Pontificia Universidad Católica del Ecuador

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

"ANÁLISIS FUNCIONAL MANUAL DE PAVIMENTO ARTICULADO SEGÚN LA NORMA ASTM E2840-11 (2019) EN LA VÍA CHORLAVÍ - SAN ANTONIO DE IBARRA UBICADA EN LA PROVINCIA DE IMBABURA."

AUTOR:

LAURA ADELA CHIRIBOGA SALAZAR

DIRECTOR:

Ing. JORGE DAVID ALBUJA SÁNCHEZ, MSc.

QUITO, FEBRERO 2023

Dedicatoria

Quiero dedicar principalmente a toda mi familia que estuvo apoyándome incondicionalmente en todo momento, a mis amigos que supieron escucharme y aconsejarme de ser necesario y a todas las personas que estuvieron para mí. A mi madre Grace Salazar que con su paciencia y apoyo supo guiar mis pasos para las decisiones que tome en la vida. A mi padre Manuel Chiriboga quien con su conocimiento y ayuda incondicional estuvo y estará siempre presente a lo largo de mi vida, a mis hermanos Grace y Alejandro que a pesar de estar un poco lejos no han dudado en apoyarme en todo momento y estar ahí siempre que lo he necesitado, a mis sobrinos Daniela, Emanuel, Wilmer que han sido un pilar de apoyo para seguir adelante y ser una guía y apoyo en las decisiones que tomen en sus vidas y al más pequeño del hogar Benjamín que es un regalo de Dios que llegó para ser mi apoyo y motivo de alegría hasta en los momentos más tristes.

Laura Chiriboga

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, a mis hermanos, a mis sobrinos quienes con su amor y paciencia ha sido mi soporte y apoyo incondicional en todo momento.

A Dios por proporcionar la sabiduría y salud para lograr cumplir mis objetivos y no permitir que me falte un plato de comida día a día.

A mis amigos que siempre estuvieron presentes en brindarme una ayuda con sus conocimientos para la elaboración de este trabajo y para aquellos que formaron parte de muchas vivencias que se formaron a lo largo de la etapa estudiantil.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por brindarme la formación académica durante el trascurso de la carrera, al Laboratorio de Suelos por aportarme su experiencia en el uso de los equipos para el desarrollo del presente trabajo de titulación. Al Ingeniero Jorge Albuja por aportar con su conocimiento y paciencia en el trascurso del proyecto, con el fin de culminar de manera adecuada y satisfactoria.

Laura Chiriboga

1. Tabla de contenido

QUITO, FEBRERO 2023 ..... **1**
Dedicatoria **2**
Agradecimientos **3**
CAPITULO I **12**
1. RESUMEN 12
2. ANTECEDENTES 13
3. JUSTIFICACIÓN 13
4. OBJETIVOS 14
4.1 OBJETIVO GENERAL: *14*
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS: *14*
5. ALCANCE: 15
CAPITULO II **17**
6. DEFINICIÓN DE PAVIMENTO 17
6.1 CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO *17*
6.2 Capas que Conforman el Pavimento Articulado: *19*
6.3 Capa de Rodadura de adoquines *19*
6.4 CONDICION FUNCIONAL: *21*
6.5 FALLAS Y SU SEVERIDAD *21*
6.6 VIA CHORLAVI 26
6.6.1 Localización *27*
6.7 TOPOGRAFIA *27*
6.8 GEOLOGIA Y SUELOS EN SAN ANTONIO DE IBARRA *28*
6.9 CLIMA *30*
6.10 NORMA ASTM E2840-19 32
7. Cálculo de PCI **34**
8. CONSERVACIÓN DE LOS PAVIMENTOS 35
8.1.1 Operaciones de mantenimiento *35*
8.1.2 Mantenimiento en Vías de Adoquín *36*
8.1.3 METODO AASHTO 93 DISEÑO DE PAVIMENTOS *37*
8.2 TRÁNSITO VEHICULAR 41
8.2.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL -TPDA *41*
8.2.2 Volumen de Tráfico Promedio Diario *42*
8.2.3 Tráfico futuro *44*
8.2.4 Trafico promedio anual futuro (TPDA futuro) *44*

8.2.5 Tipos de Vehículos: *45*
8.2.6 Aforo Vehicular *45*
8.2.7 Método de Conteo *46*
8.2.8 Adoquines *47*
8.2.9 Ensayo de Laboratorio *49*
8.2.10 Estudio de Capas que conforman el Pavimento *51*
8.2.11 ENSAYOS DE CARACTERIZACION DEL SUELO *54*
CAPITULO III **66**
2. PROCEDIMIENTO Y ENSAYOS **66**
8.3 METODOLOGIA ICP ASTM E-2840-19 66
8.3.1 Procedimiento *66*
8.3.2 Conteo manual vehicular *87*
8.3.3 Cálculo de TPDA *94*
8.3.4 Trafico horario *94*
8.3.5 Trafico semanal (TD) *98*
8.3.6 Tráfico mensual *100*
8.3.7 Tráfico anual *100*
8.4 Cálculo de factores de ajuste 101
8.4.1 Factor de ajuste diario *101*
8.4.2 Factor de Ajuste Semanal *102*
8.4.3 Factor de ajuste mensual *103*
8.4.4 Tráfico promedio diario anual (TPDA) *104*
8.4.5 Trafico promedio diario anual futuro (TPDA futuro) *107*
8.4.6 Numero de ejes equivalentes *109*
8.6 Procedimiento en Laboratorio: Resistencia a la compresión en adoquines (Norma INEN 1485) 113
8.7 Procedimiento en Laboratorio: Resistencia al Desgaste mediante el Ensayo de la Rueda Ancha (INEN 3040) 117
8.8 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Penetrómetro de cono dinámico (DCP) ASTMD - 6951 119
8.9 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Clasificación de Suelos para Propósito de Ingeniería ASTM D-2487 131
1.1.1. Clasificación de materiales de acuerdo con la Norma ASTM D3282-15 ..... *139*
8.10 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Compactación – Proctor Modificado ASTM D1557 140
8.11 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Relación de Carga de California de Suelos Compactados en Laboratorio (CBR ASTM D-1883) 150

8.12 Cálculos 153
8.12.1 Diseño Estructural del pavimento 159
9. ANALISIS DE RESULTADOS 170
CAPITULO IV 173
10. CONCLUSIONES 173
11. RECOMENDACIONES 175
12. Referencias 176
13. Anexos 179

Imagen 1 Pavimentos Articulados *19*
Imagen 2 Ubicación Vía Chorlaví *27*
Imagen 3 Geomorfología de la parroquia de San Antonio - Ibarra *28*
Imagen 4 Tipos de clima *31*
Imagen 5 Esquema de deterioro *36*
Imagen 6 Grafica de diseño *40*
Imagen 7 Absorción de agua *48*
Imagen 8 Esfuerzo de compresión *48*
Imagen 9 Resistencia al desgaste por abrasión *49*
Imagen 10 Ensayo de abrasión de adoquín *51*
Imagen 11 Curvas carga - penetración *56*
Imagen 12 Contenido de Humedad VsNumero de golpes *59*
Imagen 13 Penetrómetro dinámico *62*
Imagen 14 Curva de compactación *65*
Imagen 15 Ancho excesivo de junta - Vía Chorlaví *68*
Imagen 16 Adoquines dañados - Via Chorlavi *68*
Imagen 17 Escalonamiento *69*
Imagen 18 Depresiones *70*
Imagen 19 Ancho Excesivo de Juntas *71*
Imagen 20 Perdida de arena *72*
Imagen 21 Adoquines dañados *72*
Imagen 22 Ancho de junta excesiva *74*
Imagen 23 Perdida de arena *74*
Imagen 24 Adoquines dañados *75*
Imagen 25 Falla - Adoquines dañados *75*
Imagen 26 falla - Escalonamiento *76*
Imagen 27 Falla - Depresión *76*
Imagen 28 Falla - Ancho excesivo de junta *77*
Imagen 29 Falla - Perdida de arena de junta *77*
Imagen 30 Falla - Perdida de adoquín *78*
Imagen 31 Curvas de valor deducido – ancho excesivo de junta *80*
Imagen 32 Curvas de valor deducido – Adoquines dañados *80*
Imagen 33 Curvas de valor deducido - abultamiento *81*
Imagen 34 Curva de corrección *83*
Imagen 35 Estación A1 - Vía Chorlaví *87*
Imagen 36 Estación A2 - Vía Chorlaví *88*
Imagen 37 Estación B1 - Vía Chorlaví *88*
Imagen 38 Estación B2 - Vía Chorlaví *89*
Imagen 39 Estación de conteo A1 ..... *90*
Imagen 40 Estación de conteo B1 ..... *90*
Imagen 41 Estación de coteo B2 ..... *91*
Imagen 42 Estación de conteo A2 ..... *91*
Imagen 43 Calicata N1 - Vía Chorlaví *111*
Imagen 44 DCP3 - Vía Chorlaví *112*
Imagen 45 Calicata N2 - Vía Chorlaví *113*
Imagen 46 Registro de dimensiones del adoquín *114*
Imagen 47 Adoquines sumergidos durante 24 horas *114*
Imagen 48 Maquina de compresión de adoquines *115*
Imagen 49 Adoquines marcados para ensayar *117*
Imagen 50 Rueda de abrasión - espécimen *118*
Imagen 51 Registro de la medida con ayuda de un calibre digital *118*
Imagen 52 Extracción de adoquines en el área de 1m^2 ..... *120*
Imagen 53 Equipo utilizado para el ensayo en posición vertical soltado desde una altura estándar *120*
Imagen 54 Registro de profundidad de penetración *121*
Imagen 55 Curva DCP *123*

Imagen 56 Punto 1 de la curva DCP *123*
Imagen 57 Curva DCP 2 ..... *126*
Imagen 58 Punto 2 - DCP *126*
Imagen 59 Curva DCP 3 ..... *128*
Imagen 60 Punto 3 - CDP *128*
Imagen 61 Curva DCP 4 ..... *130*
Imagen 62 Punto 4 - DCP *130*
Imagen 63 Material retenido en el tamiz No. 2 ..... *131*
Imagen 64 Material retenido en el tamiz 3/8 ..... *131*
Imagen 65 Material que pasa el tamiz No. 4 ..... *132*
Imagen 66 Curva granulométrica - Arena *135*
Imagen 67 Curva granulométrica - Subbase P1 ..... *136*
Imagen 68 Curva granulométrica - Subbase P2 ..... *137*
Imagen 69 Curva granulométrica - Subrasante P2 ..... *138*
Imagen 70 Mezcla del suelo *141*
Imagen 71 Molde de compactación *142*
Imagen 72 Proceso de compactación – 56 golpes *143*
Imagen 73 Remoción del collar y enrase a nivel del molde *143*
Imagen 74 Curva de compactación *146*
Imagen 75 Curva de compactación - Subrasante *149*
Imagen 76 Muestra a ensayar *151*
Imagen 77 Moldes de compactación – suelo y sobrecarga *151*
Imagen 78 Muestras sumergidas en agua durante 96 horas *152*
Imagen 79 Ensayo en la máquina de penetración *152*
Imagen 80 Penetración - Esfuerzo *155*
Imagen 81 Curva % CBR - Densidad Seca *156*
Imagen 82 Penetración - Esfuerzo – Subrasante Calicata No. 1 ..... *158*
Imagen 83 Índice de CBR – Subrasante *158*
Imagen 84 Curva % CBR - Densidad Seca *158*
Imagen 85 Coeficiente estructural Capa de rodadura *163*
Imagen 86 Coeficiente estructural Subbase *164*
Imagen 87 Número estructural del pavimento - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993 ..... *165*
Imagen 88 Número estructural de la estructura - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993 ..... *166*
Imagen 89 Espesores actuales *167*
Imagen 90 Espesores de diseño - diseño 1 ..... *167*
Imagen 91 Número estructural del pavimento - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993 ..... *168*
Imagen 92 Número estructural de la estructura - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993 ..... *169*
Imagen 93 Espesores de diseño - Diseño 2 ..... *170*
Imagen 94 Medición en campo – Falla, depresión *171*

Tabla 1 Nivel de severidad - Adoquines dañados *21*
Tabla 2 Nivel de severidad - Depresión *22*
Tabla 3 Nivel de severidad – Daño de restricción de borde *22*
Tabla 4 Nivel de severidad – Ancho y junta excesiva *23*
Tabla 5 Nivel de severidad - Escalonamiento *24*
Tabla 6 Nivel de severidad – Abultamiento *24*
Tabla 7 Nivel de severidad – Deslizamiento horizontal *24*
Tabla 8 Nivel de severidad – Perdida de arena de junta *25*
Tabla 9 Nivel de severidad – Perdida de adoquines *25*
Tabla 10 Nivel de severidad - Parches *26*
Tabla 11 Nivel de severidad - Ahuellamiento *26*
Tabla 12 Tipos de Suelos en la Parroquia de San Antonio de Ibarra *29*
Tabla 13 Precipitaciones dentro de la parroquia de San Antonio *31*
Tabla 14 Hoja de datos de estudio de condición para la unidad de muestra *33*
Tabla 15 Escala de valoración estandarizada PCI *35*
Tabla 16 Operaciones de mantenimientos *37*
Tabla 18 Tasas de crecimiento anual *44*
Tabla 19 Clasificación vehicular *45*
Tabla 21 Subbase - Granulometría *52*
Tabla 22 Base - Granulometría *53*
Tabla 23 Asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo *57*
Tabla 24 Tamaño máximo y mínimo *58*
Tabla 25 Clasificación de suelos - AASHTO *60*
Tabla 26 Registro de deterioro – Unidad 1 ..... *67*
Tabla 27 Registro de deterioro – Unidad 36 ..... *69*
Tabla 28 Registro de deterioro - Unidad 60 ..... *73*
Tabla 30 Valores correspondientes al cálculo de ICP *81*
Tabla 31 Numero de deducciones permisibles *82*
Tabla 32 Calculo del valor CDV *83*
Tabla 33 Calculo de PCI *83*
Tabla 34 Registro de condición del pavimento - Unidad 1 ..... *84*
Tabla 35 Calculo del PCI - Unidad 1 ..... *85*
Tabla 36 Calculo de ICP – Resumen *85*
Tabla 37 Calculo de ICP - Promedio *87*
Tabla 38 Formato para estaciones de conteo vehicular *92*
Tabla 39 Conteo de tráfico vehicular Estación A1 Vía Chorlaví - Ambos sentidos *93*
Tabla 40 Conteo de tráfico vehicular Estación B1 Vía Chorlaví - Ambos sentidos *94*
Tabla 41 Conteo de tráfico vehicular Estación A2 Vía Chorlaví - Ambos sentidos *95*
Tabla 42 Conteo de tráfico vehicular Estación B2 Vía Chorlaví - Ambos sentidos *96*
Tabla 43 Relación de tráfico - Estación A1 ..... *97*
Tabla 44 Relación de tráfico - Estación A1 ..... *97*
Tabla 45 Tráfico total diario - vehículos livianos *97*
Tabla 46 Relación de tráfico Total- Estación A1 ..... *98*
Tabla 47 Relación de tráfico - Semanal *99*
Tabla 48 Tráfico semanal *99*
Tabla 49 Tráfico mensual *100*
Tabla 50 Tráfico Anual (TA) *101*
Tabla 51 Trafico promedio diario anual *101*
Tabla 52 Factor de ajuste diario (Fd) *102*
Tabla 53 TPDA existente *102*
Tabla 54 Factor de ajuste semanal *103*
Tabla 55 Tráfico Promedio Diario Mensual *103*
Tabla 56 Factor de ajuste mensual *104*
Tabla 57 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación A1 ..... *104*
Tabla 58 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación B1 ..... *105*

Tabla 59 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación A2 ..... *106*
Tabla 60 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación B2 ..... *107*
Tabla 61 Tasa de crecimiento anual *107*
Tabla 62 TPDA futuro para vehículos livianos *108*
Tabla 63 Clasificación vial de acuerdo con su categoría *108*
Tabla 64 Calculo del factor de carga equivalente por tipo de vehículo *109*
Tabla 65 Periodo de proyección (n) *110*
Tabla 66 Resistencia de compresión de adoquines - Calicata N1 ..... *115*
Tabla 67 Resistencia característica (Mpa) *116*
Tabla 68 Resistencia de compresión de adoquines - Calicata N2 ..... *116*
Tabla 69 Resistencia característica (Mpa) 1 ..... *116*
Tabla 70 Resistencia al desgaste de abrasión en adoquines *119*
Tabla 71 Resistencia al desgaste por abrasión en adoquines 2 ..... *119*
Tabla 72 Registro del ensayo DCP *121*
Tabla 73 Índice de CBR *124*
Tabla 74 Índice de CBR 2 ..... *125*
Tabla 75 Índice de CBR 3 ..... *127*
Tabla 76 Índice de CBR 4 ..... *129*
Tabla 77 Granulometría - Subbase Calicata No. 1 ..... *133*
Tabla 78 Clasificación general - Subbase *133*
Tabla 79 Simbología de la clasificación *134*
Tabla 80 Clasificación SUCS *134*
Tabla 81 Granulometría - Arena *134*
Tabla 82 Granulometría - Subbase P1 ..... *135*
Tabla 84 Granulometría - Subbase P2 ..... *136*
Tabla 85 Granulometría - Subrasante P2 ..... *137*
Tabla 86 Granulometría Subbase - Calicata N1 ..... *139*
Tabla 87 Porcentaje de pasante del tamiz No. 200 ..... *139*
Tabla 88 Porcentaje de pasante del Tamiz 10, 40, 200 ..... *140*
Tabla 89 Clasificación *140*
Tabla 90 Clasificación AASHTO *140*
Tabla 91 Gradación de la Subbase *141*
Tabla 92 Compactación modificada *141*
Tabla 93 Subbase - Densidad seca *144*
Tabla 94 Densidad seca *145*
Tabla 95 Humedad optima *145*
Tabla 96 Subbase calicata N1 y N2 ..... *147*
Tabla 97 Densidad seca - Subrasante *147*
Tabla 98 Humedad optima - Subrasante *148*
Tabla 99 Subrasante calicata N1 y N2 ..... *150*
Tabla 100 Calculo de densidad seca y húmeda - Subbase *153*
Tabla 101 Calculo de la Expansión *154*
Tabla 102 Registros para el cálculo de CBR *154*
Tabla 103 Índice de CBR - Penetración *155*
Tabla 104 Cálculo de densidad seca y húmeda - Subrasante *156*
Tabla 105 Expansión – Subrasante Calicata N1-N2 ..... *157*
Tabla 106 Calculo de CBR – Subrasante *157*
Tabla 107 Tipo de validad de acuerdo con el periodo de proyección *159*
Tabla 108 Ejes equivalentes *159*
Tabla 109 Clasificación funcional *160*
Tabla 110 Desviación normal estándar (Zr) *160*
Tabla 111 Desviación estándar total (So) *160*
Tabla 112 Serviciabilidad inicial (Po) *161*
Tabla 113 Serviciabilidad final (Pt) *161*
Tabla 114 Tiempos de drenaje recomendados *162*

Tabla 115 Calidad de drenaje a partir de los coeficientes *162*
Tabla 116 Ensayos en adoquines *172*
Tabla 117 Resultados - Ensayo en laboratorio de suelos *172*
Tabla 114 Resumen DCP - CBR *174*

CAPITULO I

1. RESUMEN

Un sistema vial adecuado permite el desarrollo de la industria, comercialización de un pueblo, ciudad o país. En la actualidad se hace uso, análisis y diseño de diferentes tipos de pavimento, entre estos, el pavimento articulado que cubre la vía Chorlaví de la parroquia de San Antonio de Ibarra, el pavimento articulado está conformado por adoquines con juntas de arena formando una estructura monolítica y capas subyacentes que afirma la seguridad de circulación, resistencia de esfuerzos producidos por las cargas del tránsito y condiciones climáticas.

Durante la vida útil del pavimento, ésta suele manifestar deterioros que afectan al desempeño de la vía al igual que la seguridad de circulación. Los deterioros, así como la severidad del daño puede ser cuantificado mediante el empleo de la norma ASTM E 2840 "Determinación del Índice de Condición de Pavimento". Constituyéndose el índice de condición del pavimento (ICP) el parámetro que, a más de cualificar la condición superficial del pavimento, permite orientar el tipo de tratamiento al que debe ser sometido para mantener o recuperar la funcionalidad del pavimento.

Como parte de trabajo de titulación y con el fin de analizar la estructura actual del pavimento que conforma la vía Chorlaví, se caracteriza física y mecánica, las capas subyacentes existentes; arena, subbase y subrasante, de tal forma que pueda ser evaluado de manera referencial el diseño actual y la capacidad mecánica de la estructura.

Palabras Clave: Índice de Condición de Pavimento, deterioro, caracterización, capacidad de resistencia, numero estructural, TPDA.

2. ANTECEDENTES

Chorlaví es un barrio que pertenece a la parroquia de San Antonio de Ibarra, el cual posee en su gran parte sectores agrícolas, avícolas y zonas urbanizadas. Al ser un sector productivo existe un tránsito vehicular considerable tanto de buses como camiones y vehículos livianos, con la finalidad fundamental de comercializar sus productos.

La vía principal de Chorlaví durante muchos años se encontraba en deterioro debido a falta de mantenimiento, lo cual dificultaba el tránsito vehicular (La Hora, 2018). En la actualidad, la vía está adoquinada, sin embargo, este pavimento muestra varios daños superficiales que generan malestar a usuarios y moradores de la zona.

La vía permite la movilidad de los usuarios en la parroquia y fuera esta, para cumplir con varios propósitos diarios tales como: Trabajo, estudio, comercio y actividades personales. La conexión entre las comunidades y cabecera parroquial lo realizan en taxis o camionetas, y su frecuencia está determinada por la demanda de pasajeros. Dos cooperativas de transporte circulan en la vía, las cuales son la Cooperativa de buses Urbanos 28 de septiembre y San Miguel de Ibarra (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural, 2015), además, cooperativas de transporte intercantonal e interprovincial.

3. JUSTIFICACIÓN

Una de las razones principales por la cual se desea realizar el estudio de la vía Chorlaví - San Antonio de Ibarra, que tiene una distancia de 2 km aproximadamente, es debido al deterioro constante del pavimento semiflexible (adoquín), causando que los habitantes tengan inconvenientes de transporte público, así como problemas con la movilidad y deterioro de sus vehículos. (La Hora, 2018)

En la Provincia de Imbabura el sistema vial consta de 1966.2 Km, de los cuales 32.61 km corresponden a adoquín, (Plan Vial Imbabura, 2019). Actualmente no se cuenta con información formal que determine el estado de la vía. Debido a esta realidad conviene realizar un estudio completo que incluya la evaluación funcional y estructural; considerando que el alcance de estos estudios sería muy amplio, la presente

disertación se enfocará en el análisis funcional sugiriendo otra disertación que se enfoque en el análisis estructural.

Desconocer el estado de las vías, ni su nivel funcional de manera cuantitativa no permiten tomar decisiones sobre su mantenimiento o posible sustitución. Un país que permita el deterioro de su infraestructura vial tendrá sobrecostos de operación vehicular en un rango que se puede ubicar entre 1 y 3% de su producto interno bruto nacional. (Plan Vial Imbabura, 2019). Con el planteamiento de este trabajo de titulación se busca realizar el análisis funcional de la vía Chorlaví - San Antonio de Ibarra según la norma ASTM E2840-11 (2019). Una vez determinado su nivel funcional, se verificará y analizará la estructura, para luego será comparada con un diseño teórico.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar el Índice de Condición del Pavimento Articulado PCI según el ASTM E2840 de la vía Chorlaví, San Antonio – Ibarra.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar la evaluación visual manual de condiciones del pavimento articulado.
- Calcular el índice de condición funcional del pavimento articulado PCI en los 2 Km.
- Determinar la calidad de subrasante en la cual se encuentra el pavimento articulado.
- Determinar los espesores de la estructura del pavimento articulado actual
- Cuantificar el TPDA existente en la vía de análisis.
- Calcular el número estructural de la vía.
- Diseñar un pavimento con los actuales requerimientos

5. ALCANCE:

El levantamiento de patologías de pavimento articulado de la vía Chorlaví se realizará a partir de inventarios visuales de deterioros que permitan identificar el tipo y grado de daño, permitiendo evaluar la condición de la vía y cuantificar la misma basándose en el Método de Patologías de Pavimentos Articulados según la Norma ASTM E-2840.

