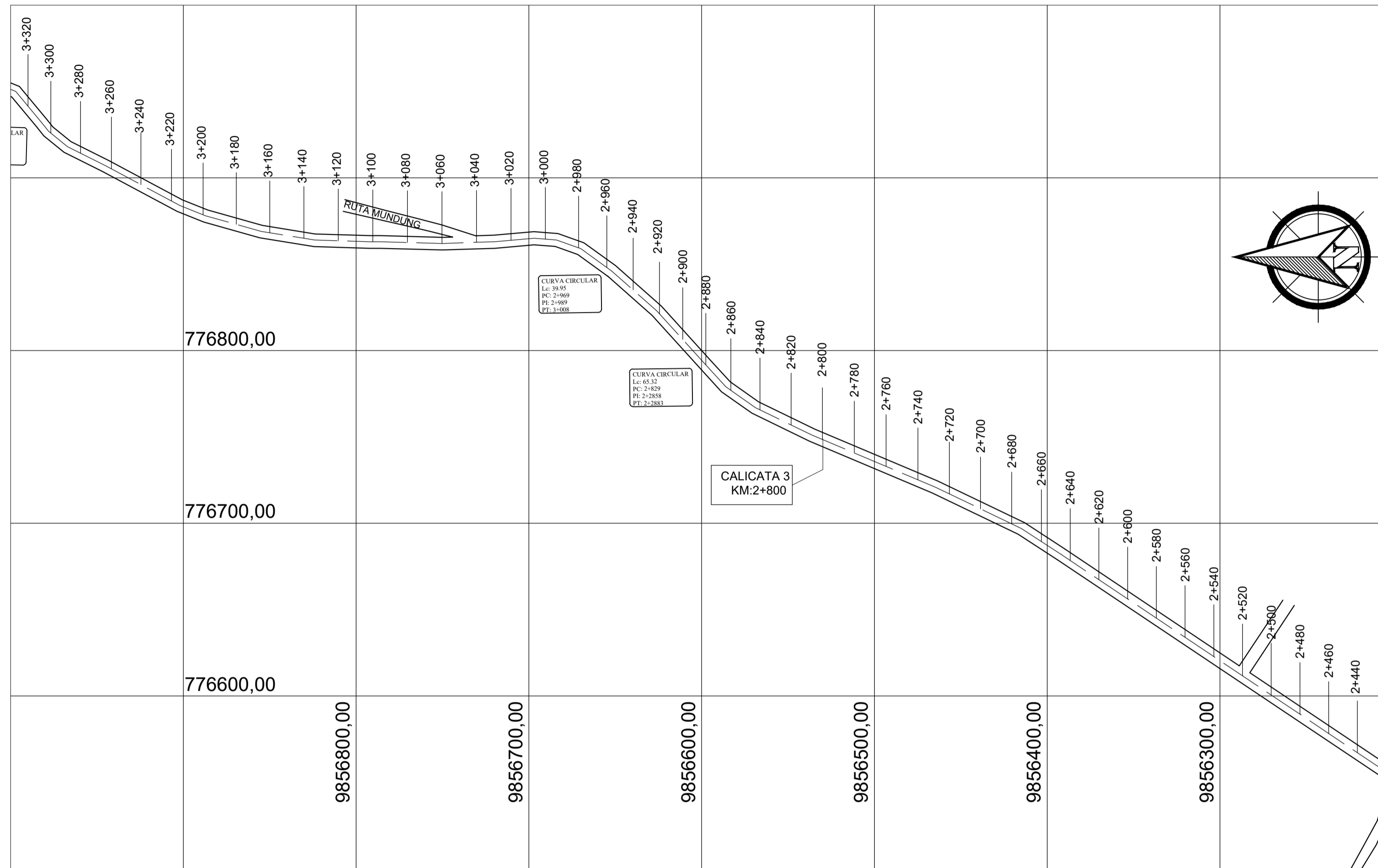
Proyecto:  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Contiene:  
- DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 2+100  
- IDENTIFICACIÓN DE CALICATAS

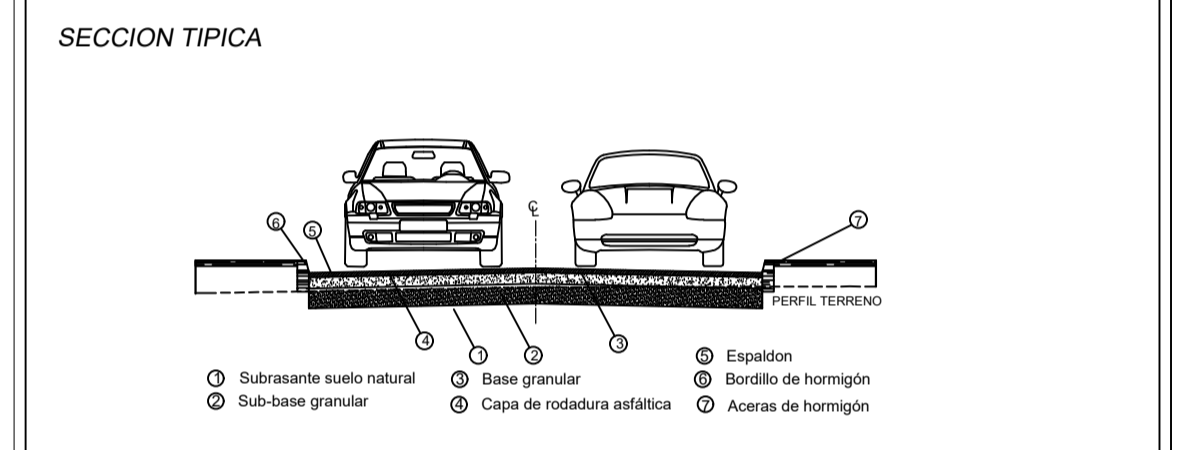
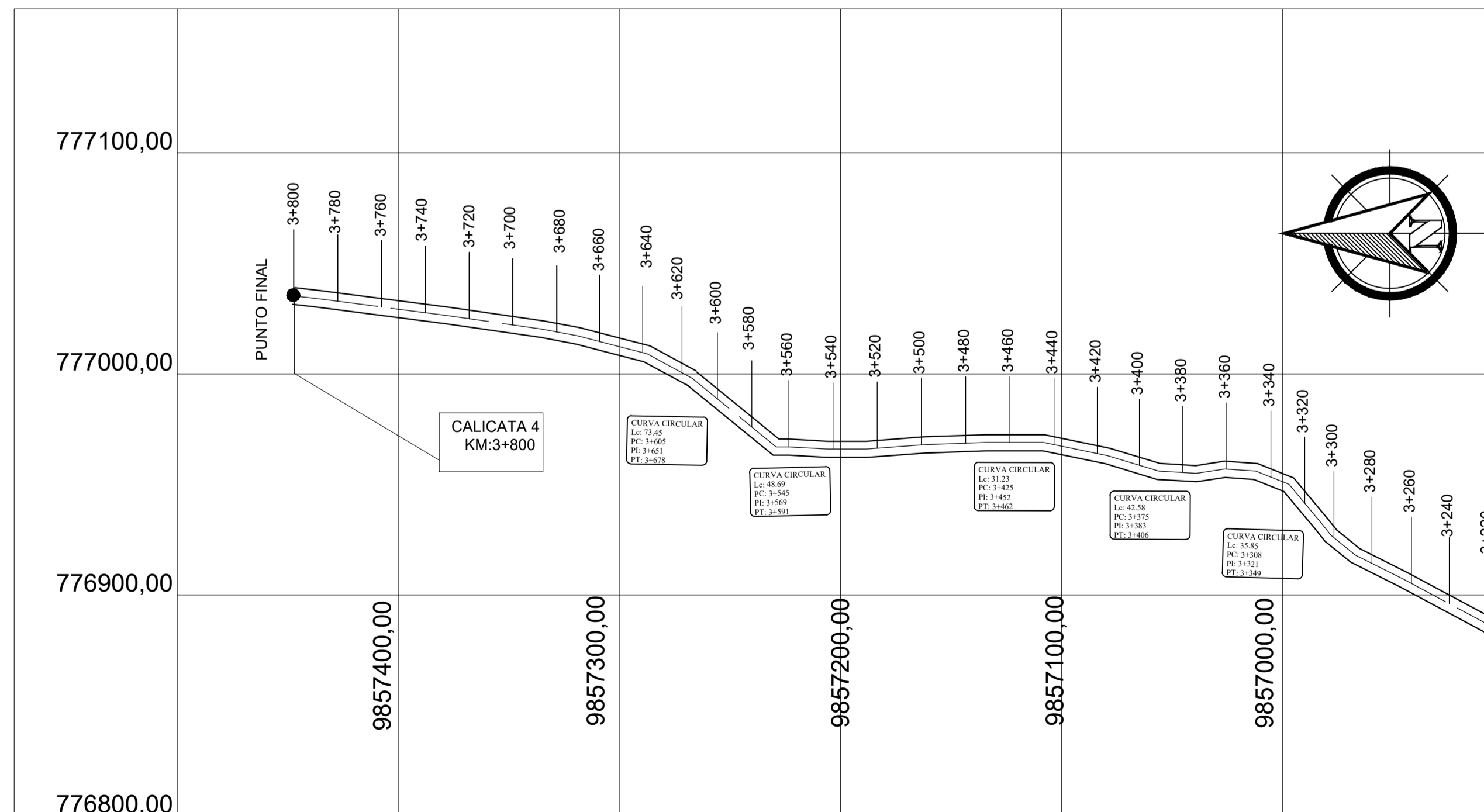
Ubicación: Provincia de Tungurahua, Cantón Patate y Píllaro		<b>1 DE 6</b>
Fecha: Diciembre / 2019	Escala: 1:2000	
Revisado:	Aprobado:	Dibujo:
Ing. Marisol Bayas.	Ing. Marisol Bayas.	Egdo. Julio David Castro Robalino



## IDENTIFICACIÓN CALICATAS KM 2+400 AL KM3+200



## IDENTIFICACIÓN CALICATAS KM 3+200 AL KM3+800



Descripción:

CALICATA	ABSCISA
1	KM 0+800
2	KM 1+800
3	KM 2+800
4	KM 3+800

Referencias:

ABSCISA	NORTE	ESTE
KM 0+000	9854875,00 m S	777418,51 m E
KM 0+380	9857447,22 m S	777035,23 m E

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

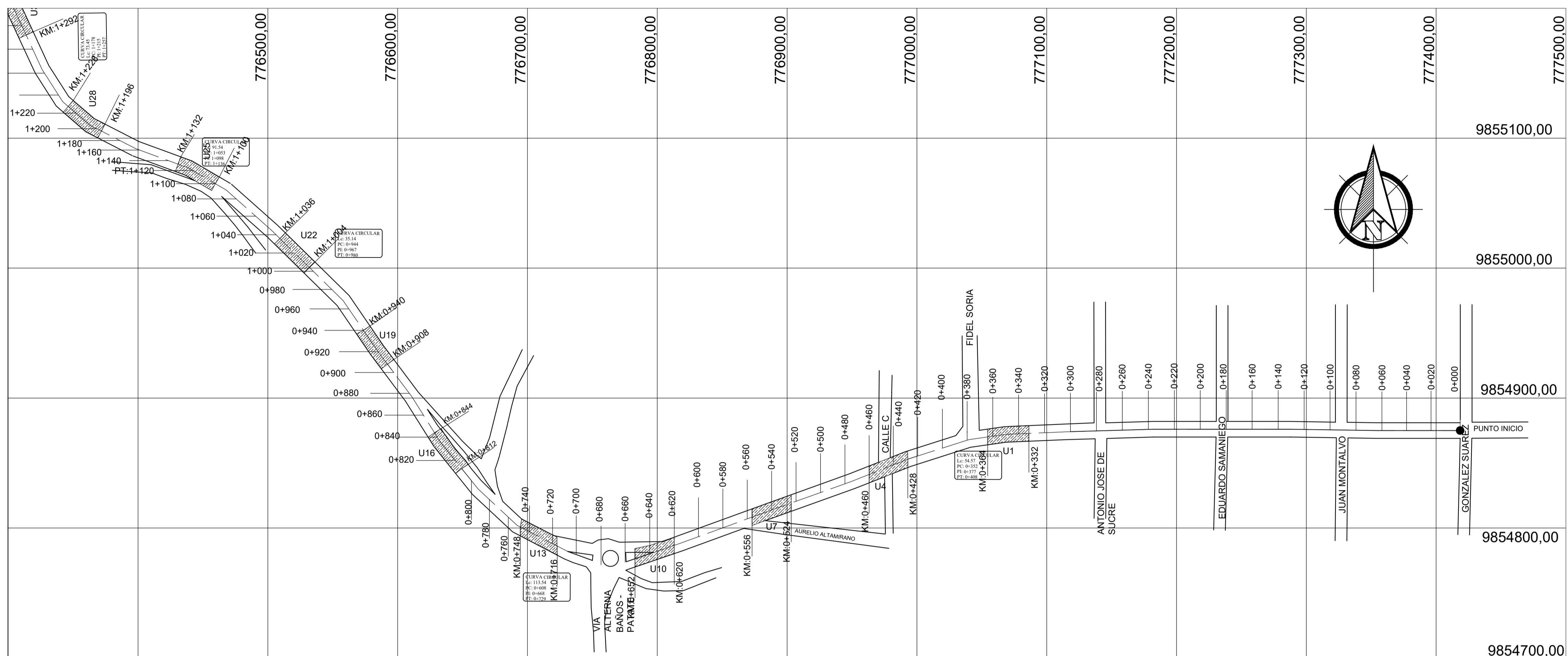
Proyecto:  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Contiene:  
- DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO KM 2+100 AL KM 3+800  
- IDENTIFICACIÓN DE CALICATAS