Se realizará unicamente el análisis funcional con el fin de delimitar el trabajo de titulación, considerando que el alcance de un análisis que contemple tanto la evaluación funcional como estructural sería muy amplio. Por lo tanto, la presente disertación se enfocará en el análisis funcional y se realizará un análisis teórico de la estructura del actual pavimento.

Se levantará la información pertinente de cada uno de los componentes de la estructura existente de la vía, Chorlaví, San Antonio – Ibarra, mediante la ejecución de 2 calicatas, que se distribuirán de manera proporcional en los 2 Km de la vía. Para la capa de rodadura (adoquines, cama de arena, y arena entre adoquines), se determinará:

Espesor del adoquín promedio de los adoquines levantados en el área que conforma la calicata. Toma de muestras de los adoquines para determinar la resistencia a la compresión en base a la normativa INEN 1485, el desgaste en base a la normativa INEN 3040. (INEN-1485, 1986) (INEN-3040, 2016)

También se procederá a determinar el promedio de las aberturas entre adoquines. Toma de muestras de la arena entre adoquines y la cama de arena para su clasificación en el laboratorio en base a la normativa ASTM 2487-11. Juntamente con un recuento fotográfico. (ASTM-2487, 2011).

En las capas subsiguientes detectadas se ejecutarán las siguientes acciones:

Toma de muestras alteradas, determinación del valor de CBR en laboratorio mediante la norma ASTM D1883 y el valor de CBR a partir del ensayo DCP in situ en base a la norma ASTM D6951. Además, se determinará el espesor de la capa, incluyendo un recuento pertinente de fotografías. (D1883-05, 2005; D6951/D6951M-18, 2018;

ASTM-2487, 2011). Una vez finalizado el muestreo se reconstruye la estructura del pavimento.

A partir del análisis y evaluación de la información recolectada, así como el TPDA medido en la vía para un uso de 20 años, basando en la normal ecuatoriana vial (NEVI 12, 2012), se calculará los espesores de diseño. En base a los espesores existentes y los espesores correspondientes al nuevo diseño, se realizará el respectivo análisis y evaluación.

Los aspectos más importantes que se pretenden estudiar están enfocados en cómo realizar un correcto estudio de pavimentos articulados, para procesos de mantenimiento como en ejecución del proyecto, basándose en las especificaciones técnicas.

CAPITULO II

6. DEFINICIÓN DE PAVIMENTO

Un pavimento es una estructura compuesta por varias capas de materiales diseñados y construidos técnicamente de forma que resista de manera adecuada los esfuerzos producidos por las cargas del tránsito y condiciones climáticas, así mismo la estructura transmite los esfuerzos a los que se encuentra expuesto, al suelo de subrasante con una magnitud tal que las pueda soportar sin producirse deformaciones excesivas. Las capas del pavimento deben estar conformados por el material y espesor apropiado, que permitan el correcto desempeño de la estructura. Tanto el diseño como construcción de un pavimento debe brindar al usuario confort, seguridad y garantizar su duración durante el periodo para el cual está diseñado. (Avila kenia, 2015)

6.1 CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO

De manera general los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos o semiflexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados. (Montejo Alfonso, 2003)

6.1.1 Pavimento Flexible:

Este pavimento está formado por una carpeta de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas granulares; la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra (Montejo Alfonso, 2003).El espesor de cada capa debe ser adecuado para satisfacer factores económicos y de servicio para los usuarios viales.

6.1.2 Pavimento Semirrígidos:

Este pavimento mantiene la misma estructura de un pavimiento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada de manera artificial, con aditivos como pueden ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene como finalidad corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que

los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción (Montejo Alfonso, 2003).

6.1.3 Pavimento Rígido:

Este pavimento está conformado por una capa de rodadura compuesta por hormigón hidráulico, asentada sobre la subrasante o sobre una capa granular sea base o subbase. Este tipo de pavimento distribuye las cargas sobre un área grande, debido a su rigidez alta, permite una distribución uniforme sobre toda esa área, así como una transmisión de esfuerzos de contacto reducidos.

6.1.4 Pavimento Articulados:

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines. Esta capa se asienta sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de las características de ésta, la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento (Montejo Alfonso, 2003).

6.1.4.1 Antecedentes de Pavimento Articulado:

Los pavimentos de adoquines de concreto tienen sus raíces en el primer pavimento con superficie dura, de piedra, y que ya se construía 4000 años AC. Este tipo de pavimento evolucionó cuando se tallaron las pierdas para un mejor ajuste entre ellas, mayor comodidad en el desplazamiento de personas y vehículo de tracción animal, dando origen a los pavimentos de adoquines de piedra utilizado ampliamente por el Imperio Romano para la construcción de vías (con bases granulares y estabilizadas con puzolanas naturales). “Este pavimento predominó hasta el siglo XIX, pero debido al proceso acelerado de urbanización y la aparición del automóvil con motor de combustión interna al final del siglo, la práctica de tallar la gran cantidad de piedra no resultaba económico de acuerdo con las necesidades. Por esta razón el pavimento de adoquines se reemplazó por el pavimento de adoquines de arcilla cocida, de bloques de madera y se desarrollaron las técnicas de pavimentación con concreto y con asfalto” (Madrid, 2001).

Fue después de Segunda Guerra Mundial, especialmente en los Países Bajos, cuando la mecanización de la prefabricación en hormigón permitió el desarrollo de los

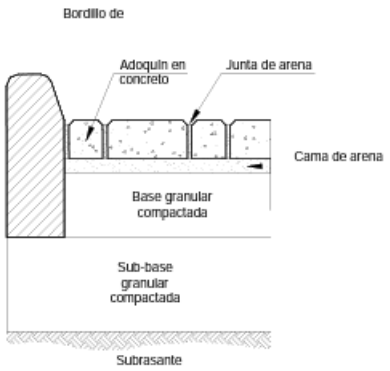
adoquines de hormigón de cemento hidráulico, por ende, de este tipo de pavimento, que reemplazo las unidades de ladrillos, que se utilizaban tradicionalmente. Este sistema de pavimentación se popularizó al comienzo en Europa y posteriormente se difundió por el resto del mundo (Madrid, 2001).

La capa de rodadura está formada por adoquines de hormigón que presentan características y espesores similares, dando como resultado que las unidades de adoquines trabajan de manera monolítica. Esto se logra a partir del entrelazamiento generado entre las unidades debido al patrón de colocación y la presencia de juntas estrechas llenas de arena fina (Cabezas, 2014).

6.2 Capas que Conforman el Pavimento Articulado:

Estructura típica del pavimento articulado se presenta a continuación.

Imagen 1 Pavimentos Articulados



Fuente: (Sanchez Castillo, 2003)

6.3 Capa de Rodadura de adoquines

Se conoce como capa de rodadura a la capa externa de la estructura, soporta directamente las cargas y resiste el desgaste producido por la abrasión del tránsito, en conjunto con la variable climática. El conjunto de adoquines se encuentra separados por juntas selladas por arena y a su vez se encuentran apoyados sobre una capa de arena. La trabazón que se establece permite que el conjunto de adoquines actúe de forma monolítica en un sistema que se asemeja al de un material homogéneo y flexible, que combina la durabilidad del concreto con la flexibilidad característica del pavimento asfaltico (Sanchez Castillo, 2003).

6.3.1 Sello de Arena:

Constituido por arena fina colocada para rellenar las juntas entre los adoquines. Sirve como sello de estas y garantiza el buen comportamiento a flexión y capacidad portante de la capa de rodadura (Sanchez Castillo, 2003).

6.3.2 Capa de Arena:

Capa constituida por arena gruesa y limpia de espesor mínimo, sobre la cual se colocan los adoquines. Está compuesta por partículas resistentes a la degradación, de granulometría uniforme que facilita su colocación, infiltración y el libre flujo de agua (Sanchez Castillo, 2003).

6.3.3 Base:

La capa base es colocada directamente bajo la capa de arena, siendo la capa principal de la estructura del pavimento, la función que cumple ésta, es de proporcionar capacidad estructural, apoyo estable y permanente al pavimento.

Los materiales que componen la base son de características más exigentes que los materiales utilizados para la subbase. La capa base está diseñada para absorber los esfuerzos trasmitidos desde la capa de rodadura, que son producidos por las cargas vehiculares. Adicional la base mejora el drenaje evitando el paso hacia la capa de rodadura, del agua que muchas veces asciende por capilaridad y que atraviesa la subbase o subrasante (NEVI 12, 2012).

6.3.4 Subbase:

Capa estructural localizada directamente bajo la base. Es el elemento de la estructura del pavimento cuya función es soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento. La subbase se encarga de controlar cambios volumétricos y de elasticidad que pueden afectar el pavimento. Adicionalmente ayuda para el drenaje y controla el ascenso del agua por capilaridad, generalmente se usan materiales granulares (MTOP 001, 2002).

6.3.5 Subrasante:

Es la que corresponde a la superficie del terreno de fundación, sobre la cual se coloca la estructura del pavimento. De la calidad de esta capa depende en gran parte, el espesor que debe tener cada capa estructural de un pavimento. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la

deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito (Montejo Alfonso, 2003).

6.4 CONDICION FUNCIONAL:

Esta condición está relacionada con el confort y seguridad de los usuarios, es la condición más notoria e importante para el conductor y pasajeros e identifica la calidad de la superficie.

La capa de rodadura por efectos del tránsito y del clima sufre alteraciones, lo que origina fallas, las mismas generan congestión e inseguridad en los usuarios, además de elevar los costos de operación de vehículos. Existen varios métodos para la medición del deterioro superficial de pavimentos, ya sea métodos visuales o métodos empleando equipos (Hurtado Arias, 2016).

Uno de los métodos de evaluación, el PCI, está basado en las observaciones de las fallas del pavimento y su severidad. Este índice es utilizado para evaluar pavimentos de cualquier tipo, ya sea en aeropuertos, parqueaderos o vías. Actualmente el PCI es el método o índice más utilizado, aunque demanda tiempo y personal calificado que son los que medirán las fallas en la vía (Hurtado Arias, 2016).

6.5 FALLAS Y SU SEVERIDAD

6.5.1 Adoquines dañados

Los adoquines dañados incluyen grietas, astillas, cizallamiento, roturas o meteorización. Los adoquines dañados se miden en m^2 ($pies^2$), la severidad se evalúa por el grado de daño.

Tabla 1 Nivel de severidad - Adoquines dañados

Nivel de severidad	Descripción
Bajo (B)	1 o 2 grietas sin separación, astillas en los adoquines

Media (M)	Agrietamiento avanzado sin separación, astillamiento sin desintegración del adoquín
Alta (A)	Adoquines agrietados en varias piezas o desintegrados por grietas y astillas

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.2 Depresión

Las depresiones son áreas de la superficie del pavimento que tiene un desnivel en relación con las áreas circundantes, este tipo de falla es causado generalmente por el asentamiento de las capas subyacentes del pavimento. Los límites y profundidad de la depresión se identifican utilizando una regla, las depresiones se miden en m^2 ($pies^2$).

La severidad de la depresión se define a partir de la profundidad máxima.

Tabla 2 Nivel de severidad - Depresión

Nivel de severidad	Profundidad máxima
Bajo (B)	5 - 13 mm
Media (M)	13 - 25mm
Alta (A)	>25mm

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.3 Daño de restricción de borde

Los bordillos comprenden la restricción de adoquines, el daño de estos se da debido al movimiento lateral de los adoquines, perdida de juntas, arena de lecho y rotación de adoquines. La falla es notable dentro de 0.3 a 0.6m del borde del pavimento.

La pérdida de restricción de borde se mide en metros lineales del borde del pavimento

Tabla 3 Nivel de severidad – Daño de restricción de borde

Nivel de severidad	Ancho de junta
Bajo (B)	6 – 13mm sin evidencia de rotación de los adoquines

Media (M)	10 – 13 mm con evidencia de rotación de adoquines
Alta (A)	Ancho de junta mayor a 13mm, con considerable rotación de adoquines y asentamiento local.

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.4 Ancho y junta excesiva

El ancho excesivo de juntas se debe a diferentes factores como la construcción inicial deficiente, falta de arena para juntas, restricción deficiente de borde, asentamientos adyacentes, entre otros. El incremento en el ancho de juntas disminuye la rigidez de la capa de adoquines provocando una sobre carga en las capas subyacentes.

El ancho óptimo de junta entre adoquines varía entre 1.5 y 4.5mm

El ancho excesivo de juntas se mide en m^2 ($pies^2$), el ancho promedio de juntas define la severidad de este tipo de falla.

Tabla 4 Nivel de severidad – Ancho y junta excesiva

Nivel de severidad	Ancho de junta
Bajo (B)	6 – 10mm
Media (M)	10 – 13mm
Alta (A)	>13mm

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.5 Escalonamiento o falla

Son áreas de la superficie del pavimento donde se observa la elevación de adoquines en relación con los adoquines adyacentes, el escalonamiento es causado por el asentamiento superficial de la arena de lecho, instalación deficiente de adoquines, bombeo de las juntas o arena de lecho.

Esta falla se caracteriza por áreas de adoquines individuales con elevaciones diferenciales.

Los escalonamientos se miden en m^2 ($pies^2$), la diferencia de elevación máxima define la severidad de la falla

Tabla 5 Nivel de severidad - Escalonamiento

Nivel de severidad	Diferencia de elevación
Bajo (B)	3 - 6 mm
Media (M)	6 - 10 mm
Alta (A)	>10mm

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.6 Abultamiento

Son áreas del pavimento que muestran elevaciones más altas que las áreas circundantes. Los abultamientos generalmente son causados por heladas de los suelos subyacentes, inestabilidad de la subrasante.

Los abultamientos se miden en m^2 ($pies^2$)

Tabla 6 Nivel de severidad – Abultamiento

Nivel de severidad	Altura máxima de elevación
Bajo (B)	6 – 13 mm
Media (M)	13 – 25 mm
Alta (A)	>25mm

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.7 Deslizamiento horizontal

Es el desplazamiento longitudinal, causado por las cargas de tráfico, generalmente presentada en zonas de confinamiento.

El deslizamiento horizontal se mide en m^2 ($pies^2$)

Tabla 7 Nivel de severidad – Deslizamiento horizontal

Nivel de severidad	Movimiento horizontal
Bajo (B)	6 – 13 mm
Media (M)	13 – 20 mm
Alta (A)	>20mm

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.8 Perdida o bombeo de arena de junta

La pérdida de arena se debe a diferentes factores como: lluvia intensa, barrido, lavado a presión, bombeo bajo cargas de tráfico, entre otros.

La pérdida de arena en las juntas se mide en m^2 ($pies^2$), la profundidad de la perdida de arena define la severidad del deterioro.

Tabla 8 Nivel de severidad – Perdida de arena de junta

Nivel de severidad	Profundidad de perdida de arena
Bajo (B)	< 13 mm
Media (M)	13 – 25 mm
Alta (A)	>25mm

(ASTME-2840, 2019)

6.5.9 Perdida de adoquines

Se refiere a secciones de pavimento en las cuales faltan adoquines, lo que se debe a la desintegración o eliminación de estos.

Los adoquines faltantes se miden en m^2 ($pies^2$)

Tabla 9 Nivel de severidad – Perdida de adoquines

Nivel de severidad	Descripción
Bajo (B)	Adoquines individuales faltantes
Media (M)	Falta 2 o más adoquines en un área, la calidad de marcha no se ve afectada
Alta (A)	Faltan 10 o más adoquines en un área, la calidad de marcha se ve afectada

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.10 Parches

Se refiere a las secciones de pavimentos que faltan adoquines y se ha restablecido con un material diferente como asfalto o concreto, la calidad de los parches puede promover una superficie rugosa similar a los baches en el pavimento flexible.

Los parches se miden en m^2 ($pies^2$), la gravedad se evalúa por la calidad del parche

Tabla 10 Nivel de severidad - Parches

Nivel de severidad	Calidad del parche
Bajo (B)	El parche se encuentra en buenas condiciones y la calidad de la marcha no se ve afectada
Media (M)	El parche se encuentra en un estado regular y la calidad de marcha ha empezado a deteriorarse
Alta (A)	El parche se encuentra en malas condiciones y la calidad de marcha se ve afectada.

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.5.11 Ahuellamiento

El ahuellamiento es un desnivel entre hiladas de adoquines con relación a las áreas circundantes. La medida de profundidad determina la severidad del deterioro.

Los ahuellamientos se miden en m^2 ($pies^2$).

Tabla 11 Nivel de severidad - Ahuellamiento

Nivel de severidad	Profundidad del ahuellamiento
Bajo (B)	6 -13 mm
Media (M)	13 25 mm
Alta (A)	> 25 mm

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

6.6 VIA CHORLAVI

La vía principal de Chorlaví antes de 2014 era empedrado, el mismo que durante muchos años se encontraba en deterioro, lo cual dificultaba el tránsito vehicular, en el año 2014 se inauguró el adoquinado en la Vía Chorlaví, el mismo que se encuentra hasta la actualidad. (La Hora, 2018).

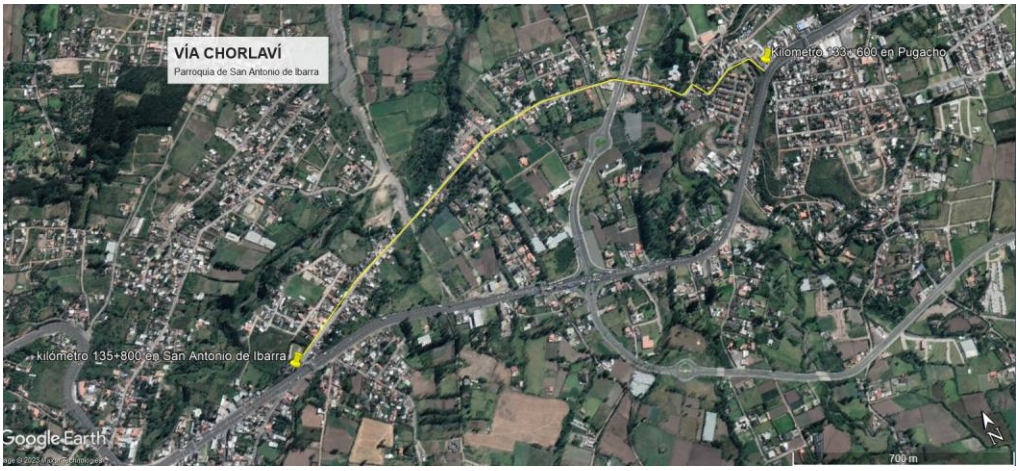
Al momento no existen estudios por parte del GAD municipal, y la presencia de las fallas puntuales, provoca que el flujo vehicular sea un problema del día a día. Los moradores de este sector aseguraron que no ha tenido mantenimiento esta vía desde que se adoquinó, lo cual ocasiona malestar, tanto para la circulación vehicular como

para el peatón. (La Hora, 2018). Adicional a las fallas presentes (que deben ser identificadas y valoradas), parecería que existe un constante incremento vehicular que aparentemente modifica consideraciones iniciales del diseño y posiblemente altere la vida útil del pavimento.

6.6.1 Localización

La vía Chorlaví - San Antonio de Ibarra, ubicada en la Provincia de Imbabura tiene una distancia aproximada de 2 km, su entrada ubicada en el kilómetro 135+800 en San Antonio de Ibarra y su salida en Pugacho km 133+ 600.

Imagen 2 Ubicación Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

6.7 TOPOGRAFIA

La topografía es el estudio y elaboración de levantamientos de superficie del área destinado para una obra, en obras viales se pretende caracterizar elementos como son: pendientes, ríos, casas e incluso caminos, de esta manera se obtiene la geometrización del proyecto al igual que un plano a escala del terreno (Montejo Alfonso, 2003).

La topografía es esencial durante las diferentes etapas: anteproyecto permite verificar que el proyecto puede ponerse en marcha sobre el terreno elegido, durante la ejecución del proyecto permite verificar que avances sean los detallados en el plano; y post proyecto confirma que este, tengan los resultados esperados en conjunto con los detalles especificados.

La Topografía que corresponde a la vía Chorlaví, fue proporcionada por Gobierno Municipal de San Miguel de Ibarra. Ver en Anexos

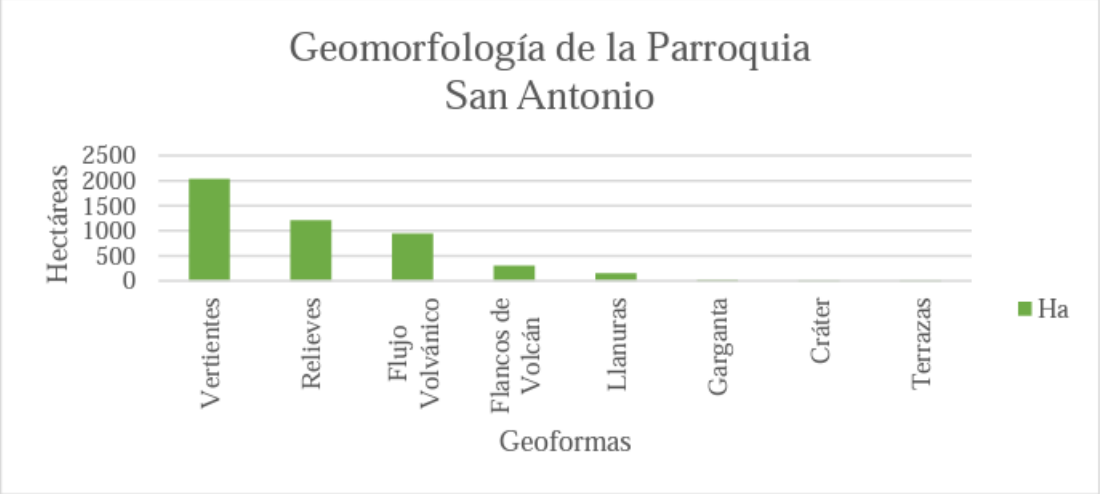
6.8 GEOLOGIA Y SUELOS EN SAN ANTONIO DE IBARRA

La parroquia de San Antonio perteneciente al Cantón de San Miguel de Ibarra se encuentra en una zona morfo estructural, donde registra una intensa actividad sísmica que provoca hundimientos, fracturamientos, acompañada por actividad volcánica. (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023)

El volcán Imbabura registra una actividad histórica y las últimas erupciones habrían ocurrido probablemente hace 14.000 años, por lo que no se espera una reactivación volcánica en el futuro próximo. Sin embargo, han ocurrido deslizamientos dado lo escarpado de sus flancos que han alcanzado el pie del cono. (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023)

Además, presenta dos geoformas denominadas vertientes y relieves con 2.035 y 1.205 hectáreas individualmente, que da a conocer que dentro del componente geológico es el que tiene mayor porcentaje de cobertura vegetal.

Imagen 3 Geomorfología de la parroquia de San Antonio - Ibarra



Fuente: (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023)

Se denomina suelo a la parte no consolidada y superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas

emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos (meteorización) (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023).

Los suelos de la parroquia de San Antonio son de origen volcánico, con características litológicas de lavas andesíticas, riolitas y piroclastos, de textura arcillosa moderadamente profundas a profundas, de fertilidad, media baja de color pardo rojizo o pardo a amarillento con arena, materia orgánica, alcanzando una profundidad de 1 a 5 metros. (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023)

En base al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial, los suelos presentes son:

"Inceptisoles. Son suelos de las regiones montañosas, suelos limosos de menos del 30% de arcilla. Además, son suelos en fase temprana de desarrollo que no presentan acumulaciones de arcilla significativa. Se incluye un horizonte pobre en materia orgánica y su fertilidad es variable. En la parroquia de San Antonio los barrios que se encuentran cerca de Cerro Imbabura tienen estas características como son Santo Domingo, Santa Marianita, Gustavo Pareja, y San Agustín con una totalidad de 1251,55 hectáreas que representan el 43,52% del territorio parroquial" (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023).

"Molisoles. Los Molisoles son suelos de zona de pradera de color oscuro que se desarrollaron a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedo a semiárido, aunque también lugares fríos y cálidos con una cobertura vegetal principalmente de gramíneas. Tienen una estructura granular que facilita el movimiento del agua y el aire. Dentro de estos suelos están asentadas las poblaciones de Bellavista alto, Las Orquídeas, Guayllabamba, Los Soles, Chorlaví, Vista Hermosa, Nuevo Hogar, La Compañía, los mismos cubren una extensión aproximada de 1623,95 hectáreas, que representa el 56,48% del territorio parroquial" (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023).