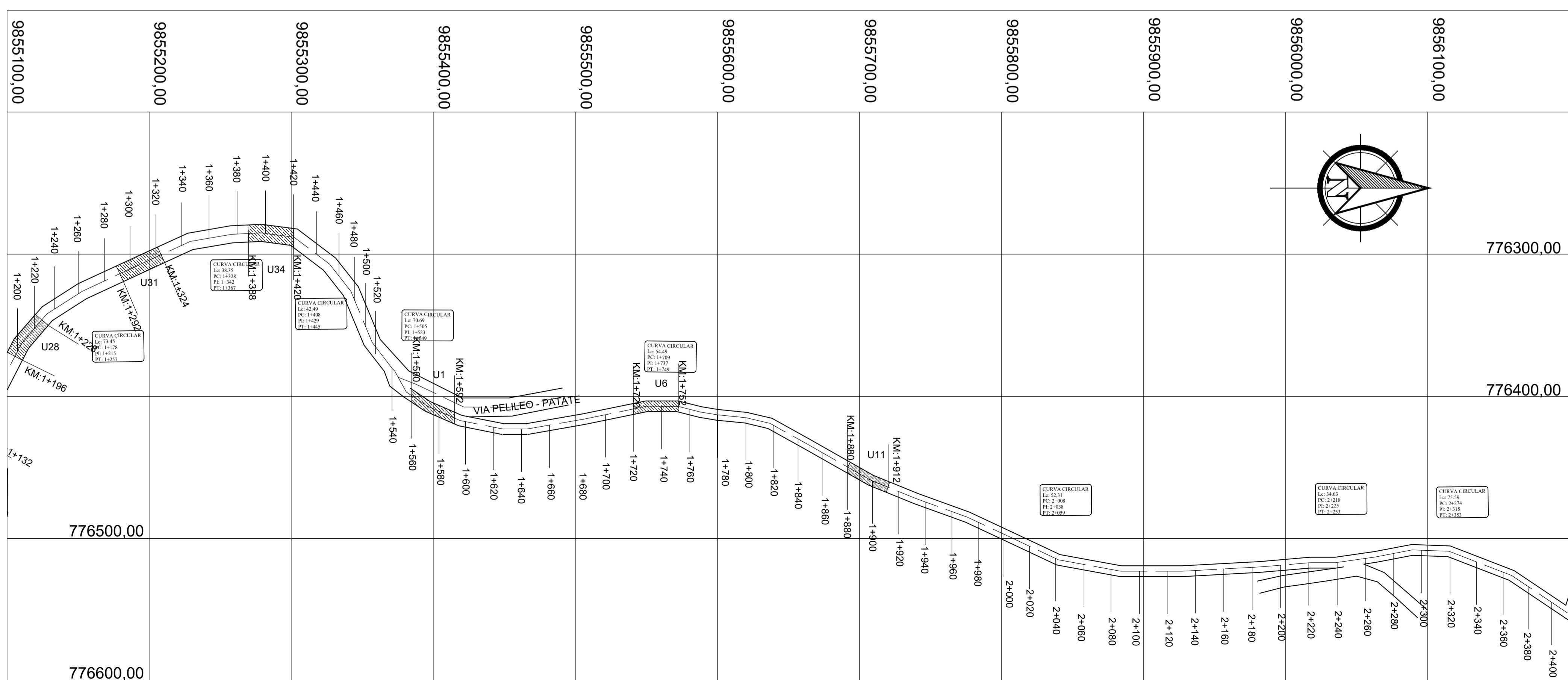
Ubicación: Provincia de Tungurahua, Cantón Patate y Pillaro	2 DE 6
Fecha: Diciembre / 2019	
Revisado:	Aprobado:
Ing. Marisol Bayas.	Ing. Marisol Bayas.
Dibujado:	Egdo. Julio David Castro Robalino



## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI KM 0+000 AL KM 1+220



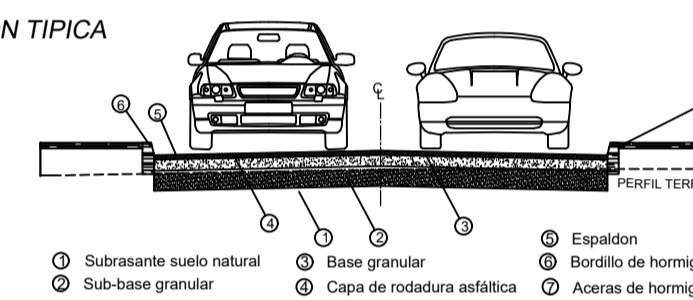
## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI KM 1+220 AL KM 2+400



Ubicación:



SECCION TIPICA



UNIDAD MUESTREO	TIPOS DE FALLAS		
1	PARCHEO	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	
4	PIEL COCODRILO	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)
7	PIEL COCODRILO	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	GRIETA DE BORDE (CANTIDAD)
10	PIEL COCODRILO	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL
13	EXUDACIÓN	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL
16	PIEL COCODRILO	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS
22	PIEL COCODRILO	PARCHEO	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)
25	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL	
31	PIEL COCODRILO	GRIETA DE BORDE	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)
34	PARCHEO	HUECOS / BARCHES (CANTIDAD)	
6	DEPRESIÓN	GRIETA DE BORDE	
11	PIEL COCODRILO	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL	
36	DEPRESIÓN	PULIMIENTO DE AGREGADOS	
61	GRIETA DE BORDE	DESNIVEL CARRIL / BERMIA	
66	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS

Referencias:

ABSCISA	NORTE	ESTE
KM 0+000	9854875.00 m S	777418.51 m E
KM 0+380	9857447.22 m S	777035.23 m E

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Contiene:  
- DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 2+100  
- EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE PAVIMENTO PCI

Ubicación:  
Provincia de Tungurahua, Cantón Patate y Pillaro

Fecha:  
Diciembre / 2019

Revisado:

Ing. Marisol Bayos.

Escala:  
1:2000

Aprobado:

Ing. Marisol Bayos.

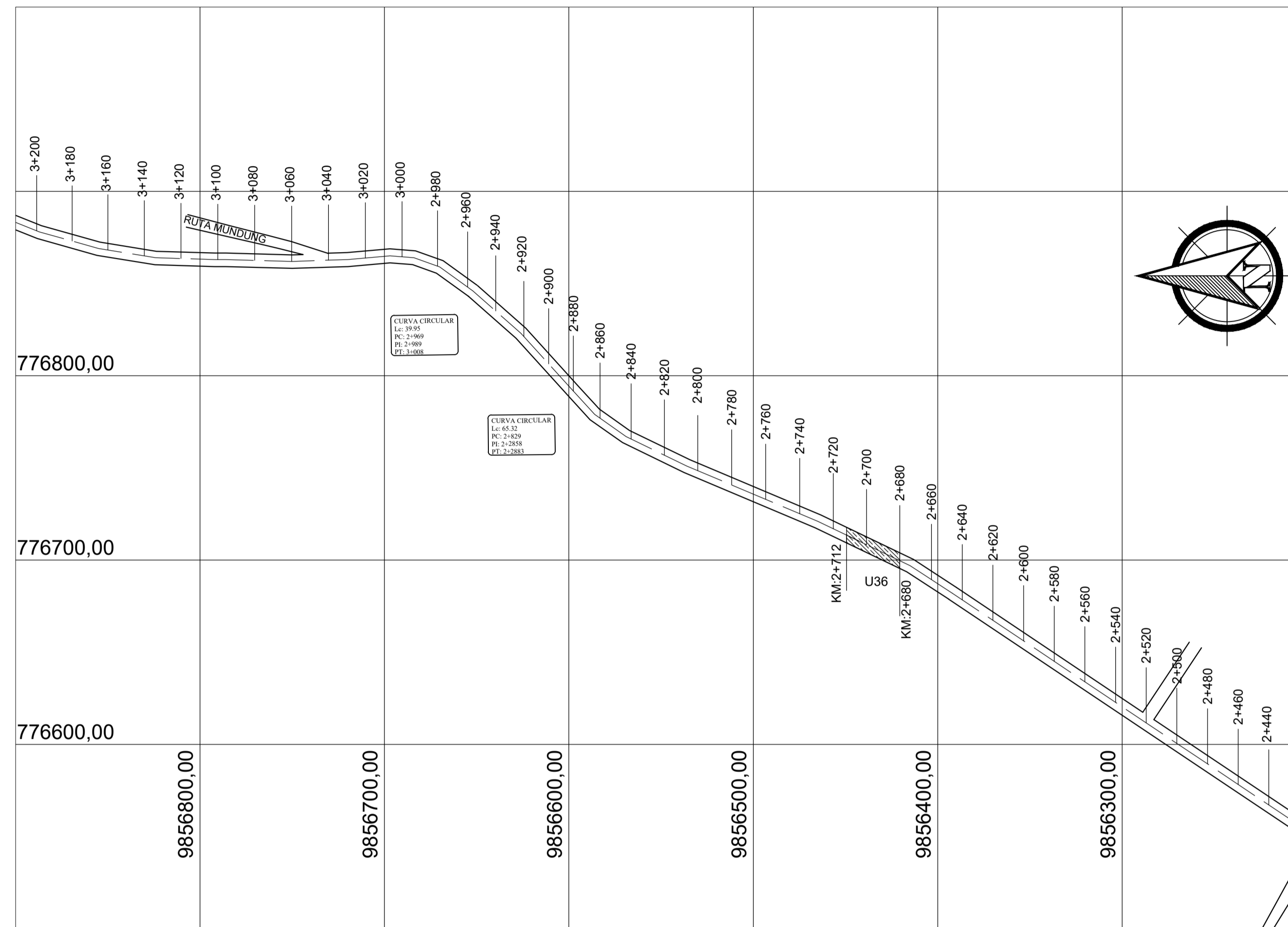
3 DE 6

Dibujo:

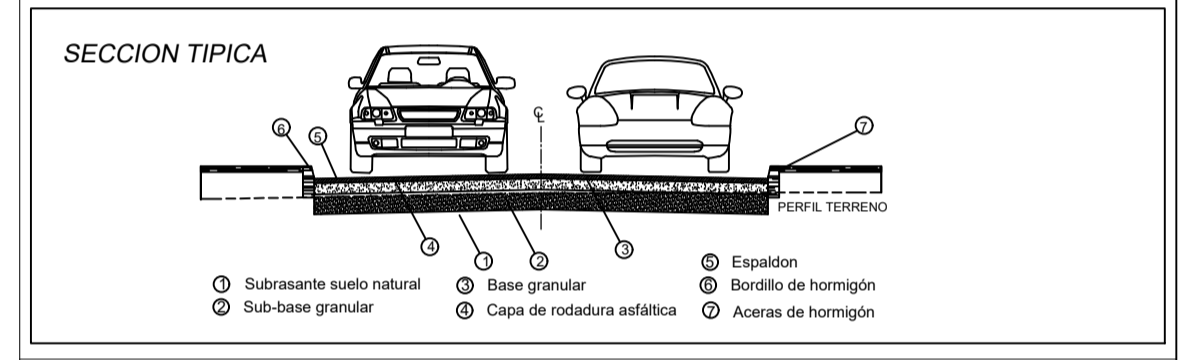
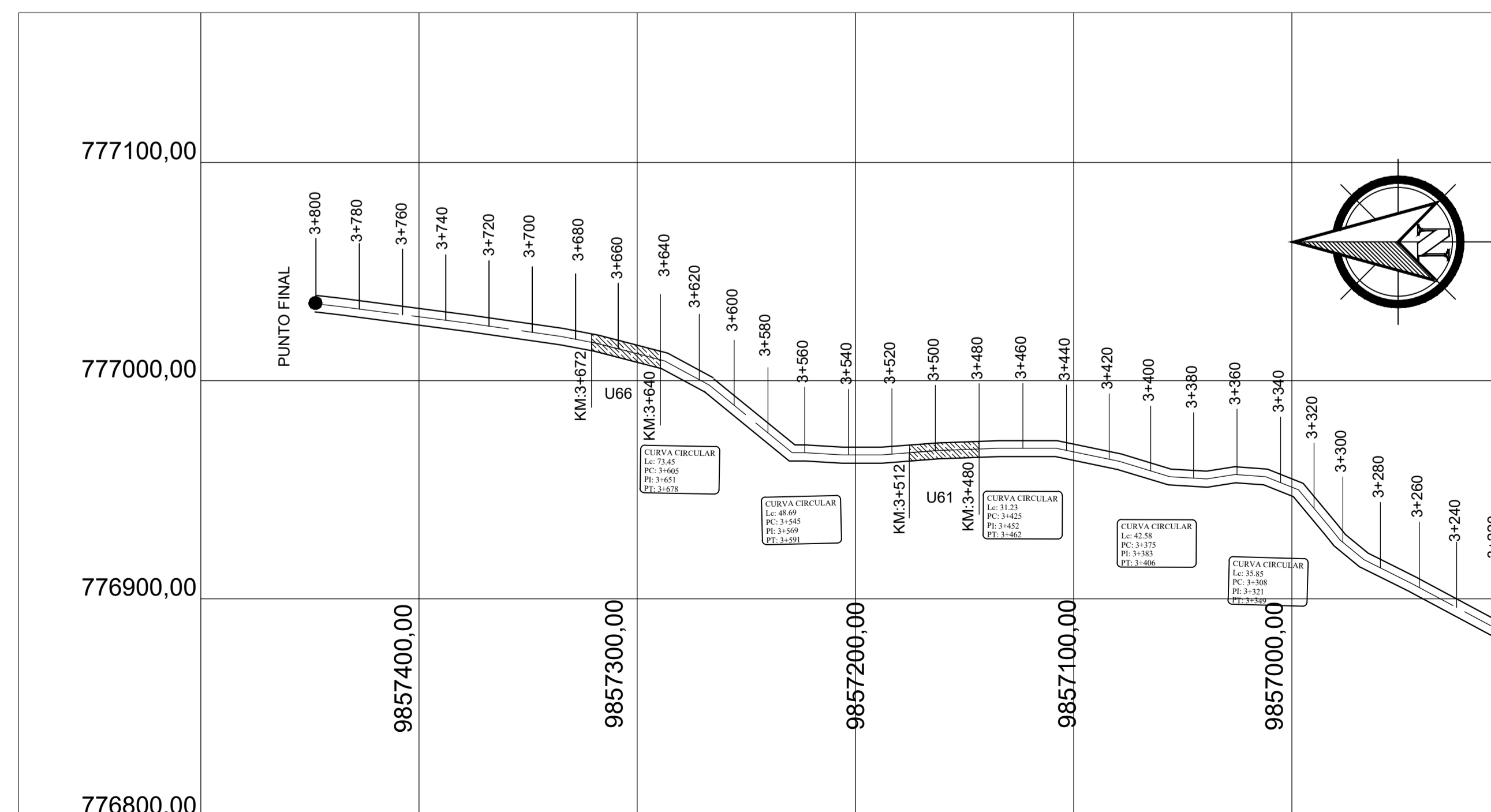
Egdo. Julio David Castro Robalino



# EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI KM 2+400 AL KM 3+200



# EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI KM 3+200 AL KM 3+800



UNIDAD MUESTREO	TIPOS DE FALLAS
1	PARCHEO
4	PIEL COCODRILO
7	PIEL COCODRILO
10	PIEL COCODRILO
13	EXUDACIÓN
16	PIEL COCODRILO
22	PIEL COCODRILO
25	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE
31	PIEL COCODRILO
34	PARCHEO
6	DEPRESIÓN
11	PIEL COCODRILO
36	DEPRESIÓN
61	GRIETA DE BORDE
66	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS

Referencias:

ABSCISA	NORTE	ESTE
KM 0+000	9854875.00 m S	777418.51 m E
KM 0+380	9857447.22 m S	777035.23 m E

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:  
 IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Contiene:  
 - DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 2+100 AL KM 3+800  
 - EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE PAVIMENTO PCI

Ubicación: Provincia de Tungurahua, Cantón Patate y Pillaro

Fecha: Diciembre / 2019

Revisado: Ing. Marisol Bayas.

Escala: 1:2000

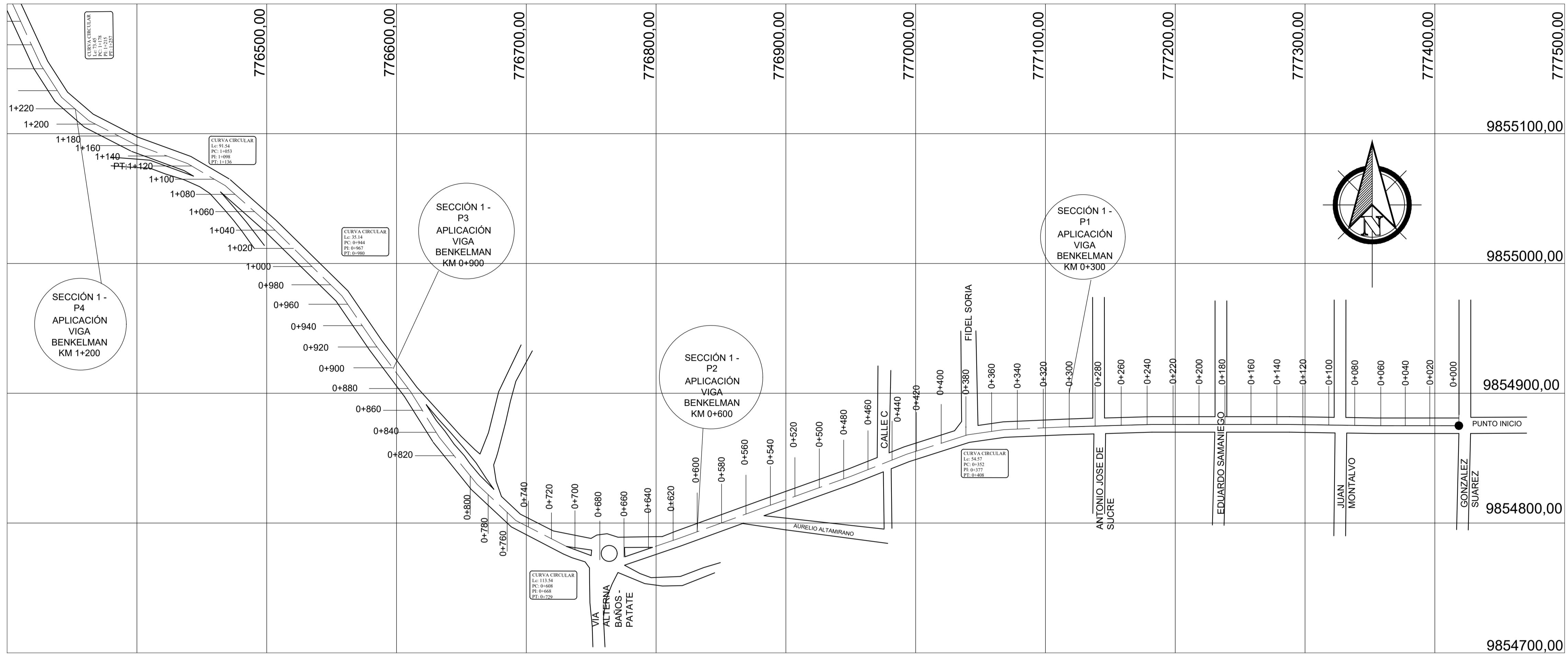
Aprobado: Ing. Marisol Bayas.