Tabla 12 Tipos de Suelos en la Parroquia de San Antonio de Ibarra

Orden	Área (HA)	Porcentaje (%)	Barrios
Inceptisoles	1251,55	43,52	Santo Domingo, Santa Marianita, Gustavo Pareja y San Agustín
Molisoles	1623,95	56,48	Bellavista alto, Las Orquídeas, Guayllabamba, Los Soles, Chorlaví,

			Vista Hermosa, Nuevo Hogar, La Compañía
Total	2875,5	100	Todos

Fuente: (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023).

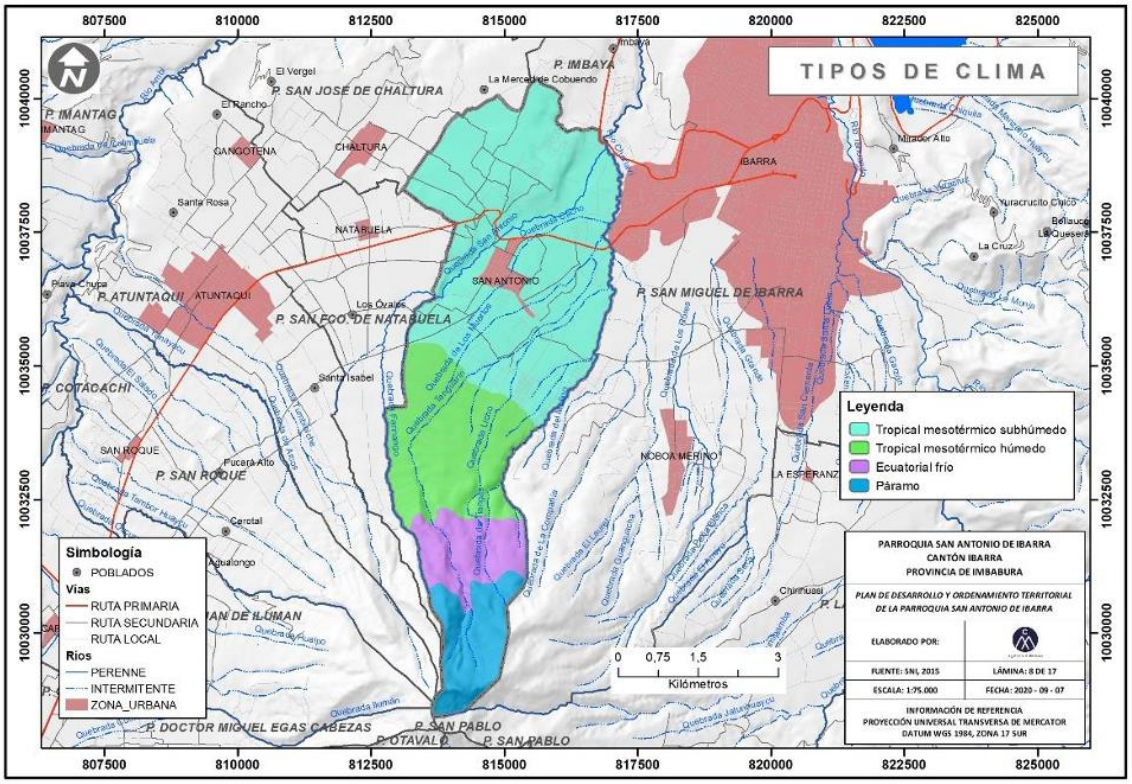
6.9 CLIMA

Por encontrarse en la región interandina, la parroquia de San Antonio presenta dos tipos de clima, los cuales son:

- Clima ecuatorial mesotérmico – semi húmedo
- Clima Ecuatorial de Alta Montaña

"Clima Ecuatorial Mesotérmico Semi – Húmedo: La precipitación anual es de 500 a 2.000 mm, tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre febrero-mayo y octubre-noviembre. Es el clima que más se encuentra en los valles de la Sierra, exceptuando los valles calientes como El Chota y los que están sobre los 3.200 m de altura. La temperatura media oscila entre 12° y 20° C, la humedad relativa tiene valores comprendidos entre los 65 y 85%. El porcentaje de cobertura que presenta este tipo de clima dentro de la parroquia de San Antonio es del 99% lo que es predominante y regular con respecto a la similitud con la cabecera cantonal" (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023).

Imagen 4 Tipos de clima



Fuente: (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023)

6.9.1 Precipitación

Las precipitaciones que se presentan en la parroquia de San Antonio oscilan entre los 500 a los 750mm, en la zona urbana de la cabecera parroquial, mientras que, en la parte alta, hasta el cero Imbabura va desde los 750 hasta los 1000mm. Además, se denota que San Antonio posee entre 5 y 6 meses secos y una humedad relativa de 73,3 % (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023).

Tabla 13 Precipitaciones dentro de la parroquia de San Antonio

Clima	Ecuatorial Mesotérmico Semi - Húmedo - San Antonio
Temperatura °C	12 °C - 18°C
Altimetría	2120 msnm - 4600 msnm
Humedad relativa	> 73,3%
Precipitación	500 a 750 mm
% en San Antonio	99

Fuente: (Gobierno autonomo descentralizado parroquial, 2019 - 2023).

6.10 NORMA ASTM E2840-19

Esta práctica se utiliza para evaluar el estado de las carreteras y los estacionamientos revestidos con adoquines, a través de estudios visuales utilizando el método del índice de estado del pavimento (PCI) para cuantificar el estado del pavimento. La sección del pavimento a inspeccionar se debe dividir en unidades de muestra los cuales deben tener un área de 225m2 ± 90m2. (ASTME-2840, 2019)

Para tener una estimación estadísticamente adecuada (95%), es importante calcular el número mínimo de unidades de muestra (n) a ser evaluadas, mediante la Ecuación 1.

$$n = \frac{Ns^2}{((e^2/4)(N-1)+s^2)}$$

Ecuación 1

e: Error admisible en el cálculo del PCI de la sección, generalmente ± 5 puntos del PCI.

N: Número total de las muestras de la sección.

s: Desviación estándar del PCI de una unidad de muestras de la misma sección.

Para verificar el número de unidades inspeccionadas, se evalúa según la ec2.

$$s = (\sum_{i=1}^{n}(PCI_i - PCI_s)^2/(N-1))^{1/2}$$

Ecuación 2

PCI_i =Valor del PCI de las unidades de muestras inspeccionadas i

PCI_i= Valor del PCI de la sección

n = Número total de unidades de muestra inspeccionadas

Posterior, se calcula el número mínimo de unidades de muestra "n". Se comprueba si, el número de unidades a ser inspeccionadas es mayor que el número de muestras ya inspeccionadas, en caso de que el número de unidades a ser inspeccionadas sea mayor, se realiza la evaluación de unidades de muestra adicionales. De ser necesario se repite el proceso de chequeo hasta que "n" sea igual o mayor al número de unidades inspeccionada (Falla Lopez, s.f).

El procedimiento de la inspecciona visual, se la realiza de manera individual a cada unidad, con ayuda de la hoja de registro, se anota el área que corresponde a la unidad,

en conjunto con cada falla y el área afectada. Este procedimiento se repite en cada unidad de muestra a inspeccionar.

Tabla 14 Hoja de datos de estudio de condición para la unidad de muestra

HOJA DE DATOS DE ESTUDIO DE CONDICIÓN PARA LA UNIDAD DE MUESTRA					
Fecha:	Unidad:		Área de la Unidad:		
Largo de Unidad:		Ancho de Unidad:			
Número y tipo de Deterioro					
1. Adoquines dañados	5. Fallas o daños (Escalonamiento)		9. Perdida de adoquines		
2. Depresiones	6. Abultamiento		10. Parches		
3. Restricción de bordes dañado	7. Deslizamiento Horizontal		11. Ahuellamiento		
4. Ancho excesivo de junta	8. Perdida/bombeo de arena de junta				
CÓDIGO DE DETERIORO/SEVERIDAD	PROFUNDIDAD /DISTANCIA (mm)	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA TOTAL (m2)	DENSIDAD (%)

Fuente: Elaboración Propia basada en la Norma E2840-19

7. Cálculo de PCI

De acuerdo con los datos recogidos en campo, se suma el área, metro lineal o número de ocurrencias de ser el caso de cada tipo de falla y severidad de pavimento articulado. El siguiente paso es, dividir la cantidad total de cada tipo de deterioro en cada nivel de severidad por el área total de la unidad de muestra y multiplicar por 100 para obtener el porcentaje de densidad.

Finalmente, Se calcula el valor deducido (DV), mediante el uso de curvas detalladas en la norma ASTM E2840-11, las cuales están clasificadas por tipo de falla y nivel de severidad. El número de valores deducidos, se reducen al número de valores admisibles "m", se obtiene con la Ecuación 3 (Falla Lopez, s.f).

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - HDV) \leq 10$$

Ecuación 3

m= Número máximo admisible de valores deducibles.

HDV= Valor mayor deducido por cada unidad de muestra.

Si se cuenta con un número de valores deducidos menores a m, se deben usar todos los valores deducidos.

A partir de esto, se determina el valor total deducido (CDT) y "q" número de valores deducidos mayores a 2. Se reduce en valor deducido más pequeño a 2 y repetir hasta q=1. Mediante las curvas de corrección, se calcula el valor CDV con el valor anteriormente determinado y "q".

Finalmente, para calcular el PCI de la sección se realiza un promedio de todos los PCI's de las unidades, después de calculado el PCI, el estado del pavimento se clasifica según la escala de valoración estandariza (Falla Lopez, s.f).

Si existen unidades evaluadas adicionales, el PCI se calcula mediante la Ecuación.4.

$$PCI_S = \frac{(N - A)(PCI_R)}{N} + \frac{A(PCI_A)}{N}$$

Ecuación 4

PCI_S: PCI ponderado de la sección

N: Número total de unidades de la sección

A: Número de unidades de muestras adicionales

PCI_S: PCI de unidades de muestra seleccionadas al azar.

PCI_A: PCI de unidades de muestra seleccionadas adicionales.

Tabla 15 Escala de valoración estandarizada PCI

ESCALA DE VALORACIÓN ESTANDARIZADA PCI	
86-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	MALO
11-25	MUY MALO
0-10	FALLADO

Fuente: (Falla Lopez, s.f).

8. CONSERVACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Los deterioros superficiales de un pavimento consisten en una serie de manifestaciones en la capa de rodadura causadas por el tráfico, clima y el envejecimiento de la superficie. Usualmente dificultan la circulación vehicular y la hacen menos segura. Traduciéndose en una ampliación en los costos de operación de los usuarios (Chamorro Alondra, 2018).

En términos generales, son cinco las principales causas de los deterioros superficiales: a) diseño insuficiente de la superestructura, b) inestabilidad de taludes y/o terraplenes, c) deficiencias constructivas, d) solicitaciones no previstas y e) mantención inadecuada (Chamorro Alondra, 2018).

8.1.1 Operaciones de mantenimiento

Tienen como objetivo mejorar o recuperar la condición estructural del pavimento al igual que la infraestructura que conforma el sistema vial. El conjunto de operaciones

se define como estrategias de mantenimiento que permiten mejorar el desempeño estructural y funcional del pavimento. Las estrategias dependen de los deterioros que se pretende eliminar y del resultado esperado (Chamorro Alondra, 2018).

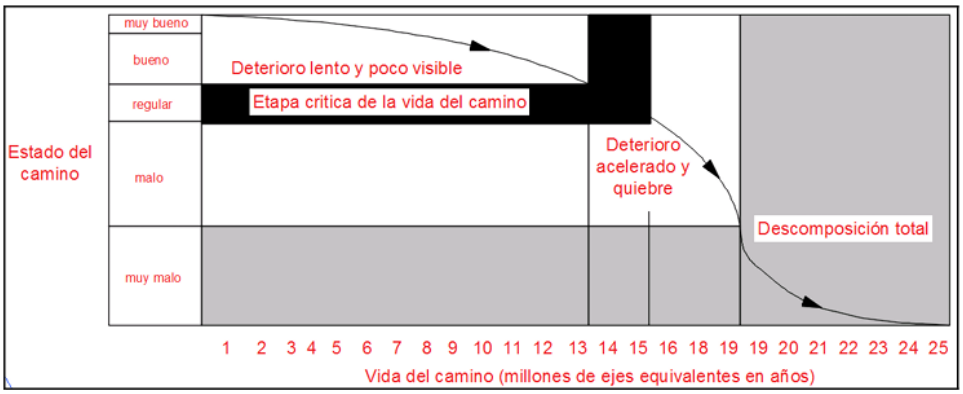
De acuerdo con "Gestión de infraestructura vial" las estrategias de mantenimiento se pueden sistematizar en función de su propósito, de esta manera las estrategias de clasifican en 3 grupos:

Restauración: operaciones que se utilizan en etapas tempranas del ciclo de vía del pavimento, con el propósito de prolongar la vida de éste, definido como mantenimiento preventivo. Tiene como finalidad restaurar la carpeta de rodadura cuando se presentan deterioros leves, por lo general las operaciones de restauración son de bajo costo (Chamorro Alondra, 2018).

Rehabilitación: operaciones que se efectúan cuando la condición del pavimento manifiesta la necesidad de recuperar la serviciabilidad. Tiene como finalidad aumentar la comodidad al conducir y aumentar la seguridad (Chamorro Alondra, 2018).

Reconstrucción: se refiere al reemplazo parcial o total del pavimiento, una vez cumplida su vida útil, de manera que sustituirlo mejora su serviciabilidad. Esta operación puede considerar redefinir totalmente las características de la capa de rodadura e incluso sus capas subyacentes (Chamorro Alondra, 2018).

Imagen 5 Esquema de deterioro



Fuente: (Carlos Martinez, 2015)

8.1.2 Mantenimiento en Vías de Adoquín

Debido a la naturaleza de este tipo de pavimento las operaciones de mantenimiento que pretenden mejorar la superficie requieren por lo general un reemplazo total de la

superficie de rodadura y eventualmente de las capas granulares. La Tabla 16. muestra las operaciones más comunes para los pavimentos de adoquín.

Tabla 16 Operaciones de mantenimientos

Estrategia	Operación de Mantenimiento
Restauración	Limpieza de superficie Recarga y limpieza temprana de juntas Sellado y estabilización de juntas Reemplazo de adoquines Reposición de adoquines faltantes
Rehabilitación	Reparación de baches y abultamientos Reparación de ahuellamiento Reemplazo de cama de arena y reemplazo parcial de capas granulares Reemplazo de adoquines por otro de mayor espesor
Reconstrucción	Reemplazo total del pavimento

Fuente: (Chamorro Alondra, 2018)

8.1.3 METODO AASHTO 93 DISEÑO DE PAVIMENTOS

El Diseño de Pavimentos AASHTO 93 es un método de diseño semi empírico para pavimentos flexibles, que considera los módulos de elasticidad de la subrasante y capas de la estructura, factores ambientales, drenaje y aspectos económicos. La distribución de carga y modos de falla del pavimento articulado son muy similares a los modos de falla de pavimentos flexibles, por lo tanto, el procedimiento es aplicable para pavimentos articulados (Cordo Oscar, 2006).

¿Qué es un pavimento articulado?

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines (Montejo Alfonso, 2003).

Variables para Diseño:

Periodo de Diseño: tiempo de vida inicial de la estructura del pavimento antes de requerir rehabilitación.

Tránsito: el método se basa en la determinación del número de ejes equivalentes de 18 kips en el carril de diseño.

Confiabilidad: se conoce como confiabilidad a la probabilidad de que la sección diseñada se comporte satisfactoriamente bajo condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de deseo. Generalmente el incremento del volumen de tránsito aumenta el riesgo de no cumplir con dichas expectativas, por lo tanto, el factor de confiabilidad busca disminuir este riesgo (Sanchez Castillo, 2003).

Efectos Ambientales: la AASHTO tiene en cuenta el comportamiento del pavimento con los efectos de factores ambientales. Los cambios en los factores de temperatura y humedad pueden afectar la resistencia, durabilidad y capacidad de carga de las capas de las estructuras.

Serviciabilidad: es la capacidad que tiene el pavimento para servir al flujo de tránsito que utiliza la vía o carretera (Sanchez Castillo, 2003).

Modulo Resiliente: módulo resiliente es una medida de la capacidad de los materiales para absorber energía sin deformaciones permanente, este módulo se determina a partir del ensayo de CBR en laboratorio, utilizando ecuaciones de correlación correspondientes (Cordo Oscar, 2006).

Diseño estructural:

La ecuación básica de diseño está dada por la expresión:

$$Log_{10}(EALs * F_R) = 9.39 * \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + (\frac{Log_{10}\left(\frac{P_O - P_t}{P_O - 1.5}\right)}{(0.4 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + (2.32 * \log_{10} * M_R) - 8.07$$

Ecuación 5

EALs = número de ejes estándar acumulado en el periodo de diseño

F_R = factor de confiabilidad de diseño

Fr=10^ (Z_R +S_0)

Z_R= fractil de la ley normal estándar

S_0 = desviación estándar promedio del diseño

R= nivel de confiabilidad

SN= número estructural de la capa

P_0 =serviciabilidad inicial del pavimento

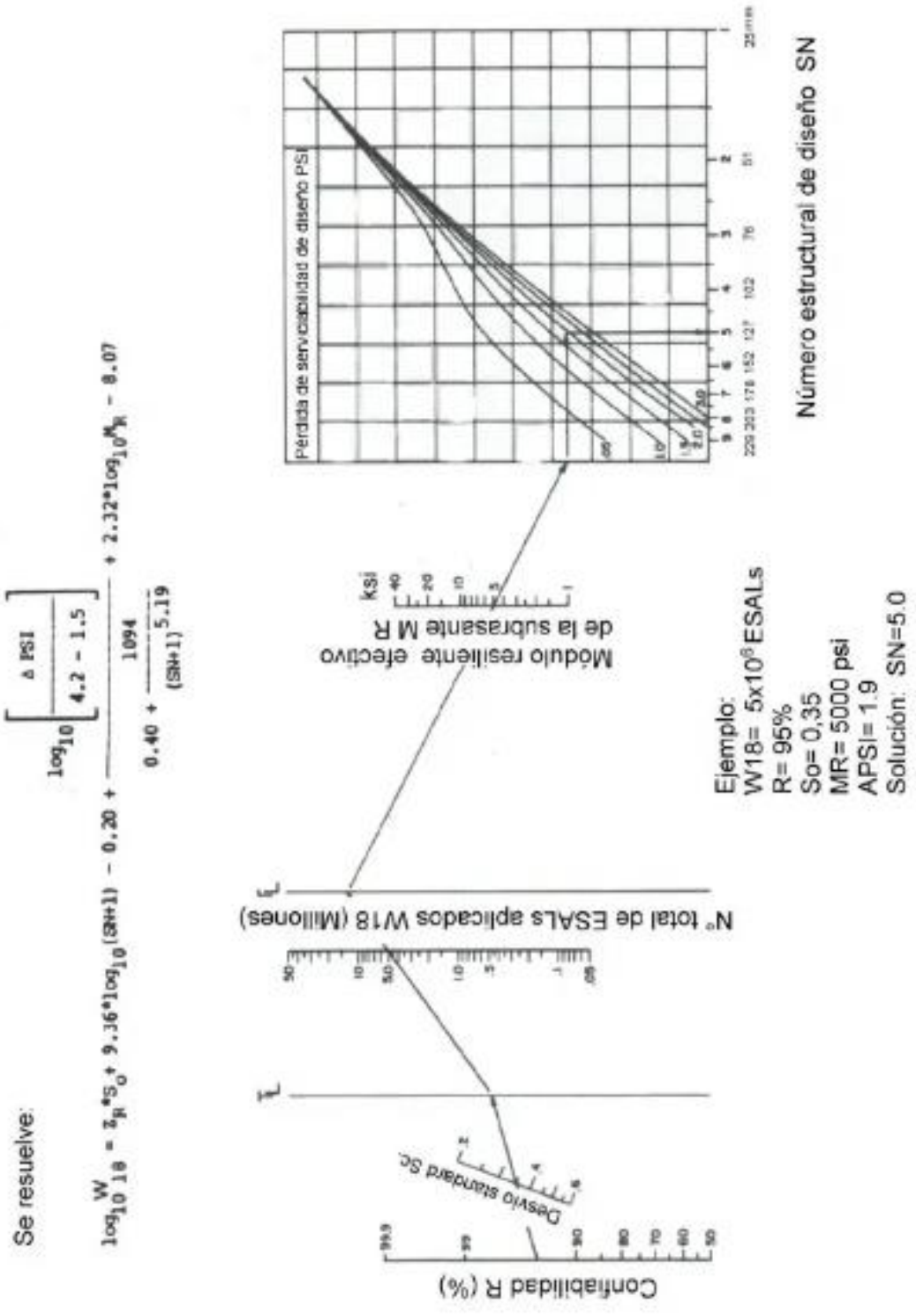
P_t= serviciabilidad final del pavimento

M_R= modulo resiliente de la subrasante en psi.

Determinación del número estructural:

A partir de los parámetros anteriormente definidos en conjunto con el esquema de diseño recomendado por la AASHTO:

Imagen 6 Grafica de diseño



Fuente: (Cordo Oscar, 2006)

Obtenido el número estructural, se identifica los espesores de las capas que corresponden a la estructura, la formula a utilizar está definida por la Ecuación 6:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Ecuación 6

a_i= coeficiente estructural de la capa

D_i =espesor de la capa

m_i =coeficiente de drenaje de la capa

No es práctico ni económico colocar capas de un espesor menor que el mínimo requerido. Además, las capas de un cierto espesor por encima de un mínimo son más estables.

8.2 TRÁNSITO VEHICULAR

Un sistema vial, es un sistema constituido por medios físicos y estáticos de tránsito, carreteras, intersección, terminales, usuarios, tipos de vehículos, etc.

Se denomina tránsito vehicular a la cantidad de vehículos que circulan a lo largo de una vía o autopista. Este flujo de vehículos se estudia con el objetivo de obtener información de la tendencia de movimientos de vehículos que resulta de la necesidad del desplazamiento entre orígenes y destinos. Adicionalmente permite desarrollar modelos teóricos de planificación y diseño de pavimentos, que dependerán de la demanda actual y futura de tránsito (Gleave Steer Davies, 2006).

8.2.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL -TPDA

La medida del tránsito de una vía es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Tránsito Actual (Ta): es la cantidad de vehículos que se trasladan por un tramo de la vía desde un origen hasta un destino en una unidad de tiempo (Gleave Steer Davies, 2006).

Tránsito Futuro (Tf): Es la cantidad de vehículos que se proyecta que exista en un periodo de años.

Tránsito Desviado (Td): Es la desviación de tránsito hacia una vía, que reduce los costos de viaje (Gleave Steer Davies, 2006).

Transito Generado (Tg): Es el tránsito generado por viajes totalmente nuevos que se cuantifican, lo mismos que se dan debido al mejoramiento o construcción de una vía.

8.2.2 Volumen de Tráfico Promedio Diario

Se define a la medida del Volumen Promedio Diario, como la relación entre el total de vehículos que pasan por la sección de una vía y un período determinado de días. El TPD es uno de los factores más importantes en estudios viales, influye en el diseño geométrico, diseño estructural y capacidad del proyecto en análisis. Se lo expresa mediante la Ecuación 7:

$$TPD = \frac{N}{T}$$

Ecuación 7

TPD: Tráfico Promedio Diario

N: número de vehículos contabilizados

T: periodo de tiempo

A partir del periodo de aforo, se identifican diferentes tipos de Trafico Promedio:

- Trafico Promedio Diario Semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

Ecuación 8

TPDS: Trafico Promedio Diario Semanal

TS: Trafico semanal

- Trafico Promedio Diario Mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{Dias\ del\ mes\ (28{,}29{,}30\ o\ 31)}$$

Ecuación 9

TPDM: Trafico Promedio Diario Mensual

TM: Trafico mensual

- Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Ecuación 10

TPDS: Trafico Promedio Diario Anual

TS: Trafico Anual

En base al manual de las "Normas de diseño geométrico de carreteras-MOP 001" se emplea la siguiente ecuación para el cálculo de TPDA actual

$$TPDA = T_a * F_h * F_d * F_s * F_m$$

Ecuación 11

Ta = cantidad de vehículos aforado

Fh: factor de ajuste horario

Fd: factor de ajuste diario

Fs: factor de ajuste semanal

Fm: factor de ajuste mensual

Factores

El factor horario (fh): convierte el volumen de tráfico registrado en un número de horas determinado a un volumen diario promedio (Gleave Steer Davies, 2006)

El factor diario (Fd): transforma el volumen de tráfico diario promedio calculado a volumen semanal promedio.

El factor semana (Fs): transforma el volumen semanal de tráfico promedio semanal a volumen mensual promedio (Gleave Steer Davies, 2006).

El factor mensual (Fm): convierte el volumen mensual promedio de vehículos en tráfico promedio diario anual.

8.2.3 Tráfico futuro

La proyección del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual, estas proyecciones se usan para la clasificación de vías y carreteras.

Generalmente las predicciones del tráfico se estiman entre 15 y 20 años, las cuales permiten el diseño y mantenimiento de vías y carreteras (MTOP 001, 2002).

Tasa de crecimiento anual

Las tasas de crecimiento en el Ecuador están fundadas en el aumento de la adquisición de vehículos de la población, adicionalmente se basan en tendencias históricas, como es el consumo de combustible y el crecimiento de la población.

El MTOP proporciona tasas de crecimiento anual durante diferentes periodos de años que permiten el cálculo del TPDA futuro en el Ecuador.

Tabla 17 Tasas de crecimiento anual

Tasas de crecimiento anual (%)			
Periodo	Liviano	Bus	Camión
2005-2010	4,49	2,12	3,41
2011-2015	3,99	1,89	3,03
2016-2020	3,6	1,7	2,72
2021-2040	3,27	1,54	2,48

Fuente: (MTOP 001, 2002)

8.2.4 Trafico promedio anual futuro (TPDA futuro)

La proyección del tráfico de una vía o carretera se calcula a partir del TPDA actual, mediante la Ecuación 12.

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{actual} * (1 + i)^n$$

Ecuación 12

$TPDA_{Futuro}$: Trafico promedio diario anual futuro

$TPDA_{Actual}$: Trafico promedio diario anual actual

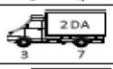
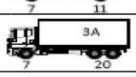
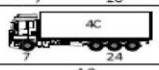
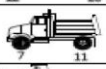
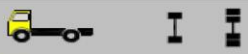
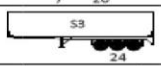
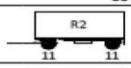
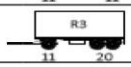
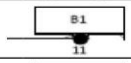
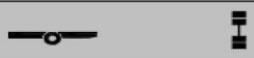
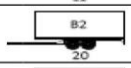
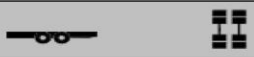
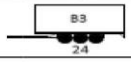
i: Taza de crecimiento anual de vehículos

n: Años a proyectar

8.2.5 Tipos de Vehículos:

El MTOP proporciona un registro de clasificación de vehículos en el Ecuador, el cual se muestra a continuación.

Tabla 18 Clasificación vehicular

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
					Largo	Ancho	Alto
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			CAMIÓN CON TAMDEM DIRECCIONAL Y TAMDEM POSTERIOR	32	12,20	2,60	4,10
V2DB			VOLQUETA DE DOS EJES 8 m³	18	12,20	2,60	4,10
V3A			VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m³	27	12,20	2,60	4,10
VZS			VOLQUETA ZS DE 3 EJES 16 m³	27	12,20	2,60	4,10
T2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES	18	8,50	2,60	4,10
T3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES	27	8,50	2,60	4,10
S3			SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	24	13,00	2,60	4,10
S2			SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	20	13,00	2,60	4,10
S1			SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	11	13,00	2,60	4,10
R2			REMOLQUE DE 2 EJES	22	10,00	2,60	4,10
R3			REMOLQUE DE 3 EJES	31	10,00	2,60	4,10
B1			REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	11	10,00	2,60	4,10
B2			REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	20	10,00	2,60	4,10
B3			REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	24	10,00	2,60	4,10

Fuente: (MTOP 001, 2002)

8.2.6 Aforo Vehicular

Esta medida permite determinar el volumen y clasificación del tránsito actual que circular por la vía, es útil para la proyección de construcción de nuevas vías o el mejoramiento de vías existentes (Gleave Steer Davies, 2006).

El tiempo y duración del aforo a realizar, depende del tipo de datos que se requieren y aplicación que tendrán estos.

- Aforo de 24 horas: cubre un periodo de 24 horas entre el medio del lunes y el medio del viernes, exceptuando el tránsito del lunes en la mañana y viernes en la tarde dado que se ven cambios en los patrones normales de comportamiento (Gleave Steer Davies, 2006).
- Aforo durante periodos de máxima demanda: este depende del área a analizar, proximidad a centros generadores de flujo vehicular, como centro de ciudades, áreas industriales. Los periodos de tiempo para este aforo generalmente son de 7 a 9 a.m. y 5 a 7 p.m. (Gleave Steer Davies, 2006).

8.2.7 Método de Conteo

Existen dos métodos de conteo, pueden ser manuales y automáticos, estos dependerán de la necesidad y limitaciones del estudio.

Conteo Manual

El método de aforo manual obtiene datos de volúmenes a partir del personal de campo, conocidos como aforadores. El método es el más común y permite obtener información detallada de:

- Clasificación vehicular
- Tendencias direccionales en intersecciones
- Procedencia de vehículos
- Número de pasajeros por vehículo
- Obediencia a los dispositivos para el control del transito

El conteo manual también es usado para demostrar la exactitud de los conteos mecánicos, así mismo en el caso que las condiciones físicas y climatológicas interfieran con el conteo o uso de contadores mecánicos o automáticos (Gleave Steer Davies, 2006).

Conteo Mecánico

El método de aforo mecánico registra el volumen de tránsito, según el instrumento empleado, neumático o electrónico. Estos instrumentos detectan el tránsito y posterior registran los datos de tránsito. (Gleave Steer Davies, 2006)

Tipos de Estaciones de Aforo:

- **Estaciones de muestra** Esta estación sirve para determinar la cantidad de vehículos en el lugar y fecha en la cual se instaló, generalmente son periodos de corta duración, un día o menos. Se ubican en puntos en los que el incremento del número de vehículos es significativo (Gleave Steer Davies, 2006).
- **Estaciones de control** La función que cumple esta estación es establecer la variación del volumen de tránsito, con una duración de una semana por cada sentido de circulación. Se ubican a lo largo de una carretera, en puntos en los cuales el volumen de tránsito varia de manera rápida o cerca del final y comienzo de la carretera (Gleave Steer Davies, 2006).

8.2.8 Adoquines

El adoquín es un elemento prefabricado, compuesto por agua, cemento y agregados finos y gruesos. Estos elementos son utilizados de manera general en la construcción de pavimentos, dándole uso para cualquier tipo de tráfico tanto liviano como pesado. Por esta razón, los adoquines son fabricados con diferentes resistencias, al igual que el espesor, dependiendo del uso y cargas que van a soportar. A demás, debido a las diferentes formas y colores en los que se fabrican su uso se ha extendido al campo de zonas peatonales, plazas con fines estéticos (Cabezas, 2014).

En el Ecuador existe una gran producción de estos prefabricados, ya que tienen una considerable importancia en la industria de la construcción. A partir del año 2000 hasta la actualidad la producción de adoquines ha aumentado de manera notable, especialmente los adoquines decorativos.

Los adoquines deben cumplir con propiedades físicas y mecánicas para que sean considerados aptos para su uso:

Absorción de Agua

Toda clase de adoquín tiene un porcentaje máximo de absorción promedio para una muestra de tres especímenes no mayor al 6%. (INEN-3040, 2016).

Imagen 7 Absorción de agua



Fuente: (Gomez Avila, 2016)

Esfuerzo a la Compresión

Este ensayo se presenta de manera informativa, ya que la norma ecuatoriana no contempla este ensayo. La resistencia individual de un elemento de adoquín no debe ser menor de 50 Mpa, para una muestra el promedio resistencia debe cumplir 55 Mpa. No obstante, en proyectos con solicitaciones de menor resistencia o fines decorativos se aceptan resistencias comprendidas entre 40 Mpa y 50 Mpa (Cabezas, 2014).

Imagen 8 Esfuerzo de compresión

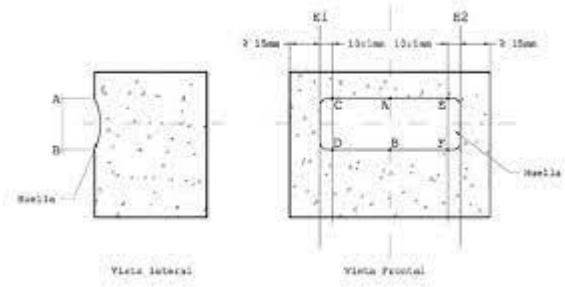


Fuente: (Gomez Avila, 2016)

Resistencia al Desgaste por Abrasión

El desgaste promedio no debe exceder 25 mm o un desgaste máximo de 20000 mm^3 /5000 mm^2 según el caso (INEN-3040, 2016).

Imagen 9 Resistencia al desgaste por abrasión



Fuente: (Gomez Avila, 2016)

8.2.9 Ensayo de Laboratorio

En el Ecuador, las especificaciones y normas INEN describen los ensayos a los cuales los adoquines se someterán para asegurar su funcionamiento adecuado.

NORMA INEN 1485 – Determinación de la Resistencia a la compresión

Esta norma está derogada, pero se incluye debido a que fue la norma con la que se aprobaron los adoquines en el periodo de construcción. El ensayo se basa en someter a una muestra de adoquín a la aplicación de una carga que incrementa hasta que el elemento llegue a fallar. La muestra estará conformada por diez adoquines, los mismo que permanecerán sumergidos en agua a una temperatura de 20°C± 5°C durante 24 horas. Posterior, a la muestra se limpia los residuos de agua u otro material con un paño. Para el ensayo el adoquín se coloca en la maquina con la cara de la superficie de desgaste hacia arriba, la aplicación de la carga debe ser continua con una velocidad aproximada de 15 MPa por minuto. La máquina de ensayo estará dotada de dos soportes de acero indeformable, será capaz de incrementar la carga a velocidad constante (INEN-1485, 1986).

La resistencia de cada adoquín se calcula, dividiendo la carga máxima aplicada por la máquina para el área total de la superficie de contacto "A_s" y este resultado se multiplica por su factor correspondiente, de la tabla 2 de la norma INEN 1488. (INEN-1485, 1986)

Cálculos:

La resistencia característica de la muestra representada por fk se calcula mediante la Ecuación 10:

$$fk = (fm - 1.64S)$$

Ecuación 13

fm= media aritmética de las resistencias de las muestras (MPa)

S= desviación estándar MPa

NORMA INEN 3040 – Determinación al Desgaste por Abrasión

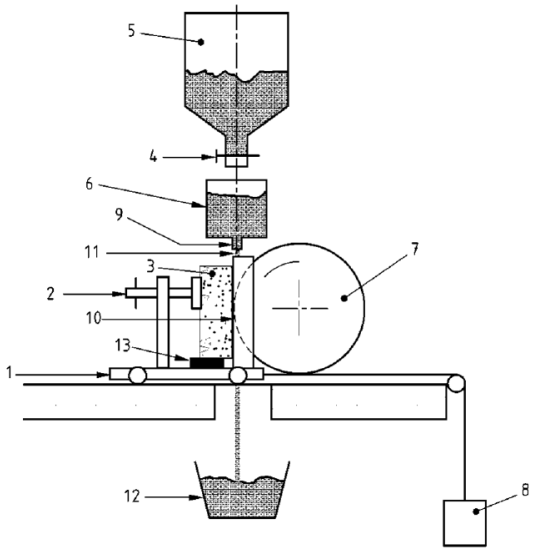
El ensayo, somete el adoquín a desgaste a través de un flujo controlado de material abrasivo que pasa entre la superficie de la muestra y la superficie curva del disco metálico, generando una huella, su longitud es inversamente proporcional a la resistencia al desgaste (INEN-3040, 2016).

La máquina utilizada para el ensayo se compone principalmente por el disco metálico con un diámetro de 200mm±1mm, ancho de 70 mm ± 1mm y deberá girar 75 revoluciona en 1min, una tolva donde se mantiene el material abrasivo, corindón, el flujo del material debe ser de al menos 2,5 l/min de manera constante (INEN-3040, 2016).

Para el ensayo el espécimen debe ser una unidad completa, estar limpio y seco, el mismo se coloca sobre el porta probetas. Colocado la muestra y en contacto con el disco metálico, se arranca el motor y se abre el flujo del corindón, una vez finalizado las 75 revoluciones se para el motor y se cierra el flujo de la tolva. (INEN-3040, 2016)

Se toman los datos correspondientes a la huella, dibujando los limites longitudinales de la huella “L1” y “L2”, se dibuja la línea AB y se mide la distancia entre A y B y se registra el dato (INEN-3040, 2016).

Imagen 10 Ensayo de abrasión de adoquín



Fuente: (INEN-3040, 2016)

Cálculos:

El resultado se presenta con una aproximación de 0.5 mm, la longitud resultante se obtiene con la Ecuación 14:

$$lh = AB + (20.0 - Vc)$$

Ecuación 14

lh= longitud de la huella resultante (mm)

Vc= valor de calibración (mm)

AB= longitud de la huella medida (mm)

8.2.10 Estudio de Capas que conforman el Pavimento

Entre los datos que intervienen en el diseño y construcción de un proyecto vial, se encuentra el estudio de suelos. El estudio nos facilita las características de los materiales existentes en la vía y cantera utilizada como banco de material, siendo una de las referencias más importantes para determinar los espesores de las capas de la estructura del pavimento. (Felipe, 2007)

Los materiales de subbase, base deben cumplir con las características:

- Módulos de elasticidad
- Densidad seca máxima
- Granulometría
- CBR

Arena

La cama estará conformada por arena fina, la misma que pasará en su totalidad el tamiz No 10. El material no contendrá más del 5% de tamaños menores al del tamiz No. 200 y debe cumplir con los requisitos de resistencia a la abrasión y durabilidad que se establecen en la subsección 803-3 de las especificaciones MOP (MTOP 001, 2002).

Subbase

El material adecuado para esta capa, son los pétreos, provenientes de depósitos aluviales o canteras, compuestos de grava, libre de material orgánico y terrones de arcilla (Cabezas, 2014).

Desgaste: no presentará un desgaste mayor al 50% para la fracción más gruesa y la porción que pasa el tamiz No.40 deber tener un índice de plasticidad entre 6 y con un límite liquido máximo de 35.

Equivalente de Arena: El material pasante del tamiz No.4 debe presentar un equivalente de arena mayor al 20%. (MTOP 001, 2002)

Granulometría:

Tabla 19 Subbase - Granulometría

Tamiz		Subbase clase 1		Subbase clase 2		Subbase clase 3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
3''	76,2mm						100
2''	50,4mm				100		
1 ½	38,1mm		100	70	100		
No. 4	4,75mm	30	70	30	70	30	70
No. 40	0,425mm	10	35	15	40		
No. 200	0,075mm	0	15	0	20	0	20

Fuente: (MTOP 001, 2002)

CBR: Para una densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado, igual al 95%, el CBR debe ser mayor a 30%.

Base

El material que conforma esta capa debe ser, pétreos de cantera u origen aluvial, triturados o mezclado con arena, libre de material orgánico, terrones de arcilla u otro material contaminante. (Cabezas, 2014)

Desgaste: El desgaste deberá ser menor al 40% para la fracción gruesa, en las fracciones granulométricas sobrantes tendrán un desgaste homogéneo. El límite liquido de la fracción que pasa el tamiz No.40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6 (MTOP 001, 2002).

Granulometría:

Tabla 20 Base - Granulometría

Tamiz		Base clase 1 TIPO A		Base Clase 1 Tipo B		Base Clase 2		Base Clase 3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
2''	50 mm		100		100		100		100
1 1/2”	37,5 mm	70	100	70	100	70	100		
1''	25 mm	55	85	60	90	55	85	70	100
3/4''	19 mm	50	80	45	75	47	75	60	90
3/8''	9,5 mm	35	60	30	60	35	65	40	75
N° 4	4,75 mm	25	50	20	50	25	55	30	60
N° 10	2 mm	20	40	10	25	15	45	15	45
N° 40	0,425 mm	10	25	2	12	5	25	10	30
N° 200	0,075 mm	1	12			0	10	0	15

Fuente: (MTOP 001, 2002)

CBR: El resultado del CBR en laboratorio sera mayor o igual a 80% (MTOP 001, 2002) .

Subrasante

Al ser esta la capa de apoyo de toda la estructura del pavimento, conocer su capacidad de resistencia permite determinar el espesor de las capas adyacentes. Por esta razón se determina el CBR, plasticidad, hinchamiento y colapso del suelo de la explanada. (Cabezas, 2014)

Tipo de subrasante:

Dependiendo de estabilidad ante la humedad y su dureza, se pueden clasificar en tres categorías, las siguientes:

Categoría 1: suelo deformable donde se dificulta la circulación.

Categoría 2: suelo con poca deformación y permite la circulación.

Categoría 3: permite la circulación y no presenta deformación.

8.2.11 ENSAYOS DE CARACTERIZACION DEL SUELO

Ensayo CBR

El ensayo de "Relación de Soporte de California", conocido como CBR, es un parámetro que cuantifica la resistencia y deformación del material de subrasante, subbase y base del pavimento, siendo este un parámetro necesario para el diseño y construcción de vías o carreteras, rigiéndose en la norma ASTM D1883.

Antes de proceder con el ensayo CBR, se determina la humedad optima y densidad seca máxima del suelo mediante el ensayo de Proctor (D1883-05, 2005).

Una vez que se obtiene los resultados de la humedad optima y densidad seca máxima, se procede a humedecer la muestra de suelo y mezclar la misma de manera que se alcance la humedad optima. Posterior, se procede a compactar el material en tres moldes estandarizados de 152. 46 mm de diámetro interior y altura de 177,86 mm, que cuenta con un collar de al menos 50, 8 mm de altura y una placa base. La muestra se compacta en 3 capas, con una energía de compactación de 56, 25 o 10 golpes por cada una de las capas, mediante un apisonador de 2,5 Kg que se deja caer desde una altura estandarizada de 305 mm. Cada muestra compactada, se enraza, se desmonta para luego volver a montar invertido el mismo y se registra la masa (D1883-05, 2005).

Se toman dos muestras significativas para determinar la humedad de compactación, luego se coloca el peso de sobre carga y vástago ajustable antes de sumergir los moldes en agua. Se toma las primeras medidas para el hinchamiento y se dejan las muestras durante 96 horas en remojo, manteniendo el nivel de agua constante.

Se toman medidas de hinchamiento diariamente, durante al menos 4 días. Al final del periodo de inmersión, se toma una medida final de hinchamiento y se retira el agua en la superficie de la muestra y se escurre durante 15 minutos. Al terminar de escurre el agua se retira las pesas, placa y papel filtro y registra la masa de la muestra. (D1883-05, 2005)

Para la prueba, se coloca una masa de 4, 54 kg sobre el espécimen y aplicar la carga sobre el pistón de penetración de modo que la tasa de penetración sea de 1, 17 mm/min aproximadamente. Se registran las lecturas de carga de penetración a 0.64, 1.3, 1.9, 2.5, 3.18, 4.45, 5.1, 7.6, 10 y 13 mm. Finalizado el ensayo se presentan los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR.

Calculo:

Densidad Seca:

$$\rho_d = \frac{M_{sec}}{V_m}$$

Ecuación 15

Donde:

$$M_{sec} = \frac{M_{m+ws} - M_m}{1 + W_{ac}}$$

Ecuación 16

M_{sec} = masa seca de suelo compactado (g)

M_{m+ws} = masa húmeda de suelo moldeado más la masa del molde (g)

M_m = masa del molde (g)

W_{ac} = contenido de agua de muestra representativa tomada durante el proceso de compactación

V_m = volumen del molde (área de molde x altura inicial), valor calibrado, m^3 o cm^3

Cálculo de peso unitario seco:

$$\gamma_d = 9.8066 * \rho_d \left(\frac{Kn}{m^3}\right)$$

Ecuación 17

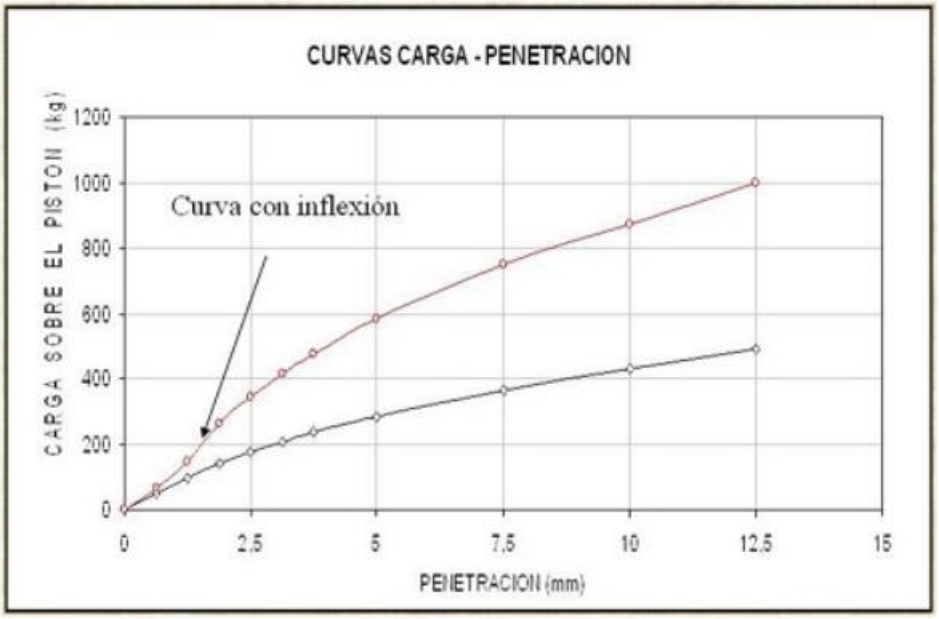
γ_d = peso unitario seco KN/m^3

9.8066 = factor de conversión g/cm^3 a KN/m^3

62.428 = factor de conversión g/cm^3 a lbf/ft^3

Para obtener la curva de tensión Vs deformación, el grafico presentará las diferentes cargas de penetración en la ordenada y en la abscisa la penetración.

Imagen 11 Curvas carga - penetración



Fuente: (Juan Gallego Medina, 2015)

Cálculo del porcentaje de hinchamiento del espécimen:

$$s = \left(\frac{S}{h_i}\right) * 100$$

Ecuación 18

s= hinchamiento que se produjo durante la inmersión, precisión de 0.1%

S=hinchamiento vertical determinado a partir del registro final menos el inicial del hinchamiento (mm) pulg.

h_i = altura de espécimen de prueba antes del hinchamiento (mm) pulg.

Se determina el Índice de CBR mediante la Ecuación:

$$\%CBR = \frac{Carga\ \ de\ ensayo}{Carga\ Patron}$$

Ecuación 19 Índice de CBR

Ensayo Clasificación de Suelos para Fines de Ingeniería

Este ensayo describe un sistema para clasificación mineral y orgánico de los suelos basándose en la determinación de las características granulométricas, límite líquido, e índice plástico (ASTM-2487, 2011).

La clasificación diferencia tres divisiones mayores de suelo: suelos de grano grueso, suelos de grano fino, y suelos orgánicos, estas, son divididas en un total de 15 grupos de suelo. Esta clasificación se basa en pruebas de laboratorio regidas por la norma ASTM 2487, mediante la misma, un suelo es catalogado de acuerdo con el grupo básico de suelo, asignándole un símbolo o símbolos de grupo y un nombre.