Dibujo: Ego. Julio David Castro Robalino

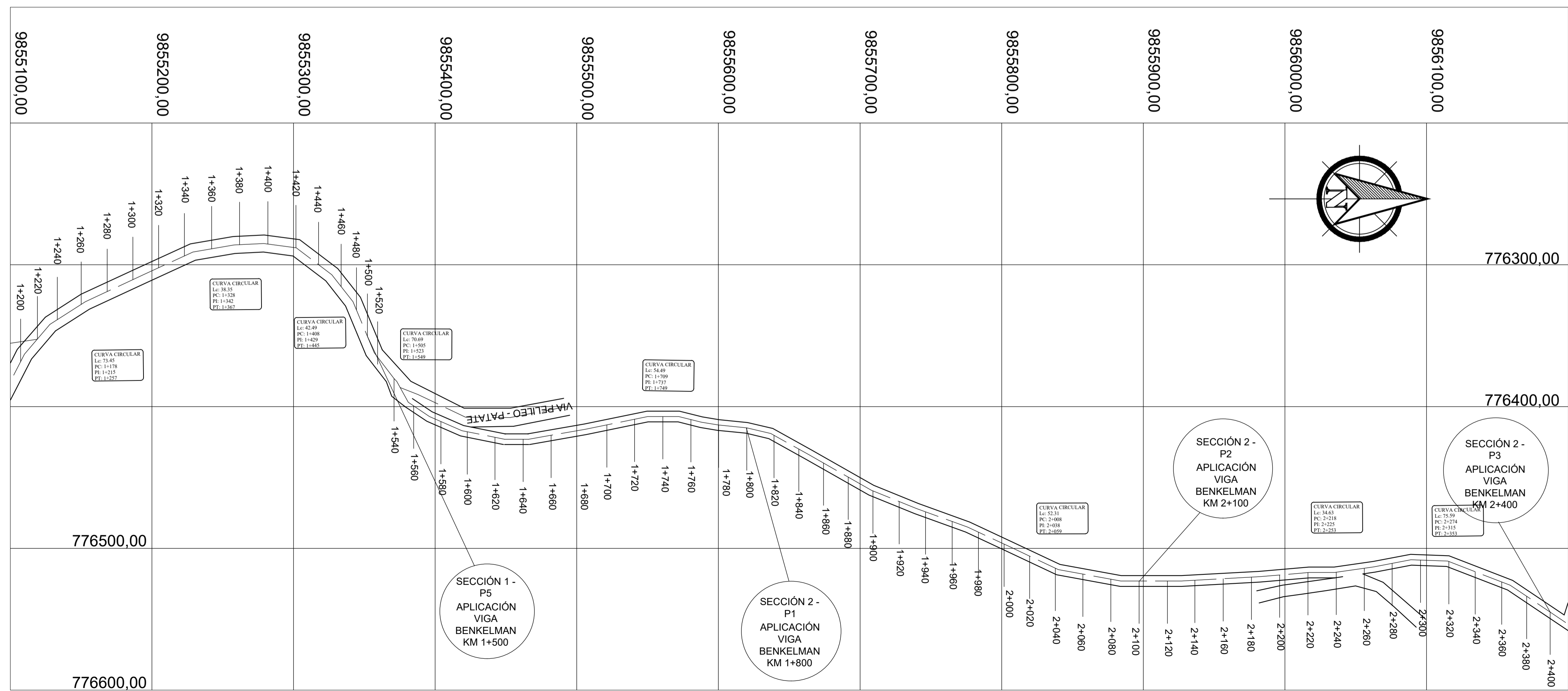
4 DE 6



## IDENTIFICACIÓN VIGA BENKELMAN KM 0+000 AL KM 1+220



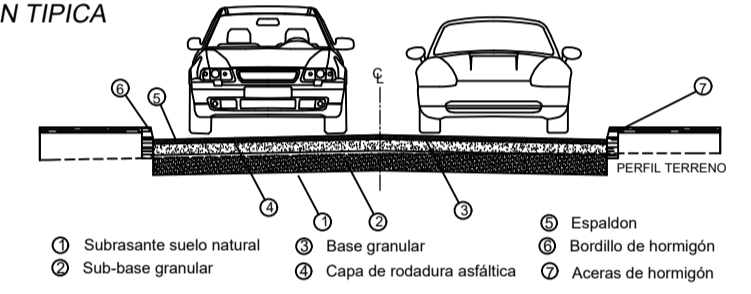
## IDENTIFICACIÓN VIGA BENKELMAN KM 1+220 AL KM 2+400



Ubicación:



SECCION TIPICA



LECTURA DE CAMPO

No.	Abscisa	Secciones
1	km 0+300	1
2	km 0+600	
3	km 0+900	
4	km 1+200	
5	km 1+500	
6	km 1+800	2
7	km 2+100	
8	km 2+400	
9	km 2+700	
10	km 3+000	
11	km 3+300	
12	km 3+600	

Referencias:

ABSCISA	NORTE	ESTE
KM 0+000	9854875.00 m S	777418.51 m E
KM 0+380	9857447.22 m S	777035.23 m E

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Proyecto:**  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Contiene:**  
- DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 2+100  
- IDENTIFICACIÓN VIGA BENKELMAN