Tabla 21 Asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo

Criterios para Asignar Grupos de Símbolos y Grupos de Nombres Utilizando Pruebas de Laboratorio[A]				Clasificación de Suelo[B] Símbolo de Grupo	Nombre de grupo
SUELOS DE GRANO GRUESO	Grava (Más del 50% de la fracción gruesa retenida en en un tamiz No.4	Gravas Limpias (Menos del 5% fino[C])	Cu ≥ y 1≤ Cc ≤ 3[D]	GW	Grava bien clasificada[E]
			Cu< 4 y/o [Cc<1 o Cc>3][D]	GP	Grava pobremente clasificada[E]
		Grava fina (más del 12% fina)	Fina clasifica como ML o MH	GM	Grava Limosa[E,F,G]
			Fina clasifica como Cl o CH	GC	Grava Arcillosa[E,F,G]
Más del 50% retenido en un tamiz No.200	Arenas (50% o más de la fracción gruesa pasa un tamiz No.4	Arena Limpia (fina menos del 5%[H])	Cu > 6 y 1≤ Cc ≤ 3[D]	SW	Arena bien graduada[I]
			Cu < 6 y/o [Cc < 1 o Cc >3][D]	SP	Arena pobremente graduada[I]
		Arena Fina (Más del 12% fina[H])	Fina clasifica como ML o MH	SM	Arena legamosa[F,G,I]
			Fina clasifica como Cl o CH	SC	Arena arcillosa[F,G,I]
SUELOS DE GRANO FINO	Légamos y Arcilla Límite Líquido Menor a 50	Inorgánico	Pl>7 y estructura sobre o por encima línea "A"[J]	CL	Arcilla Magra[K,L,M]
			Pl<4 o estructura bajo línea "A"[J]	ML	Légamo[K,L,M]
		Orgánico	Límite Líquido – más seco < 0.75	OL	Arcilla Orgánica[K,L,M,N]
			Límite Líquido – no seco <0.75		Légamo Orgánico[K,L,M,O]
50% o más pasa por un tamiz No. 200	Légamos y Arcilla	Inorgánico	Pl estructura sobre o por encima línea "A"	CH	Arcilla Grasa[K,L,M]
			Pl estructura bajo línea "A"	MH	Légamo Elástico[K,L,M]
	Límite Líquido Mayor a 50	Orgánico	Límite Líquido – más seco < 0.75	OH	Arcilla Orgánica[K,L,M,P]
			Límite Líquido – no seco <0.75		Légamo Orgánico[K,L,M,Q]
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICO	Materia primordialmente orgánica, de color oscuro y hedor orgánico.			PT	Turba

Fuente: (ASTM-2487, 2011)

Para el análisis granulométrico se requieren especímenes que deberán cumplir con los siguientes pesos mínimos secos:

Tabla 22 Tamaño máximo y mínimo

TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULA Abertura De La Malla	TAMAÑO MINIMO DEL ESPECIMEN Peso Seco
4.75 mm (No.4)	100 g (0.25 lb)
9.5 mm (No. 3/8)	200 g (0.5 lb)
19.0 mm (No. ¾)	1.0 kg (2.2 lb)
38.1 mm (No. 1 ½)	8.0 kg (18 lb)
75.0 mm (No. 3)	60.0 kg (132lb)

Fuente: (ASTM-2487, 2011)

La muestra de campo debe ser dos o cuatro veces más grande que los pesos presentados anteriormente. Para realizar los ensayos de límite líquido y límite plástico, se requiere material adicional de entre 150 g y200 g de suelo más fino que la malla No.40.

En caso de que la muestra sea más menor que la cantidad recomendada, el informe deberá incluir una observación. (ASTM-2487, 2011)

En caso de requerir una distribución granulométrica acumulada, el grupo de mallas usado incluye los siguientes tamaños:

75.0 mm (No. 3)

19.0 mm (No. ¾)

4.75 mm (No.4)

2.0 mm (No.10)

420 um (No.40)

75 um (No.200)

Determinación de Límite Liquido e Índice Plástico:

Limite Liquido:

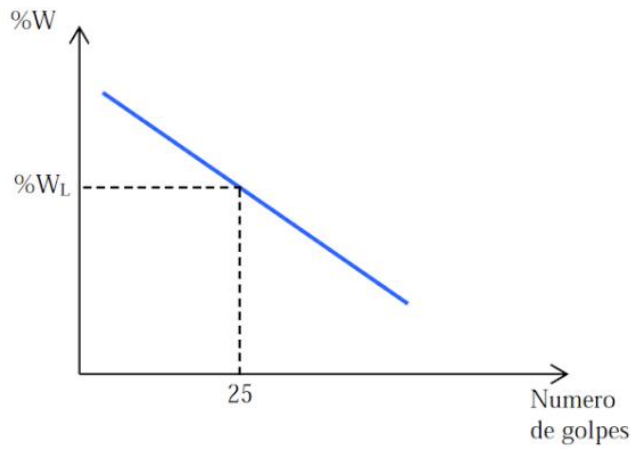
Se prepara el suelo con una humedad levemente superior al límite líquido, éste se coloca sobre equipo de Casagrande entre 50 y 70 g alisando la superficie de 1 cm con una espátula, evitando dejar burbujas de aire. Usando el acanalador separa el suelo por la mitad. La máquina tendrá una velocidad uniforme de dos rev/seg, el movimiento continuará hasta que la parte inferior se cierre 1/2” de distancia, se registra el número de golpes, siempre que este sea menor a 40 (ASTM-2487, 2011).

Se repite el procedimiento hasta obtener un numero de golpes entre 15 a 20, obteniendo de esta manera diferentes puntos para graficar la relación Humedad Vs Numero de Golpes en escala semilogarítmica.

Se toma una muestra de aproximadamente 5 g de suelo de la zona del surco, de igual manera se registra la masa del suelo y se coloca en el horno durante 24 horas (ASTM-2487, 2011).

Una vez que se obtiene los datos de humedad, se dibuja la relación Contenido de Humedad Vs. Numero de golpes, el número de golpes se dibujará en escala logarítmica. Para determinar el límite liquido se identifica en la gráfica el porcentaje de humedad cuando se tiene 25 golpes.

Imagen 12 Contenido de Humedad VsNumero de golpes



Fuente: (ASTM D 3262-15, 2015)

Limite Plástico:

Se utiliza una fracción del material que queda del ensayo del límite líquido, se forma una bola de suelo de 1 cm3 y amasarla sobre un vidrio con la mano hasta formar bastoncitos o palitos de 3 mm de diámetro. Se reconstruye la muestra en forma de bola, uniendo el material con las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastón hasta llegar al límite plástico, si no se está seguro de haber alcanzado el límite plástico. El límite plástico se reconoce cuando el bastón formado se rompe en pedazos de 0.5 a 1 cm de largo.

Una vez formados los bastones se pesa el bastón para determinar su contenido de humedad. Se repite este procedimiento para promediar el resultado siempre y cuando no se exceda en 2% la diferencia entre los resultados.

Ensayo Estándar para Clasificación de Suelos y Mezclas de Suelo y Agregados para Fines de Construcción de Carreteras ASTM D 3262-15

Este ensayo cubre un procedimiento para clasificar suelos minerales y orgánicos minerales en siete grupos con base en la determinación de laboratorio de la distribución del tamaño de las partículas, el límite líquido y el índice de plasticidad. La evaluación de los suelos dentro de cada grupo se hace por medio de un índice de grupo, que es un valor calculado a partir de una fórmula empírica (ASTM D 3262-15, 2015).

De acuerdo con la composición granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad, el material se puede clasificar en siete grupos de A-1 a A-7.

Los suelos cuyas partículas pasan el tamiz No. 200 (0,075 mm) en un porcentaje menor al 35 %, forman los Grupos A1, A2, A3. Por otra parte, los suelos finos limos o arcillas que contienen más del 35 % de material fino que pasa el Tamiz No. 200, constituyen los Grupos A-4, A-5, A-6, A-7 (ASTM D 3262-15, 2015).

De acuerdo con la tabla siguiente se clasifica el grupo y subgrupos de manera apropiada.

Tabla 23 Clasificación de suelos - AASHTO

General Classification	Granular Materials 35 % or Less Passing 75 µm (No. 200)							Silt-Clay Materials More Than 35 % Passing 75 µm (No. 200)			
Group Classification	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5, A-7-6
Sieve analysis, % passing:											
2.00 mm (No. 10)	50 max	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
425 µm (No. 40)	30 max	50 max	51 min	...	...	...	...	...	...	...	...
75 µm (No. 200)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Characteristics of fraction passing 425 µm (No. 40):											
Liquid Limit	...		...	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Plasticity Index	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min[A]
Usual types of significant constituent materials	Stone Fragments, Gravel and Sand		Fine Sand	Silty or Clayey Gravel and Sand				Silty Soils		Clayey Soils	
General rating as subgrade	Excellent to Good							Fair to Poor			

[A]Plasticity index of A-7-5 subgroup is equal to or less than *LL* minus 30. Plasticity index of A-7-6 subgroup is greater than *LL* minus 30 (see Fig. 1).
Reprinted with permission of American Association of State Highway and Transportation Officials.

Fuente: (ASTM D 3262-15, 2015)

En este sistema también es necesario calcular un Índice de Grupo, en base a la ecuación siguiente:

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10)$$

Ecuación 20 Índice de grupo

F=Porcentaje pasante del tamiz No.200

PI=Índice Plasticidad

LL=Limite Liquido

Para los grupos A-2-6 y A-2-7 se usa la ecuación siguiente:

$$GI = 0.01(F - 15)(PI - 10)$$

Ecuación 21 índice de grupo

F=Porcentaje pasante del tamiz No.200

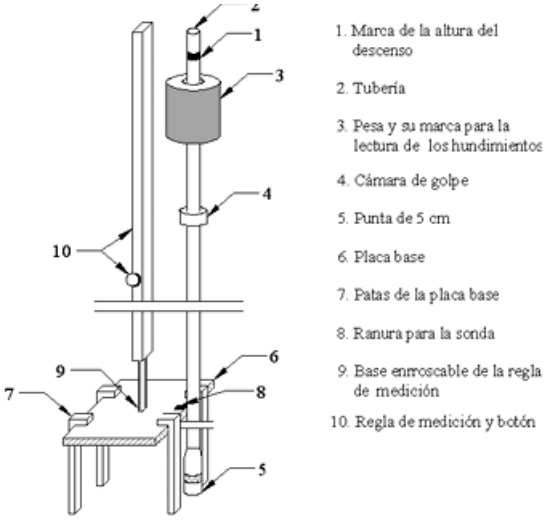
PI=Índice Plasticidad

Ensayo Cono Dinámico de Penetración DCP

Este ensayo permite la medición de la velocidad de penetración y la resistencia a la penetración de los suelos mediante el empleo del cono dinámico con un martillo de 8 kg sobre suelo intacto o materiales compactados, en caso de que la medición se realice en suelo blando es posible utilizar un martillo de menor masa. 4,6 kg (D6951/D6951M-18, 2018).

El equipo es de uso manual, operado por dos personas, pesa alrededor de 12 Kg. y está compuesto por una barra de penetración que finaliza en una punta de 20 mm de diámetro en forma de cono. La barra de penetración tiene adosada una regla de medida, y por la misma se desliza el martillo, con altura de caída de 575 mm. La barra tiene longitud de 800 mm y con extensiones puede llegar a medir 1500 mm (D6951/D6951M-18, 2018).

Imagen 13 Penetrómetro dinámico



Fuente: (Felipe, 2007)

Es un ensayo simple y sencillo que permite realizar una valoración in situ de las capas de suelos que constituyen bases, subbases y subrasantes de pavimentos, el ejecutor introduce la punta del DCP en el suelo levantando el martillo hasta el mango y luego dejándolo caer. La penetración para un número determinado de golpes se mide y registra en mm/golpe, esta medida es usada para evaluar la resistencia in situ del suelo intacto y materiales compactados y estimar la Resistencia CBR del material (D6951/D6951M-18, 2018).

Calculo:

Correlaciones entre resultados del DCP y el CBR

Correlación para todos los suelos

$$CBR = \frac{292}{DCP^{1.12}}$$

Ecuación 22

(D6951/D6951M-18, 2018)

DCP: relación entre penetración y numero de golpes (mm/golpe)

Correlación para suelos CH (Arcillas de Alta Plasticidad).

$$CBR = \frac{1}{(0.017019 * DCP)^2}$$

Ecuación 23

(D6951/D6951M-18, 2018)

DCP: relación entre penetración y número de golpes (mm/golpe)

Los CL (arcillas de Baja Plasticidad) con CBR menor de 10%. Se utiliza la siguiente correlación:

$$CBR = \frac{1}{0.002871 * DCP}$$

Ecuación 24

(D6951/D6951M-18, 2018)

DCP: relación entre penetración y número de golpes (mm/golpe)

Ensayo de Compactación (Proctor Modificado)

El ensayo de compactación se emplea para establecer de manera efectiva el peso unitario seco máximo y humedad óptima de una muestra, el índice que se determina se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos que conforman la base, subbase y subrasante del pavimento. El ensayo consiste en incrementar la densidad mediante la disminución de la cantidad de espacios de aire en el material (ASTM D1557, 1987).

La relación entre la humedad y el peso unitario de los suelos compactados se determina mediante el uso de un molde de un tamaño estándar, con un volumen de 943,3 cm^3, el suelo es compactado en 5 capas, con un martillo de 2.5 kg que cae desde una altura de 457 mm (ASTM D1557, 1987).

El método se basa en la compactación de 5 ejemplares del suelo a ensayar, de aproximadamente 7 kg de suelo secado al aire anteriormente. Para el primer ensayo, la humedad deberá ser de aproximadamente 4 a 5 % en relación con la masa del ejemplar, los ensayos siguientes deberán incrementar su humedad en 2 %, el suelo se mezcla hasta alcanzar la humedad de ensayo (ASTM D1557, 1987).

Antes de compactar el material, se registra la masa del molde sin incluir la base y collar, se incluye de igual manera las dimensiones del molde. Se prosigue con la compactación del suelo en 5 capas aplicando el número de golpes dependiendo del método a utilizar. Se procura que la última capa quede por sobre el borde superior del molde de compactación; dado que, en caso de que la superficie de la última capa quedara bajo la altura del molde, se debe repetir el ensayo; también se debe evitar que esta última capa exceda en altura el nivel del molde en más de 6 mm (ASTM D1557, 1987).

Una vez compactado el ejemplar, se retira el collar y se enrasa la superficie de suelo a nivel del borde superior del molde, se registra la masa del molde con el suelo compactado y enrasado. Para terminar con el primer molde de compactación, se extrae el suelo y se toman muestras representativas para determinar el contenido de humedad (ASTM D1557, 1987).

Se formarán la cantidad de 5 especímenes para ensayos que permitan obtener una cantidad de puntos necesarios y graficar la relación humedad óptima - densidad seca máxima. Para los especímenes siguientes se mezcla el suelo aún no utilizado, agregando un 2% de agua al contenido de humedad usado y se repite el procedimiento anteriormente mencionado (ASTM D1557, 1987).

Cálculos:

Para obtener el peso unitario seco, se utilizan las ecuaciones siguientes:

Cálculo de Densidad Húmeda:

$$\rho_m = \frac{M_t - M_m}{V_m}$$

Ecuación 25

M_m = masa del molde (g)

M_t = masa del molde y suelo humedo (g)

V_m = volumen del molde (cm^3)

ρ_m = Densidad Húmeda (g/cm^3)

Cálculo de Densidad Seca:

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}}$$

Ecuación 26

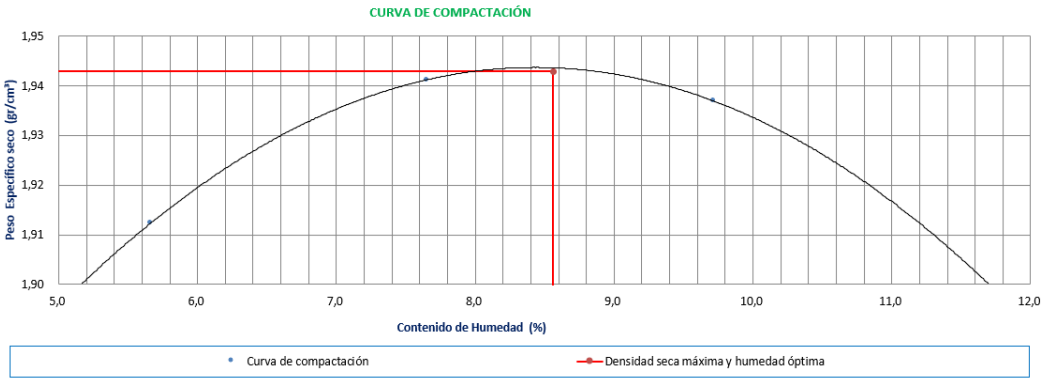
ρ_m = Densidad Húmeda (g/ cm^3)

ρ_d = Densidad Seca (g/ cm^3)

W = contenido de agua (%)

Se grafica la Densidad seca vs Contenido de Humedad

Imagen 14 Curva de compactación



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III

2. PROCEDIMIENTO Y ENSAYOS

8.3 METODOLOGIA ICP ASTM E-2840-19

8.3.1 Procedimiento

Se divide en subunidades la vía Chorlaví, como se especifica en la norma ASTM E-2840-19, las subunidades deben cumplir con un área de 225 m^2 ± 90 m^2 (2500 $pies^2$ ± 1000 $pies^2$).

Área total de la vía:

Longitud: 2100 m

Ancho Promedio: 8m

$$Area = 2010\ m * 8\ m$$

Ecuación 27

$$Area = 16080\ m^2$$

Numero de subunidades:

$$N = \frac{16080\ m^2}{225\ m^2}$$

Ecuación 28

$$N = 72$$

Según la Norma, el valor mínimo de unidades a ser analizados se calcula a partir de la ecuación siguiente:

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

$$n = \frac{72 * 10^2}{\left(\left(\frac{5^2}{4}\right)(72-1) + 10^2\right)}$$

$$n = 14$$

Este valor representa el número mínimo de unidades necesarias para obtener una estimación adecuada del 95% de confianza de PCI, sin embargo, para este estudio se analizaron todas las unidades con el propósito de obtener un valor exacto de PCI de la vía, al igual que conocer de mejor manera los deterioros y zonas con mayor afectación de la vía Chorlaví, debido que el ancho de la vía tiene variación, el número de unidades analizadas son 69. Se procede a realizar el levantamiento de datos de la inspección manual-visual. Siguiendo lo descrito, se identifican, clasifican y categorizan las diferentes fallas, también se incluye la longitud y ancho variable de cada una de las subunidades.

A continuación, se presenta los datos de varias subunidades analizadas:

Tabla 24 Registro de deterioro – Unidad 1

HOJA DE DATOS DE ESTUDIO DE CONDICIÓN PARA LA UNIDAD DE MUESTRA					
Fecha:31-08-2022	Unidad:1		Área de la Unidad:122 m^2		
Largo de Unidad: 22,5 m	Abscisa 0+00 - 0+22,5 m	Ancho de Unidad:		10 m	10,7 m
Número y tipo de Deterioro					
1. Adoquines dañados	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			9. Perdida de adoquines	
2. Depresiones	6. Abultamiento			10. Parches	
3. Restricción de bordes dañado	7. Deslizamiento Horizontal			11. Ahuellamiento	
4. Ancho excesivo de junta	8. Perdida/bombeo de arena de junta				
CÓDIGO DE DETERIORO Y SEVERIDAD	PROFUNDIDAD /DISTANCIA /CANTIDAD (mm)	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA TOTAL (m2)	DENSIDAD (%)
4B	10	0,28	0,25	0,07	
4B	10	1,06	0,4	0,424	
1M	1				
6B	8	1	0,65	0,65	

Fuente: Elaboración propia

Ancho excesivo de Juntas

Imagen 15 Ancho excesivo de junta - Vía Chorlaví



Fuente: Elaboración propia

Imagen 16 Adoquines dañados - Via Chorlavi



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Registro de deterioro – Unidad 36

HOJA DE DATOS DE ESTUDIO DE CONDICIÓN PARA LA UNIDAD DE MUESTRA					
Fecha:05-09-2022	Unidad: 36		Área de la Unidad: 192m^2		
Largo de Unidad: 30m	Abscisa: 0+910,13m – 0+940,13m	Ancho de Unidad:		6,36 m	6,44 m
Número y tipo de Deterioro					
1. Adoquines dañados	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			9. Perdida de adoquines	
2. Depresiones	6. Abultamiento			10. Parches	
3. Restricción de bordes dañado	7. Deslizamiento Horizontal			11. Ahuellamiento	
4. Ancho excesivo de junta	8. Perdida/bombeo de arena de junta				
CÓDIGO DE DETERIORO Y SEVERIDAD	PROFUNDIDAD /DISTANCIA /CANTIDAD (mm)	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA TOTAL (m2)	DENSIDAD (%)
5ª	16				
2ª	42	1,66	1,37	2,274	
2M	17	1,16	1,46	1,694	
4ª	23	0,13	0,18	0,023	
8M	23	1,14	1,08	1,231	
1ª	2				
1M	6				
1B	13				

Fuente: Elaboración propia

Imagen 17 Escalonamiento



Fuente: Elaboración propia

Imagen 18 Depresiones



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Imagen 19 Ancho Excesivo de Juntas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 20 Perdida de arena



Fuente: Elaboración propia

Imagen 21 Adoquines dañados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Registro de deterioro - Unidad 60

HOJA DE DATOS DE ESTUDIO DE CONDICIÓN PARA LA UNIDAD DE MUESTRA					
Fecha: 06-09-2022	Unidad: 60		Área de la Unidad: 196m^2		
Largo de Unidad: 28 m	Abscisa: 1+648,47m – 1+676,47m	Ancho de Unidad:		6,50 m	7,50 m
Número y tipo de Deterioro					
1. Adoquines dañados	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			9. Perdida de adoquines	
2. Depresiones	6. Abultamiento			10. Parches	
3. Restricción de bordes dañado	7. Deslizamiento Horizontal			11. Ahuellamiento	
4. Ancho excesivo de junta	8. Perdida/bombeo de arena de junta				
CÓDIGO DE DETERIORO Y SEVERIDAD	PROFUNDIDAD /DISTANCIA /CANTIDAD (mm)	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA TOTAL (m2)	DENSIDAD (%)
8M	16	2,69	1,87	5,030	
4B	10	2,69	1,87	5,030	
1B	1	----	----	----	
8B	9	3,67	1,63	5,982	
4B	9	3,67	1,63	5,982	
6B	7	1,86	1,74	3,236	

Fuente: Elaboración propia

Imagen 22 Ancho de junta excesiva



Fuente: Elaboración propia

Imagen 23 Perdida de arena



Fuente: Elaboración propia

Imagen 24 Adoquines dañados



Fuente: Elaboración propia

Imagen 25 Falla - Adoquines dañados



Fuente: Elaboración propia

Imagen 26 falla - Escalonamiento



Fuente: Elaboración propia

Imagen 27 Falla - Depresión



Fuente: Elaboración propia

Imagen 28 Falla - Ancho excesivo de junta



Fuente: Elaboración propia

Imagen 29 Falla - Perdida de arena de junta



Fuente: Elaboración propia

Imagen 30 Falla - Perdida de adoquín



Fuente: Elaboración propia

Cálculo de ICP

Se suma el total de cada una de las fallas de acuerdo con cada severidad y se registra en la columna de "Total"

Por ejemplo, en la tabla 26 se muestran las fallas siguientes:

Ancho excesivo de junta:

$$0.07\ m2\ +\ 0.424\ m2\ =\ 0.494\ m2$$

- Adoquines Dañados: 1 unidad

$$1\ unidad\ =\ 0.051\ m2$$

- Abultamiento: $0.65\ m2$

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO							
FECHA:	03/ octubre/2022		LONGITUD:	25		m	
UNIDAD:	1		ANCHO:	8	9	m	
			AREA DE LA UNIDAD:	212,5		m2	
TIPO DE FALLAS							
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2		
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2		

3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2				
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2						

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	B	0,07	0,424	0				0,000	0,494
1	M	1						0,051	0,051
6	B	0,65						0,000	0,650
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

Una vez se obtiene el total de las fallas, se calcula la densidad porcentual, dividiendo el total y el área de la unidad inspeccionada, el resultado, se multiplica por 100.

Por ejemplo, en la tabla 30 se determina la Densidad Porcentual de cada clase de falla:

- Ancho excesivo de junta:

$$Densidad\ \% = \frac{0.494\ m^2}{212.5\ m^2} * 100 = 0.23$$

- Adoquines Dañados:

$$Densidad\ \% = \frac{0.051\ m^2}{212.5\ m^2} * 100 = 0.02$$

- Abultamiento:

$$Densidad\ \% = \frac{0.65\ m^2}{212.5\ m^2} * 100 = 0.32$$

Se establece el valor deducido de cada clase de falla, este valor, da un peso específico para cada tipo de falla y severidad, se lo obtiene utilizando las curvas de valor deducido y la densidad anterior calculada.

Por ejemplo, para la subunidad 1 se utiliza las siguientes curvas de valor deducido:

- Ancho excesivo de junta:

  Valor deducido: 1.2

Imagen 31 Curvas de valor deducido – ancho excesivo de junta

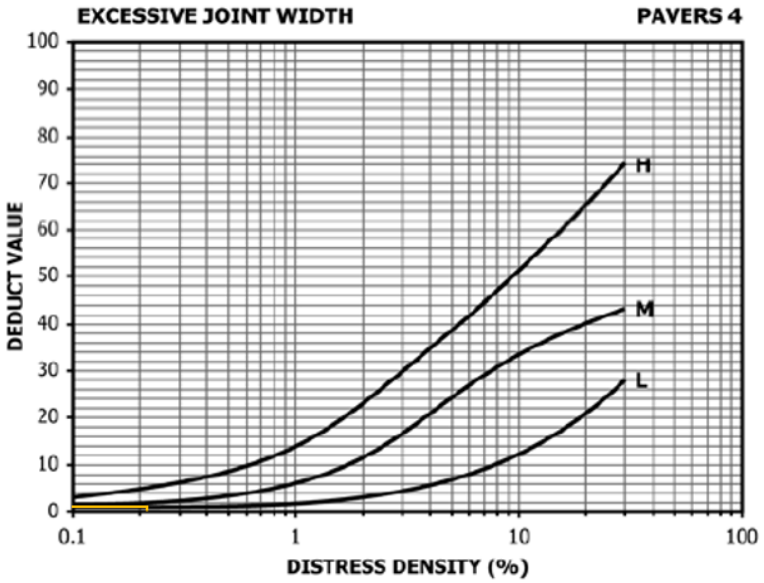


FIG. X3.4 Excessive Joint Width (4)

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

- Adoquines Dañados:

  Valor deducido: 0

Imagen 32 Curvas de valor deducido – Adoquines dañados

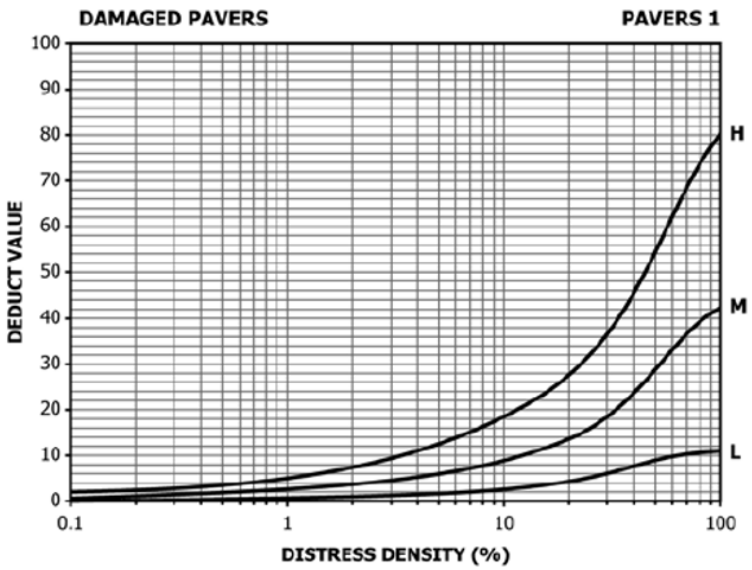


FIG. X3.1 Damaged Pavers (1)

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

- Abultamiento:
  Valor deducido: 0

Imagen 33 Curvas de valor deducido - abultamiento

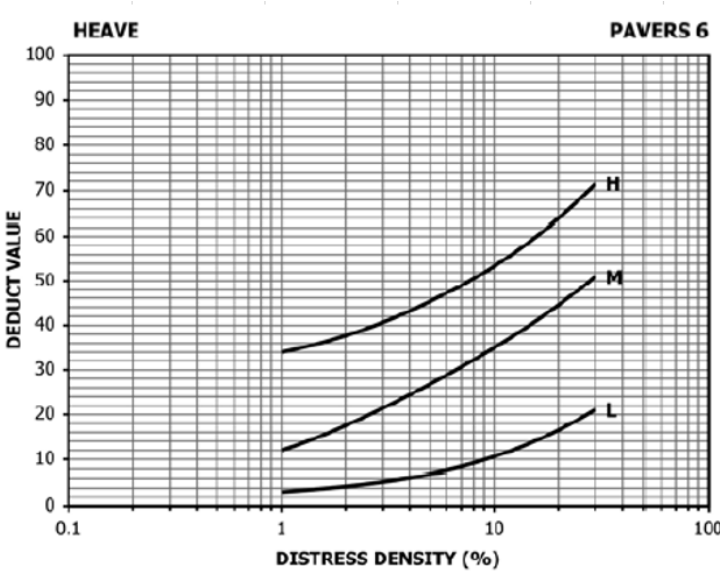


FIG. X3.6 Heave (6)

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

Se obtiene el máximo valor deducido corregido (CDV), tomando en cuenta lo siguiente:

- ✓ Si ninguno o solamente uno de los valores deducidos es mayor que dos, el valor total es usado en lugar del máximo CDV.

Por ejemplo, en la tabla de la subunidad 1 se muestran los valores:

Tabla 27 Valores correspondientes al cálculo de ICP

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	0,494	0,23	1,20		
1	M	0,0509	0,02	0,00		
6	B	0,65	0,31	0,00		
					Valor deducido más alto=	
					1,2	

Fuente: Elaboración propia

Existe un solo valor deducido, el mismo que es menor que dos por lo que se usa este como valor deducido corregido

- ✓ Si más de un valor deducido es mayor que dos, se establece el número de deducciones permisibles "m", (Ver Ecuación 3)

Por ejemplo, en la tabla 31 de la subunidad 2 se muestran los valores del número de deducciones permisibles:

Tabla 28 Numero de deducciones permisibles

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	M	1	0,47	3,30		
2	M	1	0,47	10,00		
1	M	0,2036	0,10	0,50		
					Valor deducido más alto=	
					10,00	9,3

Fuente: Elaboración propia

Se determina el máximo valor deducido corregido (CDV) de forma iterativa, mediante la suma de los valores deducidos se determina el valor deducido total. También se obtiene "q" con el número de valores deducidos mayores a dos.

$$Total_1: 10.00 + 3.30 + 0.50 = 13.80$$

$$Total_2: 10.00 + 2.00 + 0.50 = 12.50$$

Como se muestra en la Tabla 31, q=2.

Se establece el valor de CDV a partir del valor deducido total y del número de q, utilizando la curva de corrección.

Por ejemplo, para la subunidad 2 se determina al CDV a partir de la siguiente curva

Imagen 34 Curva de corrección

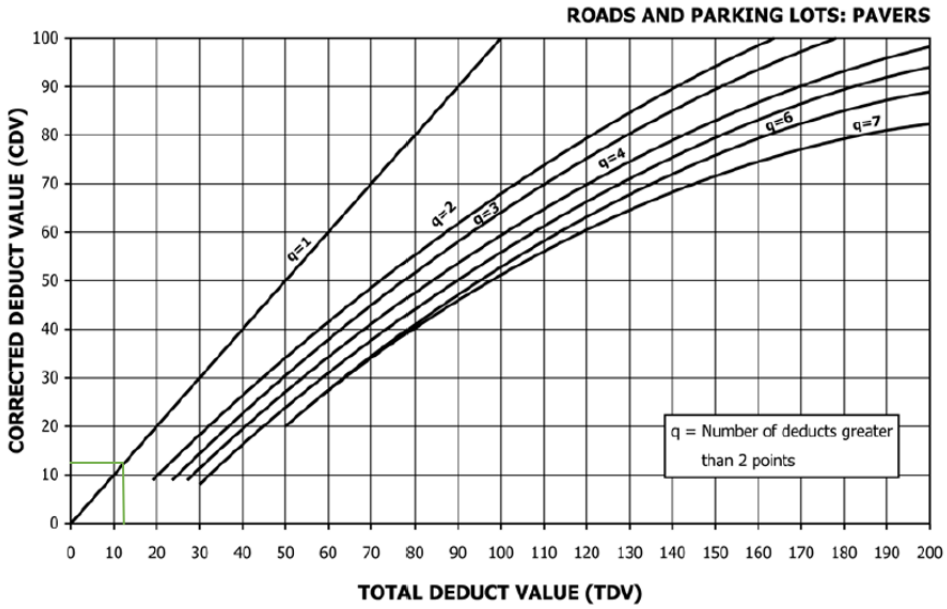


FIG. X3.12 Total Deduct Value (TDV)

Fuente: (ASTME-2840, 2019)

Tabla 29 Calculo del valor CDV

No.	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	10,00	3,30	0,50				13,8	2	0
2	10,00	2,00	0,50				12,5	1	12,5
								Max CDV	12,5

Fuente: Elaboración propia

El máximo CDV, es el mayor dato de los valores deducidos corregidos determinados.

Para obtener el ICP, se resta a 100 el máximo CDV

Tabla 30 Calculo de PCI

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	87,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

Se calculó el índice de condición del pavimento para cada una de las unidades analizadas en la vía Chorlaví, este cálculo se indica a continuación.

Calculo Unidad 1

Tabla 31 Registro de condición del pavimento - Unidad 1

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	03/ Septiembre/2022			LONGITUD:		25		m		
UNIDAD:	1			ANCHO:		8	9	m		
				AREA DE LA UNIDAD:		212,5		m2		
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2					
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2					
3. Restricción de bordes dañado	M	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2					
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							
FALLAS EXISTENTES									**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines	
4	B	0,07	0,424	0					0,000	0,494
1	M	1							0,051	0,051
6	B	0,65							0,000	0,650
									0,000	0,000
									0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	0,494	0,23	1,20		
1	M	0,0509	0,02	0,00		
6	B	0,65	0,31	0,00		
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			1,2	
		0				
		0				

No.	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,2	1	1,2
							0		
							0		
							0		

							0		
								Max CDV	1,2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 Calculo del PCI - Unidad 1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	98,8
CLASIFICACION	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el resumen del índice de condición del pavimento de cada unidad inspeccionada, al igual que el ICP del tramo completo de la vía.

Tabla 33 Calculo de ICP – Resumen

Cálculo de ICP	
UNIDAD	INDICE
1	99
2	87,5
3	99,9
4	100
5	100
6	100
7	100
8	96,69
9	93,8
10	99
11	100
12	100
13	100
14	98
15	74
16	100
17	89,3
18	91,3
19	82
20	98,8
21	99
22	64
23	92
24	90,4
25	78,2
26	85,5
27	79,9
28	75
29	90

30	98,1
31	84,5
32	80,1
33	81,9
34	80
35	71,8
36	68,1
37	81,9
38	55,4
39	69,4
40	81,7
41	73
42	97,7
43	94,3
44	97,7
45	100
46	91,8
47	95,6
48	99,5
49	97,4
50	95,6
51	57
52	77
53	93,5
54	99
55	88,5
56	95,6
57	76
58	79
59	86,2
60	87,6
61	72,1
62	67,2
63	86,6
64	100
65	99,8
66	86,5
67	86,2
68	97,5
69	49
PROMEDIO	87,58

Fuente: Elaboración propia

Una vez tabulado el PCI de las 69 unidades analizadas se calculó el promedio de estas, obteniendo así el índice de condición de pavimento (ICP) general de la vía Chorlaví.

Tabla 34 Calculo de ICP - Promedio

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	87,58
CLASIFICACION	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

Como parte de la inspección visual-manual realizada a lo largo de la vía Chorlaví, se registraron medidas del ancho promedio de juntas del pavimento, de 5mm incumpliendo con el ancho máximo de juntas que determina la norma ASTM E2840.

8.3.2 Conteo manual vehicular

Antes de iniciar el conteo manual, se definieron las estaciones de aforo a lo largo de la vía Chorlaví

Imagen 35 Estación A1 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

Estación A1:

Coordenadas

Este: 815562,00m

Norte: 37464,00m

Imagen 36 Estación A2 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

Estación A2:

Coordenadas

Este: 813704,00m

Norte: 37608,00m

Imagen 37 Estación B1 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

Estación B1:

Coordenadas

Este: 816046,00m

Norte: 37695,00m

Imagen 38 Estación B2 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

Estación B2:

Coordenadas

Este: 816888,00m

Norte: 37789,00m

Se preparó al personal de apoyo sobre el estudio, el horario y tipos de vehículos, para la clasificación se agruparon los tipos de vehículos conforme al estudio de tránsito realizado por el GAD de Ibarra del año 2014.

A continuación, se presenta el conteo manual realizado por los colaboradores de acuerdo con las respectivas estaciones.

Estación A1

Imagen 39 Estación de conteo A1



Fuente: Elaboración propia

Estación B1

Imagen 40 Estación de conteo B1



Fuente: Elaboración propia

Estación B2

Imagen 41 Estación de coteo B2



Fuente: Elaboración propia

Estación A2

Imagen 42 Estación de conteo A2



Fuente: Elaboración propia

La clasificación es la siguiente:

Livianos: Automóviles, camionetas e incluyendo motocicletas.

Autobuses:

Camiones: Vehículos pesados de 2 a 3 ejes y pesados con más de 3 ejes.

El formato mostrado a continuación fue el utilizado para todas las estaciones de conteo distribuidos en la vía

Tabla 35 Formato para estaciones de conteo vehicular

		CALLE:			**FECHA:**	
CONTEO DE TRAFICO CLASIFICACIÓN DE VEHICULOS		**SENTIDO:**				
HORA	**REGISTRO**	**LIVIANOS**		**PESADOS**	**OTROS**	
		AUTOMOVIL / CAMIONETAS / BUSETAS / JEEPS / MOTOS	**AUTOBUSES**	**CAMION 2-DA / CAMION 2-DB /CAMION + 3 EJES** 	**BICICLETAS** 	**ANOTAR**
1	07:00 - 08:00					
2	08:00 - 09:00					
3	09:00 - 10:00					
4	10:00 - 11:00					
5	11:00 - 12:00					
6	12:00 - 13:00					
7	13:00 - 14:00					
8	14:00 - 15:00					
9	15:00 - 16:00					
10	16:00 - 17:00					
11	17:00 - 18:00					
12	18:00 - 19:00					
	TOTAL					

Fuente: Elaboración propia

El aforo de las intersecciones de la vía Chorlaví y Autopista E-35, tanto al inicio como al final, se realizó en las fechas del 12 al 18 de septiembre de 2022 en el horario fijo establecido 7h00 a 19h00.

En cuanto a las interacciones Av. Chorlaví con Vía Soles y Av. Chorlaví con Corredor periférico sur, se realizó en las fechas del 19 al 25 de septiembre de 2022 en el horario establecido anteriormente.

Debido a que no se cuenta con datos históricos del tráfico promedio de la Vía Chorlaví, se ejecutó un conteo manual de vehículos en el periodo de 24 horas los siguientes días:

En las intersecciones de la Vía Chorlaví y Autopista E-35 el día 12 de septiembre de 2022

En las intersecciones de la Vía Chorlaví con Vía Soles y Av. Chorlaví con Corredor Periférico Sur el día 19 de septiembre de 2022

Con los datos obtenidos de los 7 días, se procesaron y tabularon por día cada ficha, obteniendo así una base de datos, el cual es utilizado para determinar el TPDA actual y futuro.

Aforo vehicular:

Tabla 36 Conteo de tráfico vehicular Estación A1 Vía Chorlaví - Ambos sentidos

			CALLE: CHORLAVI		FECHA: 13/09/2022	
CONTEO DE TRAFICO CLASIFICACIÓN DE VEHICULOS			SENTIDO: Ambos sentidos			
HORA	REGISTRO	LIVIANOS		PESADOS	OTROS	
		AUTOMOVIL / CAMIONETAS / BUSETAS / JEEPS / MOTOS	AUTOBUSES	CAMION 2-DA / CAMION 2-DB /CAMION + 3 EJES 	BICICLETAS 	ANOTAR
1	07:00 - 08:00	87	11	10	2	
2	08:00 - 09:00	84	12	13	4	
3	09:00 - 10:00	62	10	18	2	
4	10:00 - 11:00	93	12	21	1	
5	11:00 - 12:00	112	16	15	4	
6	12:00 - 13:00	130	12	14	1	
7	13:00 - 14:00	99	12	8	4	
8	14:00 - 15:00	88	12	6	1	
9	15:00 - 16:00	71	13	8	0	1 tractor
10	16:00 - 17:00	89	10	11	2	2 tractor
11	17:00 - 18:00	128	10	18	6	
12	18:00 - 19:00	111	9	8	4	
	TOTAL	1154	139	150	31	

Fuente: Elaboración propia

Aforo vehicular estación A1 – 13/09/2022

Tabla 37 Conteo de tráfico vehicular Estación B1 Vía Chorlaví - Ambos sentidos

CONTEO DE TRAFICO CLASIFICACIÓN DE VEHICULOS MTOP		CALLE: CHORLAVI			FECHA:21/09/2022	
		SENTIDO: Ambos sentidos				
HORA	REGISTRO	LIVIANOS		PESADOS	OTROS	
		AUTOMOVIL / CAMIONETAS / BUSETAS / JEEPS / MOTOS	AUTOBUSES	CAMION 2-DA / CAMION 2-DB /CAMION + 3 EJES 	BICICLETAS 	ANOTAR
1	07:00 - 08:00	130	13	5	9	
2	08:00 - 09:00	88	10	6	10	
3	09:00 - 10:00	87	9	2	8	1 tractor
4	10:00 - 11:00	77	11	8	4	
5	11:00 - 12:00	91	9	10	6	
6	12:00 - 13:00	128	12	8	4	
7	13:00 - 14:00	121	8	10	2	
8	14:00 - 15:00	100	10	4	6	
9	15:00 - 16:00	107	12	8	4	
10	16:00 - 17:00	84	10	7	5	
11	17:00 - 18:00	137	11	9	8	
12	18:00 - 19:00	146	14	8	12	
	TOTAL	1296	129	85	78	

Fuente: Elaboración propia

Aforo vehicular estación B1 – 21/09/2022

8.3.3 Cálculo de TPDA

Conforme al cálculo del TPDA que se muestra en la Ecuación 11. se procede a calcular los factores del tráfico promedio diario anual.

8.3.4 Trafico horario

En base a los datos aforados se determina el tráfico horario de cada estación.

Para obtener el tráfico horario se suman la cantidad de vehículos livianos, autobuses y camiones en un lapso estimando de 1 hora, por ejemplo, en la tabla 40 se presenta los datos del tráfico horario obtenidos, el mismo se calcula de la siguiente forma:

Para el horario de 8h00 a 9h00

$$T_h = 72 + 15 + 11 = 98$$

Para determinar el tráfico diario en cada una de las estaciones, se calcula la relación entre la cantidad de vehículos que circulan en el horario definido de 7h00 a 19h00 con

el flujo de vehículos que transitan en la noche y madrugada del horario faltante para completar las 24 horas del día.

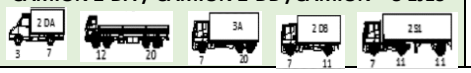
En la tabla siguiente se muestra el aforo realizado en el periodo de 24 horas, el día 12 de septiembre de 2022

Tabla 38 Conteo de tráfico vehicular Estación A2 Vía Chorlaví - Ambos sentidos

FICHA No: 1		CALLE: CHORLAVI			FECHA:12/09/2022		
CONTEO DE TRAFICO CLASIFICACIÓN DE VEHICULOS		SENTIDO: Ambos sentidos					
HORA	REGISTRO	LIVIANOS		PESADOS	OTROS		
		AUTOMOVIL / CAMIONETAS / BUSETAS / JEEPS / MOTOS	AUTOBUSES	CAMION 2-DA / CAMION 2-DB /CAMION + 3 EJES 	BICICLETAS 	ANOTAR	TOTAL, Hora
1	00:00 - 01:00	17	0	0	0		17
2	01:00 - 02:00	4	0	0	0		4
3	02:00 - 03:00	7	0	1	0		8
4	03:00 - 04:00	13	0	0	0		13
5	04:00 - 05:00	13	0	0	0		13
6	05:00 - 06:00	25	1	1	0		27
7	06:00 - 07:00	47	9	4	8		60
8	07:00 - 08:00	60	11	7	1		78
9	08:00 - 09:00	63	12	17	2		92
10	09:00 - 10:00	81	12	21	0	1 tractor	114
11	10:00 - 11:00	97	12	8	3		117
12	11:00 - 12:00	73	10	11	4		94
13	12:00 - 13:00	67	12	12	0		91
14	13:00 - 14:00	80	12	2	1	1 tractor	94
15	14:00 - 15:00	55	12	3	1		70
16	15:00 - 16:00	46	12	7	0		65
17	16:00 - 17:00	107	12	8	7		127
18	17:00 - 18:00	105	11	14	8		130
19	18:00 - 19:00	112	9	3	1		124
20	19:00 - 20:00	95	2	0	3		97
21	20:00 - 21:00	69	0	0	2		69
22	21:00 - 22:00	60	0	1	4		61
23	22:00 - 23:00	35	1	1	0		37
24	23:00 - 00:00	27	0	0	0		27
	TOTAL	1358	150	121	45		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Conteo de tráfico vehicular Estación B2 Vía Chorlaví - Ambos sentidos

FICHA No: 1		CALLE: CHORLAVI			FECHA: 12/09/2022		
CONTEO DE TRAFICO CLASIFICACIÓN DE VEHICULOS		SENTIDO: Ambos sentidos					
HORA	REGISTRO	LIVIANOS		PESADOS	OTROS		TOTAL, Hora
		AUTOMOVIL / CAMIONETAS / BUSETAS / JEEPS / MOTOS	AUTOBUSES	CAMION 2-DA / CAMION 2-DB /CAMION + 3 EJES 	BICICLETAS 	ANOTAR	
8	07:00 - 08:00	60	11	7	1		78
9	08:00 - 09:00	63	12	17	2		92
10	09:00 - 10:00	81	12	21	0	1 tractor	114
11	10:00 - 11:00	97	12	8	3		117
12	11:00 - 12:00	73	10	11	4		94
13	12:00 - 13:00	67	12	12	0		91
14	13:00 - 14:00	80	12	2	1	1 tractor	94
15	14:00 - 15:00	55	12	3	1		70
16	15:00 - 16:00	46	12	7	0		65
17	16:00 - 17:00	107	12	8	7		127
18	17:00 - 18:00	105	11	14	8		130
19	18:00 - 19:00	112	9	3	1		124
	TOTAL	946	137	113	28	1224	

Fuente: Elaboración propia

Mediante la siguiente ecuación se calcula el porcentaje de tráfico:

$$\%\ de\ trafico_{noche-madrugada\ vs\ dia-tarde} = \frac{Total\ vehiculos_{noche-\ madrugada}}{Total\ vehiculos_{dia-\ tarde}} * 100$$

Como ejemplo se calcula la relación de tráfico para vehículos livianos en la estación A1.

Lunes 12 de septiembre de 2022

$$\%\ de\ trafico_{noche-madrugada\ vs\ dia-tarde} = \frac{412}{946} * 100 = 43.55\%$$

De igual manera se determinó esta relación de tráfico para las diferentes estaciones

Tabla 40 Relación de tráfico - Estación A1

RELACIÓN DE TRÁFICO			
VEHICULO	Livianos	Autobuses	Pesados
Porcentaje día vs noche	43,55%	9,49%	7,08%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Relación de tráfico - Estación A1

RELACION DE TRAFICO			
VEHICULO	Livianos	Autobuses	Pesados
Porcentaje día vs noche	35,96%	16,67%	16,00%

Fuente: Elaboración propia

A partir de los porcentajes de tráfico calculado, se procede a determinar el total de vehículos que circulan las 24 horas durante el periodo de 7 días de conteo para cada una de las estaciones.