**Ubicación:**  
Provincia de Tungurahua, Cantón Patate y Pillaro

**Fecha:** Diciembre / 2019

**Revisado:**

**Ing. Marisol Bayas.**

**Escala:** 1:2000

**Aprobado:**

**Ing. Marisol Bayas.**

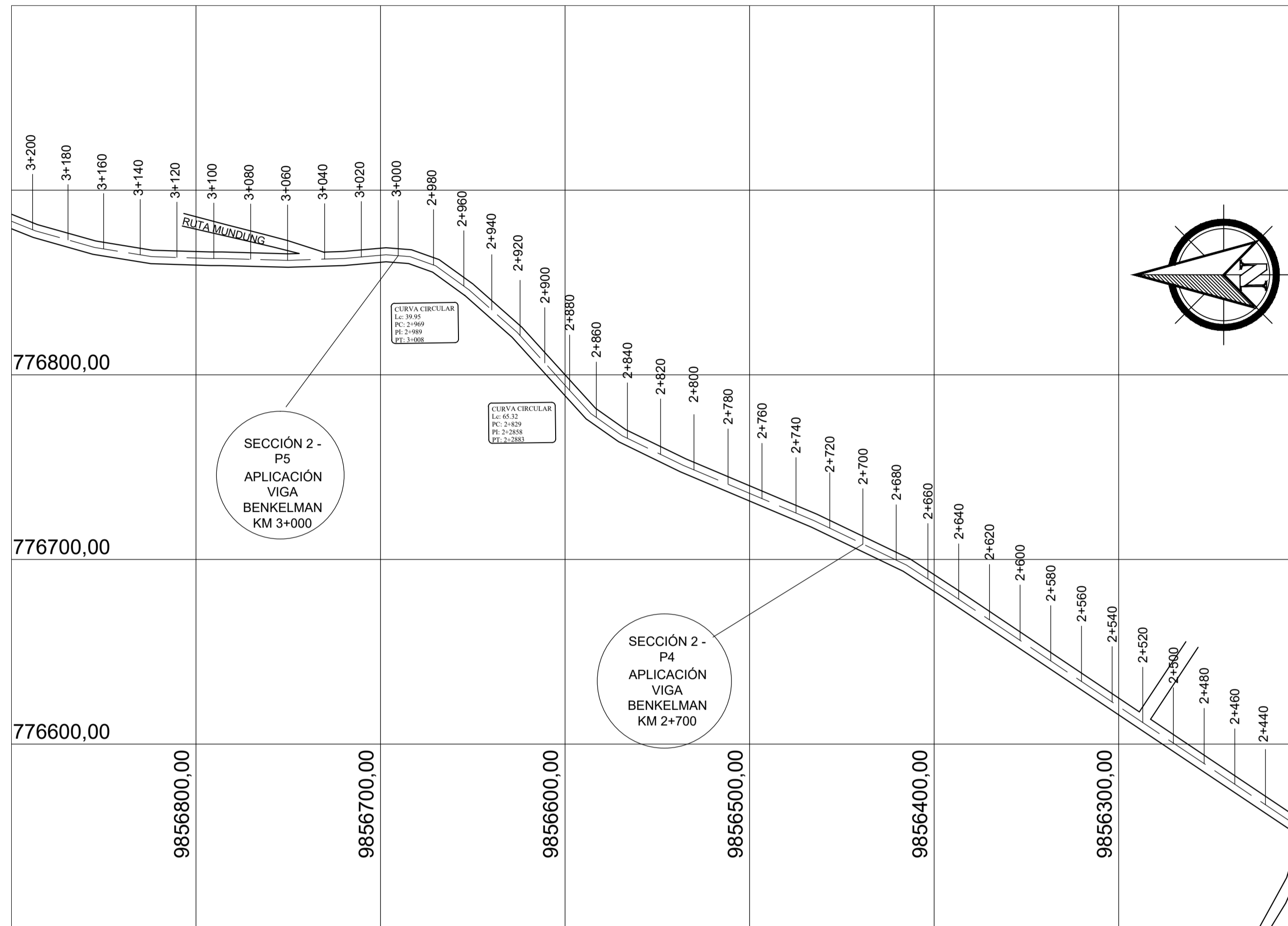
**5 DE 6**

**Dibujo:**

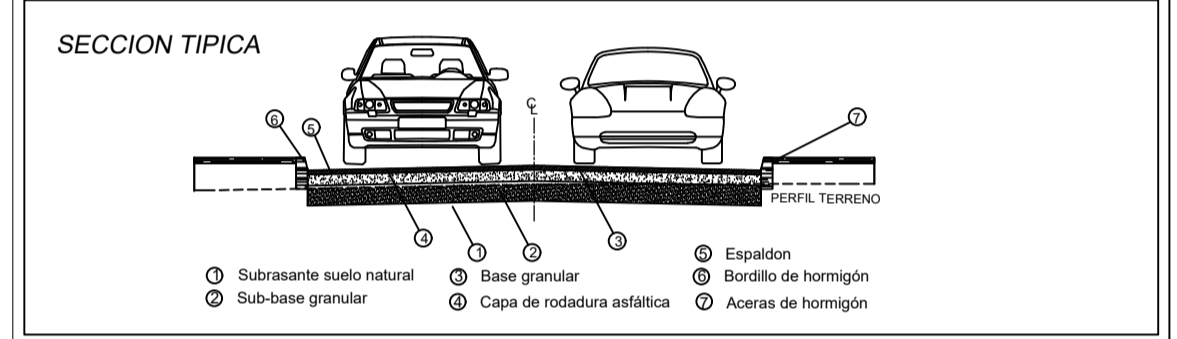
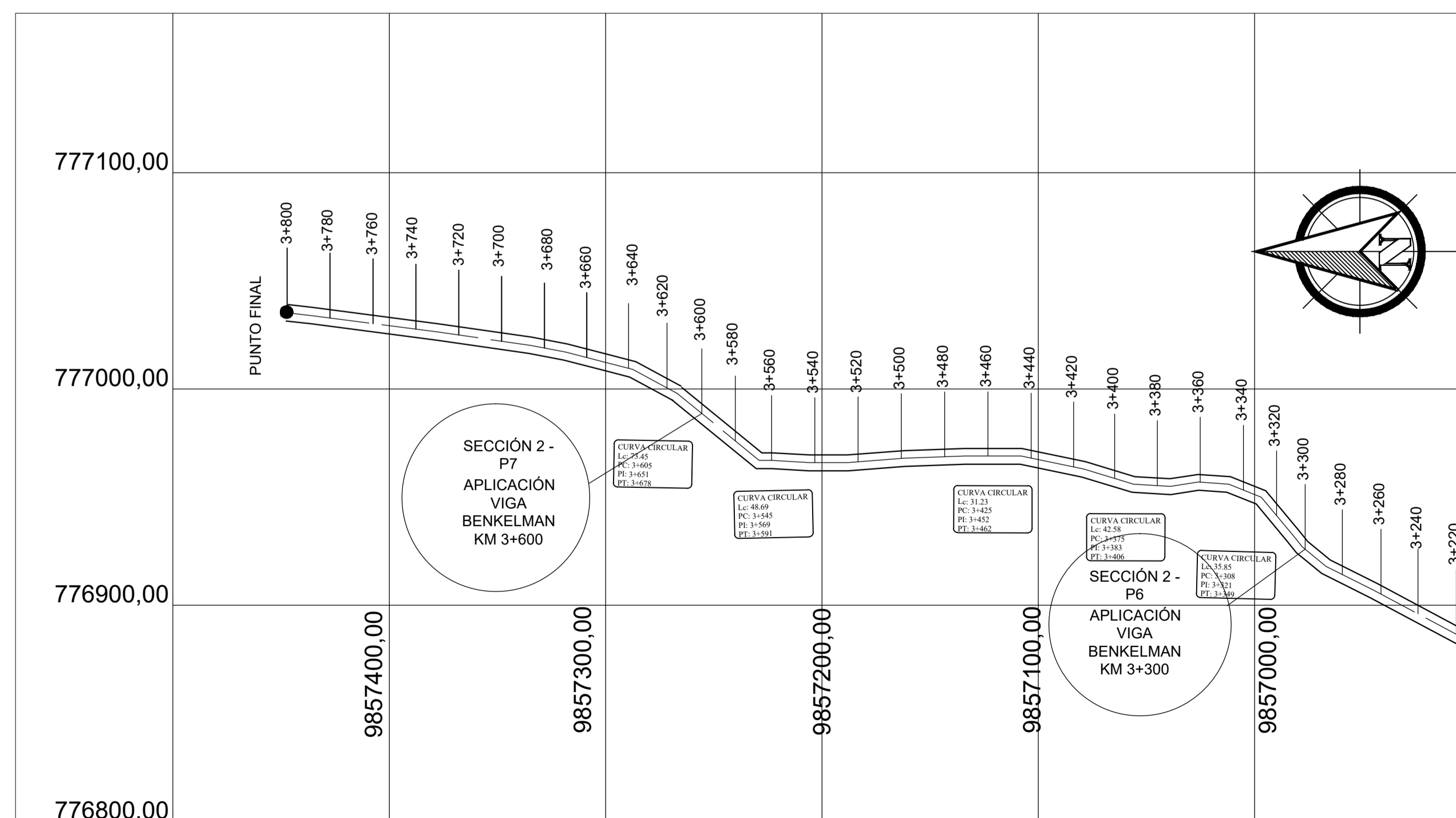
**Egdo. Julio David Castro Robalino**



## IDENTIFICACIÓN VIGA BENKELMAN KM 2+400 AL KM 3+200



## IDENTIFICACIÓN VIGA BENKELMAN KM 3+200 AL KM 3+800



LECTURA DE CAMPO		
No.	Abscisa	Secciones
1	km 0+300	1
2	km 0+600	
3	km 0+900	
4	km 1+200	
5	km 1+500	
6	km 1+800	2
7	km 2+100	
8	km 2+400	
9	km 2+700	
10	km 3+000	
11	km 3+300	
12	km 3+600	

Referencias:

ABSCISA	NORTE	ESTE
KM 0+000	9854875.00 m S	777418.51 m E
KM 0+380	9857447.22 m S	777035.23 m E

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Contiene:  
- DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 2+100 AL KM 3+800  
- IDENTIFICACIÓN VIGA BENKELMAN

Ubicación: Provincia de Tungurahua, Cantón Patate y Pillaro		<b>6 DE 6</b>
Fecha: Diciembre / 2019	Escala: 1:2000	
Revisado:  Ing. Marisol Bayas.	Aprobado:  Ing. Marisol Bayas.	Dibujo:  Egdo. Julio David Castro Robalino