Por ejemplo, el tráfico total diario de vehículos livianos en el día 13 de septiembre de 2022 se calcula de la siguiente manera:

Tabla 42 Tráfico total diario - vehículos livianos

		CALLE: CHORLAVI				**FECHA: 13/09/2022**	
CONTEO DE TRAFICO CLASIFICACIÓN DE VEHICULOS		**SENTIDO: Ambos sentidos**					
HORA	**REGISTRO**	**LIVIANOS**		**PESADOS**	**OTROS**		
		AUTOMOVIL / CAMIONETAS / BUSETAS / JEEPS / MOTOS	**AUTOBUSES**	**CAMION 2-DA / CAMION 2-DB /CAMION + 3 EJES** 	**BICICLETAS** 	**ANOTAR**	TOTAL, Hora
1	07:00 - 08:00	87	11	10	2		108
2	08:00 - 09:00	84	12	13	4		109
3	09:00 - 10:00	62	10	18	2		90
4	10:00 - 11:00	93	12	21	1		126
5	11:00 - 12:00	112	16	15	4		143
6	12:00 - 13:00	130	12	14	1		156
7	13:00 - 14:00	99	12	8	4		119
8	14:00 - 15:00	88	12	6	1		106
9	15:00 - 16:00	71	13	8	0	1 tractor	92

10	16:00 - 17:00	89	10	11	2	2 tractor	110
11	17:00 - 18:00	128	10	18	6		156
12	18:00 - 19:00	111	9	8	4		128
	TOTAL	1154	139	150	31		

Fuente: Elaboración propia

$$\%\ vehiculos_{dia} = \frac{Total\ vehiculos_{dia} * \%\ de\ trafico_{noche-madrugada\ vs\ dia-tarde}}{Total\ de\ vehiculos_{noche-madrugada\ vs\ dia-tarde}} * 100$$

Ecuación 29

$$\%\ Livianos_{\ martes} = \frac{1154 * 0.435}{946} * 100 = 53.13\%$$

Ecuación 30

Se determina el tráfico diario total (TD) para cada tipo de vehículo y para cada día de la semana:

$$TD = TD_{aforado} + (TD_{aforado} * \%\ Trafico_{dia\ vs\ noche})$$

Ecuación 31

$$TD_{livianos} = 1154 + (1154 * 0.5313) = 1767$$

Tabla 43 Relación de tráfico Total- Estación A1

RELACION DE TRAFICO			
VEHICULO	Livianos	Autobuses	Pesados
Porcentaje día vs noche	43,55%	9,49%	7,08%
Total, de Vehículos	946	137	113

Fuente: Elaboración propia

8.3.5 Trafico semanal (TD)

A partir del tráfico diario (TD) determinado se calcula el tráfico semanal (TS), sumando los valores de tráfico diario de cada día para cada clase de vehículo en cada una d las estaciones.

$$TS = TD_{lunes} + TD_{martes} + TD_{miercoles} + TD_{jueves} + TD_{viernes} + TD_{sabado} + TD_{domingo}$$

Ecuación 32

Por ejemplo, para la estación A1 se calcula el tráfico semana de la siguiente manera:

Tabla 44 Relación de tráfico - Semanal

RELACION DE TRAFICO			
VEHICULO	Livianos	Autobuses	Pesados
Trafico Diario Lunes	1358	150	121
Trafico Diario Martes	1767	152	164
Trafico Diario Miércoles	1655	155	166
Trafico Diario Jueves	1536	173	152
Trafico Diario Viernes	1457	130	109
Trafico Diario Sábado	1109	80	51
Trafico Diario Domingo	1192	102	31

Fuente: Elaboración propia

$$TS_{livianos} = 1358 + 1767 + 1655 + 1536 + 1457 + 1109 + 1192$$

Ecuación 33

$$TS_{livianos} = 10073$$

Tabla 45 Tráfico semanal

Trafico Semanal		
Livianos	Autobuses	Pesados
10073	942	793

Fuente: Elaboración propia

8.3.6 Tráfico mensual

El tráfico mensual se calcula sumando los valores de tráfico diario de cada día del mes, dependiendo de la cantidad de días que tiene el mismo.

El conteo vehicular se realizó en el mes de septiembre, por esta razón para el cálculo del tráfico mensual se toma en cuenta que los días, jueves y viernes son 5, mientras que los días restantes son 4 en este mes.

$$TM = TD_{dia} * No.\,de\,días\,del\,mes$$

Ecuación 34

$$TM_{lunes} = 1358 * 4$$

$$TM = 5432$$

Tabla 46 Tráfico mensual

Tráfico Mensual (TM)							
Día	No. De días en Sep.	Tráfico Diario (TD)			Tráfico Mensual (TM) por día		
		Livianos	Autobuses	Camiones	Livianos	Autobuses	Camiones
Lunes	4	1358	150	121	5432	600	484
Martes	4	1767	152	164	7068	610	656
Miércoles	4	1655	155	166	6620	619	666
Jueves	5	1536	173	152	7680	864	761
Viernes	5	1457	130	109	7283	650	543
Sábado	4	1109	80	51	4434	320	202
Domingo	4	1192	102	31	4768	408	124
Tráfico Mensual (TM)					43285	4071	3436

Fuente: Elaboración propia

8.3.7 Tráfico anual

Como dato principal para el cálculo del tráfico anual, se utiliza el tráfico diario obtenido de cada día de la semana y el número de días; lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo que existen en el año 2022

$$TA = TD_{dia} * No.\,de\,dias\,en\,el\,año$$

Ecuación 35

$$TA_{lunes} = 1358 * 52$$

$$A_{lunes} = 70616$$

Tabla 47 Tráfico Anual (TA)

Trafico Anual (TA)				
Día	No. De días en el 2022	Tráfico Mensual por día		
		Livianos	Autobuses	Camiones
Lunes	52	70616	7800	6292
Martes	52	91889	7924	8533
Miércoles	52	86062	8048	8657
Jueves	52	79871	8989	7919
Viernes	52	75740	6759	5643
Sábado	52	57645	4160	2626
Domingo	52	61984	5304	1612
Trafico Anual (TA)		523808	48983	41281

Fuente: Elaboración propia

8.4 Cálculo de factores de ajuste

8.4.1 Factor de ajuste diario

A partir del TPDS se calcula el factor de ajuste diario de cada tipo de vehículo en cada una de las estaciones.

$$TPDS = \frac{TS_{livianos}}{7} + \frac{TS_{autubuses}}{7} + \frac{TS_{camiones}}{7}$$

Ecuación 36

$$TPDS = \frac{10073}{7} + \frac{942}{7} + \frac{793}{7}$$

$$TPDS = 1687$$

Tabla 48 Trafico promedio diario anual

Trafico Promedio Diario Semanal		
Livianos	Autobuses	Pesados
1439	135	113
	TPDS Total	1687

Fuente: Elaboración propia

$$F_d = \frac{TPDS_{vehiculos}}{TD_{vehiculos}}$$

Ecuación 37

$$F_d = \frac{1439}{1358}$$

$$F_d = 1.060$$

Tabla 49 Factor de ajuste diario (Fd)

Factor de Ajuste Diario (Fd)		
Livianos	Autobuses	Pesados
1,060	0,897	0,937

Fuente: Elaboración propia

8.4.2 Factor de Ajuste Semanal

En base a la división del tráfico anual (TA) determinado para el número de días en el año, se calcula el TPDA existente. Una vez obtenido el TPDA existente se calcula el factor de Ajuste Semanal

$$TPDA_{Existente} = \frac{TA}{365}$$

Ecuación 38

$$TPDA_{Existente\ liviano} = \frac{523808}{365}$$

$$TPDA_{Existente\ liviano} = 1435$$

Tabla 50 TPDA existente

TPDA Existente		
Trafico Promedio Diario Semanal		
Livianos	Autobuses	Pesados
1435	134	113

Fuente: Elaboración propia

$$F_s = \frac{TPD_{Existente}}{TPDS}$$

Ecuación 39

Para el tipo de vehículos livianos en la estación A1, calculamos el factor semanal (FS)

$$F_s = \frac{1435}{1439}$$

$$F_s = 0.997$$

Tabla 51 Factor de ajuste semanal

Factor de Ajuste Semanal		
Livianos	Autobuses	Pesados
0,997	0,997	0,998

Fuente: Elaboración propia

8.4.3 Factor de ajuste mensual

Una vez determinado el tráfico mensual (TM), se determina el tráfico promedio diario mensual (TPDM), posteriormente se calcula el factor de ajuste mensual (Fm)

$$TPDM = \frac{TM_{vehículos}}{No.\,de\ días\ del\ mes}$$

Ecuación 40

Calculamos el TPDM para vehículos livianos de la estación A1

$$TPDM_{livianos} = \frac{43285}{30}$$

$$TPDM_{livianos} = 1443$$

Tabla 52 Tráfico Promedio Diario Mensual

Trafico Promedio Diario Mensual		
Livianos	Autobuses	Pesados
1443	136	115

Fuente: Elaboración propia

Factor de ajuste mensual:

$$F_m = \frac{TPDA_{existente_{vehículos}}}{TPDM_vehículos}$$

Ecuación 41

$$F_m = \frac{1443}{1435}$$

$$F_m = 1.005$$

Tabla 53 Factor de ajuste mensual

Factor de Ajuste Mensual		
Livianos	Autobuses	Pesados
1,005	1,011	1,013

Fuente: Elaboración propia

Los procedimientos y cálculos descritos anteriormente se aplican para todos los tipos de vehículos y estaciones, con el fin de determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA).

8.4.4 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Se determina el TPDA a partir de los factores correspondientes a la Ecuación 11.

Por ejemplo, se calcula el TPDA para los vehículos livianos en la estación A1.

$$TPDA = T_a * F_d * F_s * F_m$$

Ecuación 42

$$TPDA = 1358 * 1.059 * 0.997 * 1.005$$

$$TPDA = 1443$$

Tabla 54 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación A1

Dia	Vehículos	Trafico Ta=Td	Factor Diario Fd	Factor Semanal Fs	Factor Mensual Fm	TPDA	TPDA TOTAL
LUNES	Livianos	1358	1,0596	0,9973	1,0054	1443	1694
	Autobuses	150	0,8975	0,9969	1,0111	136	
	Camiones	121	0,9368	0,9978	1,0128	115	
MARTES	Livianos	1767	0,8143	0,9973	1,0054	1443	1694
	Autobuses	152	0,8835	0,9969	1,0111	136	
	Camiones	164	0,6907	0,9978	1,0128	115	
MIERCOLES	Livianos	1655	0,8694	0,9973	1,0054	1443	1694

	Autobuses	155	0,8698	0,9969	1,0111	136	
	Camiones	166	0,6809	0,9978	1,0128	114	
JUEVES	Livianos	1536	0,9368	0,9973	1,0054	1443	1694
	Autobuses	173	0,7788	0,9969	1,0111	136	
	Camiones	152	0,7443	0,9978	1,0128	115	
VIERNES	Livianos	1457	0,9879	0,9973	1,0054	1443	1694
	Autobuses	130	1,0358	0,9969	1,0111	136	
	Camiones	109	1,0445	0,9978	1,0128	115	
SABADO	Livianos	1109	1,2980	0,9973	1,0054	1443	1694
	Autobuses	80	1,6828	0,9969	1,0111	136	
	Camiones	51	2,2443	0,9978	1,0128	115	
DOMINGO	Livianos	1192	1,2076	0,9973	1,0054	1443	1694
	Autobuses	102	1,3149	0,9969	1,0111	136	
	Camiones	31	3,7086	0,9978	1,0128	115	
				TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL TPDA			1694

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el TPDA calculado para cada una de las estaciones siguientes:

Tabla 55 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación B1

Dia	Vehículos	Trafico Ta=Td	Factor Diario Fd	Factor Semanal Fs	Factor Mensual Fm	TPDA	TPDA Total
LUNES	Livianos	1705	0,9269	0,9973	1,0029	1581	1816
	Autobuses	175	0,8226	0,9968	1,0031	144	
	Camiones	116	0,7662	0,9978	1,0232	91	
MARTES	Livianos	1662	0,9508	0,9973	1,0029	1581	1816
	Autobuses	172	0,8353	0,9968	1,0031	144	
	Camiones	83	1,0740	0,9978	1,0232	91	
MIERCOLESS	Livianos	1778	0,8890	0,9973	1,0029	1581	1816
	Autobuses	147	0,9760	0,9968	1,0031	144	
	Camiones	97	0,9205	0,9978	1,0232	91	
JUEVES	Livianos	1741	0,9076	0,9973	1,0029	1581	1816
	Autobuses	168	0,8550	0,9968	1,0031	144	
	Camiones	127	0,7017	0,9978	1,0232	91	
VIERNES	Livianos	1427	1,1071	0,9973	1,0029	1581	1816
	Autobuses	121	1,1901	0,9968	1,0031	144	
	Camiones	106	0,8422	0,9978	1,0232	91	
SABADO	Livianos	1551	1,0190	0,9973	1,0029	1581	1816
	Autobuses	105	1,3706	0,9968	1,0031	144	
	Camiones	61	1,4567	0,9978	1,0232	91	

DOMINGO	Livianos	1198	1,3191	0,9973	1,0029	1581	1816
	Autobuses	118	1,2149	0,9968	1,0031	144	
	Camiones	34	2,6423	0,9978	1,0232	91	
				TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL TPDA			1816

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación A2

Dia	Vehículos	Trafico Ta=Td	Factor Diario Fd	Factor Semanal Fs	Factor Mensual Fm		TOTAL
LUNES	Livianos	1537	0,974	0,997	1,000	1493	1761
	Autobuses	167	0,960	0,997	1,004	161	
	Camiones	121	0,891	0,997	0,998	107	
MARTES	Livianos	1639	0,913	0,997	1,000	1493	1761
	Autobuses	168	0,953	0,997	1,004	161	
	Camiones	144	0,748	0,997	0,998	107	
MIERCOLES	Livianos	1700	0,881	0,997	1,000	1493	1761
	Autobuses	179	0,896	0,997	1,004	161	
	Camiones	206	0,523	0,997	0,998	107	
JUEVES	Livianos	1479	1,012	0,997	1,000	1493	1761
	Autobuses	174	0,924	0,997	1,004	161	
	Camiones	122	0,882	0,997	0,998	107	
VIERNES	Livianos	1395	1,073	0,997	1,000	1493	1761
	Autobuses	153	1,051	0,997	1,004	161	
	Camiones	79	1,357	0,997	0,998	107	
SABADO	Livianos	1520	0,985	0,997	1,000	1493	1761
	Autobuses	147	1,088	0,997	1,004	161	
	Camiones	46	2,338	0,997	0,998	107	
DOMINGO	Livianos	1208	1,239	0,997	1,000	1493	1761
	Autobuses	135	1,191	0,997	1,004	161	
	Camiones	36	3,026	0,997	0,998	107	
				TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANNUAL TPDA			1761

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 Tráfico promedio diario anual (TPDA) – Estación B2

Dia	Vehículos	Tráfico Ta=Td	Factor Diario Fd	Factor Semanal Fs	Factor Mensual Fm		TOTAL
LUNES	Livianos	1449	1,003	0,997	1,009	1462	1703
	Autobuses	155	0,917	0,997	1,010	143	
	Camiones	131	0,740	0,997	1,017	98	
MARTES	Livianos	1580	0,920	0,997	1,009	1462	1703
	Autobuses	154	0,924	0,997	1,010	143	
	Camiones	150	0,645	0,997	1,017	98	
MIERCOLES	Livianos	1313	1,107	0,997	1,009	1462	1703
	Autobuses	143	0,995	0,997	1,010	143	
	Camiones	84	1,159	0,997	1,017	98	
JUEVES	Livianos	1581	0,919	0,997	1,009	1462	1703
	Autobuses	180	0,792	0,997	1,010	143	
	Camiones	145	0,668	0,997	1,017	98	
VIERNES	Livianos	1585	0,917	0,997	1,009	1462	1703
	Autobuses	137	1,038	0,997	1,010	143	
	Camiones	91	1,068	0,997	1,017	98	
SABADO	Livianos	1494	0,973	0,997	1,009	1462	1703
	Autobuses	120	1,181	0,997	1,010	143	
	Camiones	52	1,875	0,997	1,017	98	
DOMINGO	Livianos	1170	1,242	0,997	1,009	1462	1703
	Autobuses	107	1,335	0,997	1,010	143	
	Camiones	26	3,718	0,997	1,017	98	
				TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANNUAL TPDA			1703

Fuente: Elaboración propia

8.4.5 Trafico promedio diario anual futuro (TPDA futuro)

A partir de los resultados del TPDA actual para las diferentes estaciones, se selecciona el valor más alto entre ellos para el cómputo del TPDA futuro, basados en las tasas de crecimiento establecidas por el MTOP.

Tabla 58 Tasa de crecimiento anual

Tasas de crecimiento anual (%)			
Periodo	Liviano	Bus	Camión
2005-2010	4,49	2,12	3,41
2011-2015	3,99	1,89	3,03
2016-2020	3,6	1,7	2,72
2021-2040	3,27	1,54	2,48

Fuente: MTOP

Por ejemplo, se calcula el TPDA futuro para vehículos livianos

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{liviano} * (1 + i)^n$$

Ecuación 43

$$TPDA_{futuro} = 1581 * (1 + 0.0327)^{12}$$

$$TPDA_{futuro} = 2326$$

Tabla 59 TPDA futuro para vehículos livianos

Vehículos	TPDA	Tasa de Crecimiento	TPDA Futuro	TPDA Futuro Total
Livianos	1581	3,27	2326	2620
Autobuses	144	1,54	173	
Camiones	91	2,48	122	

Fuente: Elaboración propia

La vía Chorlaví se puso en funcionamiento en el año 2014, por esta razón para el cálculo de TPDA futuro se toma como tiempo de diseño, 12 años.

El MTOP clasifica las vías acordes con el tráfico promedio diario anual (TPDA), conforme se muestra en la Tabla 63, una vez obtenido el TPDA futuro correspondiente a 2620 veh/día, se clasifica la vía como una vía de categoría II.

Tabla 60 Clasificación vial de acuerdo con su categoría

Función	Categoría de la vía		TPDA esperado
Corredor arterial	R - I o R – II	(Tipo)	>800
	I	Todos	3000 - 8000
	II	Todos	1000 – 3000
Colectora	III	Todos	300 – 1000
	IV	5,5E,6 y 7	100 - 300
Vecinal	V	4 y 4E	<100

Fuente: (MTOP 001, 2002)

8.4.6 Numero de ejes equivalentes

El tráfico de una vía o carretera se transforma en repeticiones de un eje de 18 kip.

La AASHTO propone factores equivalentes que se utilizan en la conversión, aplicando las siguientes ecuaciones.

$$FQE_{SS} = \left(\frac{L_{SS}}{6.6}\right)^4 * \%\ (Eje\ simple)$$

Ecuación 44

$$FQE_{SD} = \left(\frac{L_{SD}}{8.2}\right)^4 * \%\ (Eje\ simple\ con\ llanta\ doble)$$

Ecuación 45

$$FQE_{TD} = \left(\frac{L_{TD}}{15}\right)^4 * \%\ (Eje\ Tándem)$$

Ecuación 46

$$FQE_{TR} = \left(\frac{L_{TR}}{23}\right)^4 * \%\ (Eje\ Tridém)$$

Ecuación 47

En la Tabla 64 se presenta el cálculo del factor de carga equivalente de cada clase de vehículo.

Tabla 61 Calculo del factor de carga equivalente por tipo de vehículo

Vehículos	TPDA	%	Carga por Eje (Ton)		Carga Total (Ton)	Factor Equivalente
Livianos	1581	87,07	SS	0,75	2,5	0,0179
			SS	1,75		
Autobuses	144	7,93	SS	3,9	13,1	0,0097
			SD	9,2		0,1256
Camiones	91	5,00	SS	6	18	0,0341
			SD	12		0,2293
Total, TPDA	1815				Factor Total	0,4166

Fuente: Elaboración propia

Factor de distribución por dirección (DT)

La mitad de los vehículos que circulan por la vía Chorlaví se movilizan en una dirección y la otra mitad en sentido contrario, por lo tanto, este valor es de 0.5

Periodo de proyección (n)

Es el lapso de vida útil de un pavimento, según la clase de vía se utilizan los siguientes periodos de diseño.

Tabla 62 Periodo de proyección (n)

Tipo de validad	Periodo de proyecto (años)
Urbana, con elevado nivel de transito	30-50
Principal, con elevado nivel de transito	20-50
Secundaria, con bajo nivel de transito	15-25

Fuente: (MTOP 001, 2002)

Se determina el número de ejes equivalentes de acuerdo con los datos obtenidos anteriormente aplicando la Ecuación 45.

$$N_{8.2T} = \frac{TPDA_O + TPDA_F}{2} * 365 * DT * n * FCE$$

Ecuación 48

$$N_{8.2T} = \frac{1815 + 2620}{2} * 365 * 0.5 * 12 * 0.417$$

$$N_{8.2T} = 2\,023\,565$$

8.5 Calicatas

Para llevar a cabo los ensayos en los materiales que conforman el pavimento se procedió a realizar 2 calicatas en donde adicionalmente se realizaron los ensayos de DCP, ubicadas en las coordenadas siguientes:

Imagen 43 Calicata N1 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

Calicata N1 – DCP 1

Coordenadas

Este: 815878,10m

Norte: 37633,00m

Imagen 44 DCP2 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

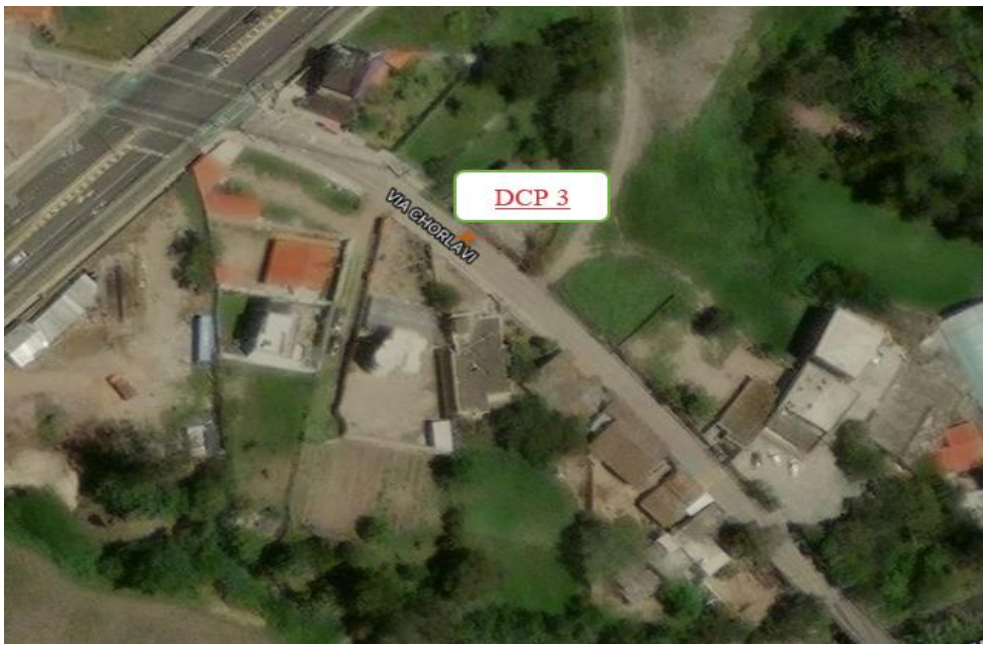
DCP 2

Coordenadas

Este: 816428.79 m

Norte: 37838.00 m

Imagen 44 DCP3 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

DCP 3

Coordenadas

Este: 816939.10 m

Norte: 37753.84 m

Imagen 45 Calicata N2 - Vía Chorlaví



Fuente: Google Earth

Calicata N2 - DCP 4

Coordenadas

Este: 817208.20 m

Norte: 37686.10 m

8.6 Procedimiento en Laboratorio: Resistencia a la compresión en adoquines (Norma INEN 1485)

La norma INEN 1485 especifica que 10 especímenes se ensayan para determinar la Resistencia a la Compresión.

Se registran las dimensiones de cada adoquín para determinar el área de la cara superior de los mismos, una vez registradas sus dimensiones se sumergen en agua durante 24 horas.

Imagen 46 Registro de dimensiones del adoquín



Fuente: Elaboración propia

Imagen 47 Adoquines sumergidos durante 24 horas



Fuente: Elaboración propia

Pasado el lapso de 24 horas, se retiran los adoquines del agua y se deja escurrir, posterior con un limpión se retira el exceso en la cara superior de los adoquines para ser ensayados.

El adoquín se coloca en la máquina de compresión de manera alineada con los ejes de las placas y colocando una placa de acero sobre cara superior antes de iniciar el ensayo. La aplicación de la carga es de manera continua con una velocidad constante de 15 MPa por minuto hasta que se aplique una carga de rotura o carga de máxima.

Imagen 48 Maquina de compresión de adoquines



Fuente: Elaboración propia

La resistencia de cada adoquín se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$fi = \frac{F}{A_s}$$

Ecuación 49

Por ejemplo, calculamos la resistencia característica en la calicata N1

Tabla 63 Resistencia de compresión de adoquines - Calicata N1

Resistencia a la Compresión en Adoquines							
No.	Área (cm2)	Espesor (cm)	Volumen (cm3)	Masa (gr)	Carga (KN)	Factor de Forma	Resistencia (Mpa)
1	504,89	8,975	4531,388	10160	1912	1,13	44
2	504,89	9,025	4556,632	9840	1945	1,13	44
3	504,89	9,025	4556,632	9970	1920	1,13	44
4	504,89	9,025	4556,632	10060	1947	1,13	44
5	504,89	8,975	4531,388	10330	1909	1,13	44
6	504,89	9,025	4556,632	10190	1970	1,13	45
7	504,89	9,025	4556,632	9810	1911	1,13	44
8	504,89	9,05	4569,255	9820	1941	1,13	44
9	504,89	9,025	4556,632	10220	1910	1,13	44
10	504,89	9,025	4556,632	10150	1949	1,13	44
						Promedio	44

Fuente: Elaboración propia

Posterior a calcular la resistencia a la compresión de las muestras ensayadas, se calcula la media aritmética. Con los datos determinaron anteriormente, se calcula la desviación estándar.

Por ejemplo, se determina la desviación estándar de los especímenes

$$S = \sqrt{\frac{3}{9}}$$

$$S = 0.1$$

Finalmente se determina la resistencia característica, a partir de la Ecuación 10.

Tabla 64 Resistencia característica (Mpa)

Desviación estándar	
S=	0,1
Resistencia Característica (Mpa)	
fk=	43,90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65 Resistencia de compresión de adoquines - Calicata N2

Resistencia a la Compresión en Adoquines							
No.	Área (cm2)	Espesor (cm)	Volumen (cm3)	Masa (gr)	Carga (KN)	Factor de Forma	Resistencia (Mpa)
1	503,58	9,025	4544,810	10160	1912	1,13	44
2	503,58	8,975	4519,631	9840	1945	1,13	45
3	503,58	8,975	4519,631	9970	1920	1,13	44
4	503,58	9	4532,220	10060	1947	1,13	45
5	503,58	9,025	4544,810	10330	1909	1,13	44
6	503,58	8,975	4519,631	10190	1970	1,13	45
7	503,58	9,025	4544,810	9810	1911	1,13	44
8	503,58	9,025	4544,810	9820	1941	1,13	44
9	503,58	8,975	4519,631	10220	1910	1,13	44
10	503,58	8,975	4519,631	10150	1949	1,13	45
						Promedio	44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66 Resistencia característica (Mpa) 1

Desviación estándar	
S=	0,1
Resistencia Característica (Mpa)	

fk=	44,01

Fuente: Elaboración propia

8.7 Procedimiento en Laboratorio: Resistencia al Desgaste mediante el Ensayo de la Rueda Ancha (INEN 3040)

La norma específica que se deberán ensayar tres probetas o especímenes, los mismo que son marcados para facilitar la visualización de la huella.

Imagen 49 Adoquines marcados para ensayar



Fuente: Elaboración propia

Cada espécimen se coloca sobre el carro porta probetas, y se fija sobre un soporte que permita el flujo del material abrasivo.

El espécimen se coloca en contacto con la rueda de abrasión, se acciona el motor de la rueda y se abre la válvula de control del material abrasivo al mismo tiempo. La rueda alcanza las 75 revoluciones en 70 segundos y se apaga el motor de la rueda.

Imagen 50 Rueda de abrasión - espécimen



Fuente: Elaboración propia

Una vez apagada la máquina, el espécimen es retirado y se registra la medida de la huella con la ayuda de un calibre digital. Se registran 2 lecturas.

Imagen 51 Registro de la medida con ayuda de un calibre digital



Fuente: Elaboración propia

El resultado del ensayo es la longitud de la cuerda corregida

Por ejemplo, se determina la longitud de la cuerda del espécimen de la calicata No. 1 en base a la Ecuación 14.

Factor de corrección = 0.5

Longitud medida = 24mm

$$Longitud_{corregida} = 24 + (20 - 19.5)$$

$$Longitud_{corregida} = 24.5mm$$

Tabla 67 Resistencia al desgaste de abrasión en adoquines

Resistencia al Desgaste por Abrasión en Adoquines						
No.	Masa de la pesa (gr)	Espesor de la rueda h (mm)	Diámetro (mm)	Factor corrección	Longitud de la cuerda medida (mm)	Longitud de la cuerda corregida (mm)
1	13844	70	200	0,5	24	24,5
2	13844	70	200	0,5	24,5	25
3	13844	70	200	0,5	24,5	25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68 Resistencia al desgaste por abrasión en adoquines 2

Resistencia al Desgaste por Abrasión en Adoquines						
No.	Masa de la pesa (gr)	Espesor de la rueda h (mm)	Diámetro (mm)	Factor corrección	Longitud de la cuerda medida (mm)	Longitud de la cuerda corregida (mm)
1	13844	70	200	0,5	28,5	29
2	13844	70	200	0,5	26	26,5
3	13844	70	200	0,5	27	27,5

Fuente: Elaboración propia

8.8 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Penetrómetro de cono dinámico (DCP) ASTMD - 6951

Identificar el lugar en el cual se realizará el ensayo y se extrae los adoquines en un área de $1m^2$.

Imagen 52 Extracción de adoquines en el área de 1m²



Fuente: Elaboración propia

Se arma el equipo a utilizar, para el ensayo el dispositivo debe mantenerse en posición vertical, el operador levanta y deja caer el martillo desde una altura estándar.

Se registra la profundidad de penetración cada 5 o 10 golpes, dependiendo de la facilidad de penetración que el suelo demuestre.

Imagen 53 Equipo utilizado para el ensayo en posición vertical soltado desde una altura estándar



Fuente: Elaboracion propia

Imagen 54 Registro de profundidad de penetración



Fuente: Elaboración propia

Se repite el procedimiento hasta la profundidad total de penetración de 900mm.

Por ejemplo, la Tabla 72. Muestra el registro del ensayo DCP

Tabla 69 Registro del ensayo DCP

Golpes Medidos	Lectura Medida Acumulada (mm)
0	0
10	32
10	50
10	63
10	80
10	91
10	101
10	115
10	136
10	160
10	179
10	200
10	223

10	245
10	261
10	287
10	310
10	332
10	361
10	381
10	401
10	418
10	434
10	449
10	461
10	472
10	487
10	498
10	506
10	515
10	524

Fuente: Elaboración propia

Una vez registrados los datos obtenidos en campo, se calcula el Índice de DCP

Índice de Penetración:

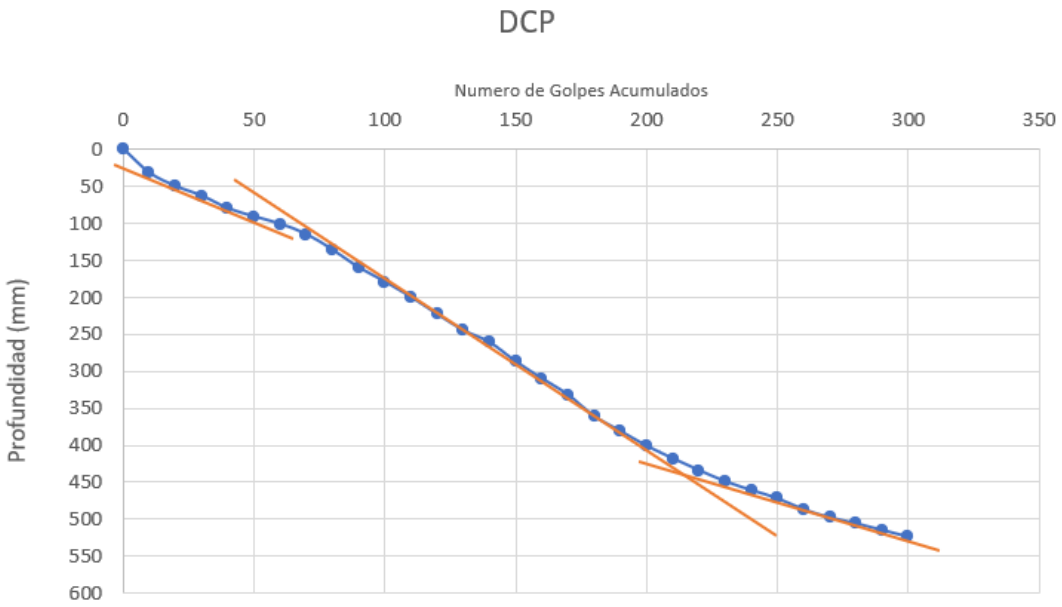
$$I_{DCP} = \frac{32}{10} * 2$$

Ecuación 50

$$I_{DCP} = 6.4$$

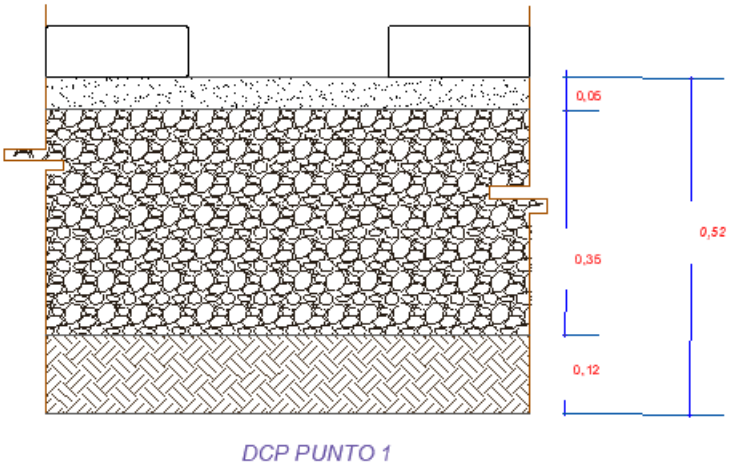
Se gráfica la curva de Penetración vs No. de Golpes. Se determina el espesor de la capa por medio de la intersección entre las líneas que se presenta con la pendiente de la curva DCP.

Imagen 55 Curva DCP



Fuente: Elaboración propia

Imagen 56 Punto 1 de la curva DCP



Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados de Índice de Penetración del DCP se calcula el índice de CBR.

Tabla 70 Índice de CBR

Golpes Medidos	Número de Golpes Acumulados	Lectura Parcial (mm)	Lectura Medida Acumulada(mm)	Factor de corrección del martillo	índice de Penetración (mm/golpes)	índice de Penetración Acumulado (mm/golpes)	Valor de CBR	
0	0	0	0	2	0	0	0	
10	10	32	32	2	6,4	3,20	36,514	48,14
10	20	18	50	2	3,6	2,50	69,554	
10	30	13	63	2	2,6	2,10	100,141	
10	40	17	80	2	3,4	2,00	74,153	
10	50	11	91	2	2,2	1,82	120,745	
10	60	10	101	2	2	1,68	134,347	
10	70	14	115	2	2,8	1,64	92,165	
10	80	21	136	2	4,2	1,70	58,525	
10	90	24	160	2	4,8	1,78	50,396	
10	100	19	179	2	3,8	1,79	65,467	
10	110	21	200	2	4,2	1,82	58,525	63,59
10	120	23	223	2	4,6	1,86	52,856	
10	130	22	245	2	4,4	1,88	55,554	
10	140	16	261	2	3,2	1,86	79,362	
10	150	26	287	2	5,2	1,91	46,074	
10	160	23	310	2	4,6	1,94	52,856	
10	170	22	332	2	4,4	1,95	55,554	
10	180	29	361	2	5,8	2,01	40,770	
10	190	20	381	2	4	2,01	61,812	
10	200	20	401	2	4	2,01	61,812	
10	210	17	418	2	3,4	1,99	74,153	
10	220	16	434	2	3,2	1,97	79,362	
10	230	15	449	2	3	1,95	85,311	
10	240	12	461	2	2,4	1,92	109,533	
10	250	11	472	2	2,2	1,89	120,745	79,36
10	260	15	487	2	3	1,87	85,311	
10	270	11	498	2	2,2	1,84	120,745	
10	280	8	506	2	1,6	1,81	172,492	
10	290	9	515	2	1,8	1,78	151,174	
10	300	9	524	2	1,8	1,75	151,174	
				PROMEDIO	3,381	1,878	74,628	

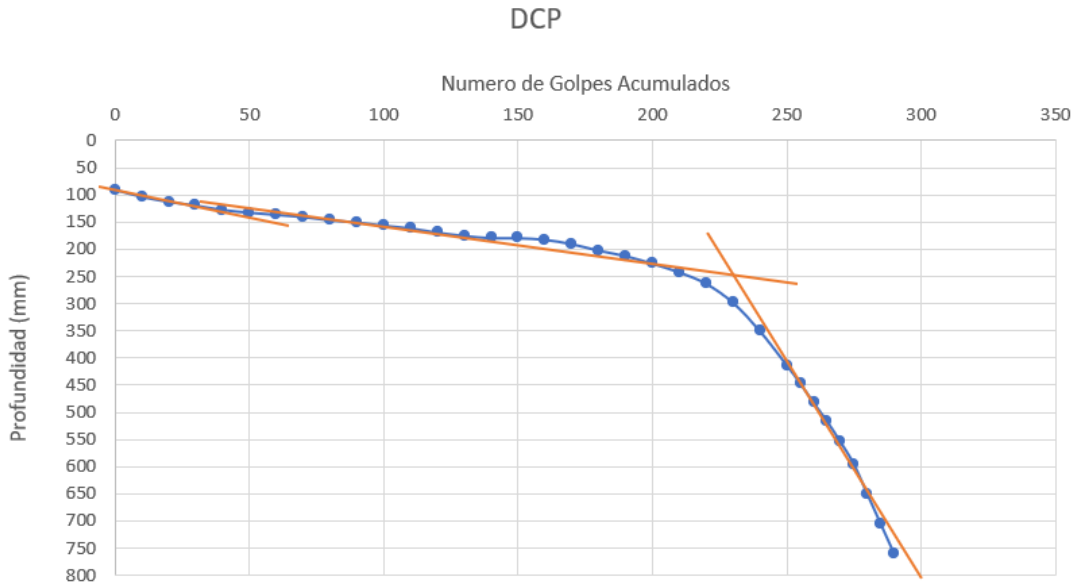
Fuente: Elaboración propia

Tabla 71 Índice de CBR 2

Golpes Medidos	Número de Golpes Acumulados	Lectura Parcial (mm)	Lectura Medida Acumulada (mm)	Factor de corrección del martillo	Índice de Penetración (mm/golpes)	Índice de Penetración Acumulado (mm/golpes)	Valor de CBR	
0	0	90	90	2	0	0	0	
10	10	13	103	2	2,6	1,30	100,141	
10	20	9	112	2	1,8	5,09	151,174	100,14
10	30	7	119	2	1,4	7,44	200,318	
10	40	8	127	2	1,6	8,47	172,492	
10	50	5	132	2	1	2,64	292,000	
10	60	4	136	2	0,8	2,27	374,906	
10	70	4	140	2	0,8	2,00	374,906	
10	80	6	146	2	1,2	1,83	238,067	
10	90	4	150	2	0,8	1,67	374,906	
10	100	6	156	2	1,2	1,56	238,067	
10	110	5	161	2	1	1,46	292,000	
10	120	8	169	2	1,6	1,41	172,492	
10	130	6	175	2	1,2	1,35	238,067	87,93
10	140	4	179	2	0,8	1,28	374,906	
10	150	0	179	2	0	1,19		
10	160	3	182	2	0,6	1,14		
10	170	8	190	2	1,6	1,12	172,492	
10	180	12	202	2	2,4	1,12	109,533	
10	190	10	212	2	2	1,12	134,347	
10	200	14	226	2	2,8	1,13	92,165	
10	210	16	242	2	3,2	1,15	79,362	
10	220	21	263	2	4,2	1,20	58,525	
10	230	35	298	2	7	1,30	33,027	
10	240	52	350	2	10,4	1,46	21,199	
10	250	63	413	2	12,6	1,65	17,099	
5	255	33	446	2	13,2	1,75	16,231	
5	260	36	482	2	14,4	1,85	14,724	
5	265	34	516	2	13,6	1,95	15,697	13,712
5	270	38	554	2	15,2	2,05	13,859	
5	275	41	595	2	16,4	2,16	12,728	
5	280	55	650	2	22	2,32	9,159	
5	285	55	705	2	22	2,47	9,159	
5	290	55	760	2	22	2,62	9,159	
				PROMEDIO	6,419	2,068	36,391	

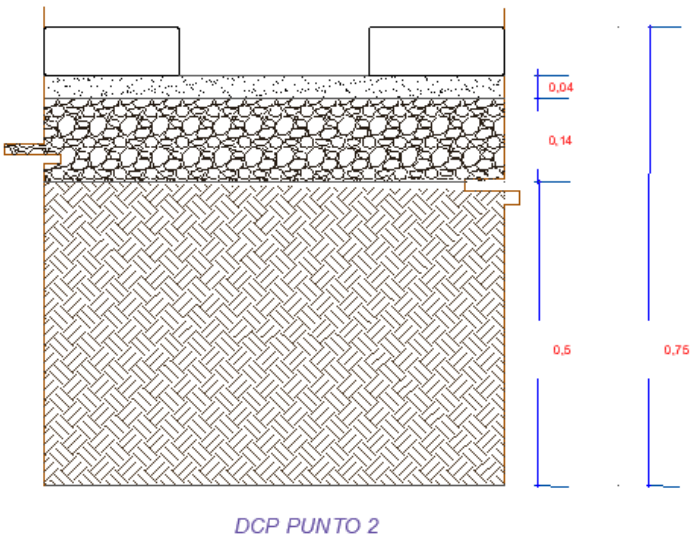
Fuente: Elaboración propia

Imagen 57 Curva DCP 2



Fuente: Elaboración propia

Imagen 58 Punto 2 - DCP



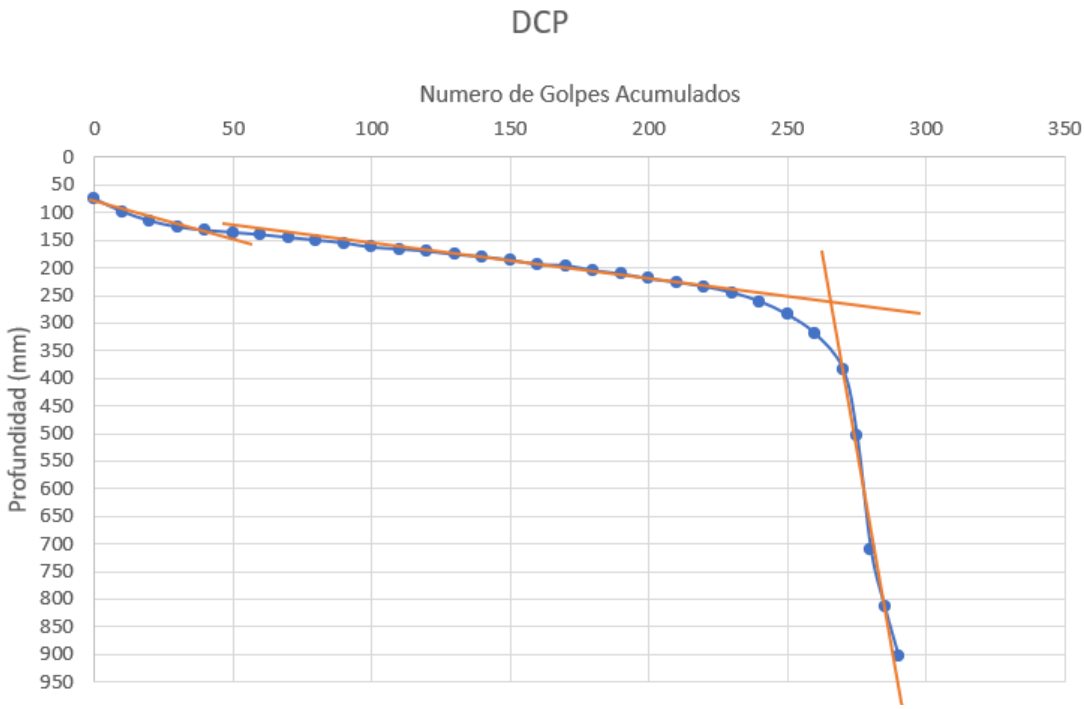
Fuente: Elaboración propia

Tabla 72 Índice de CBR 3

Golpes Medidos	Numero de Golpes Acumulados	Lectura Parcial (mm)	Lectura Medida Acumulada (mm)	Factor de corrección del martillo	Índice de Penetración (mm/golpes)	Índice de Penetración Acumulado (mm/golpes)	Valor de CBR	
0	0	75	75	2	0	0	0	
10	10	23	98	2	4,6	9,80	52,856	61,8124078
10	20	17	115	2	3,4	5,75	74,153	
10	30	11	126	2	2,2	4,20	120,745	
10	40	6	132	2	1,2	3,30	238,067	
10	50	4	136	2	0,8	2,72	374,906	
10	60	4	140	2	0,8	2,33	374,906	
10	70	5	145	2	1	2,07	292,000	
10	80	5	150	2	1	1,88	292,000	
10	90	5	155	2	1	1,72	292,000	
10	100	8	163	2	1,6	1,63	172,492	
10	110	3	166	2	0,6	1,51	517,432	
10	120	4	170	2	0,8	1,42	374,906	
10	130	6	176	2	1,2	1,35	238,067	96,00
10	140	4	180	2	0,8	1,29	374,906	
10	150	6	186	2	1,2	1,24	238,067	
10	160	8	194	2	1,6	1,21	172,492	
10	170	2	196	2	0,4	1,15	814,846	
10	180	9	205	2	1,8	1,14	151,174	
10	190	6	211	2	1,2	1,11	238,067	
10	200	9	220	2	1,8	1,10	151,174	
10	210	6	226	2	1,2	1,08	238,067	
10	220	8	234	2	1,6	1,06	172,492	
10	230	11	245	2	2,2	1,07	120,745	
10	240	16	261	2	3,2	1,09	79,362	
10	250	24	285	2	4,8	1,14	50,396	
10	260	35	320	2	7	1,23	33,027	
10	270	64	384	2	12,8	1,42	16,800	
5	275	120	504	2	48	1,83	3,823	5,78
5	280	206	710	2	82,4	2,54	2,087	
5	285	104	814	2	41,6	2,86	4,487	
5	290	89	903	2	35,6	3,11	5,343	
				PROMEDIO	8,690	2,140	25,922	

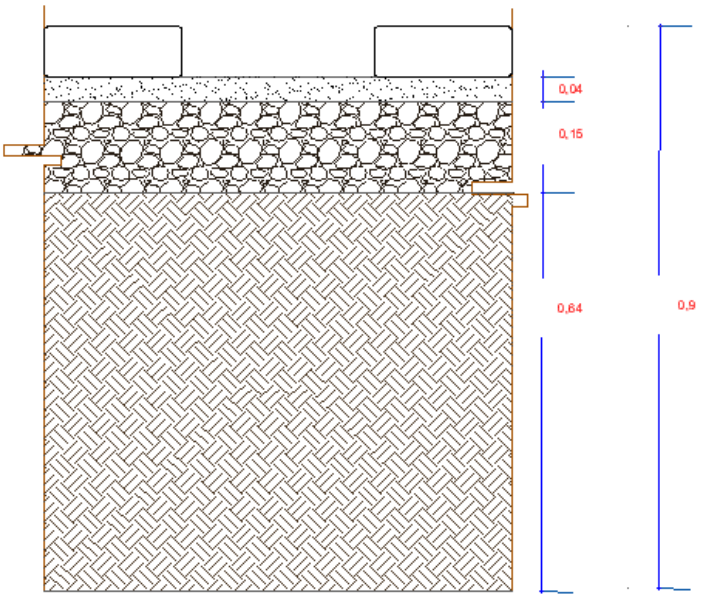
Fuente: Elaboración propia

Imagen 59 Curva DCP 3



Fuente: Elaboración propia

Imagen 60 Punto 3 - CDP



DCP PUNTO 3

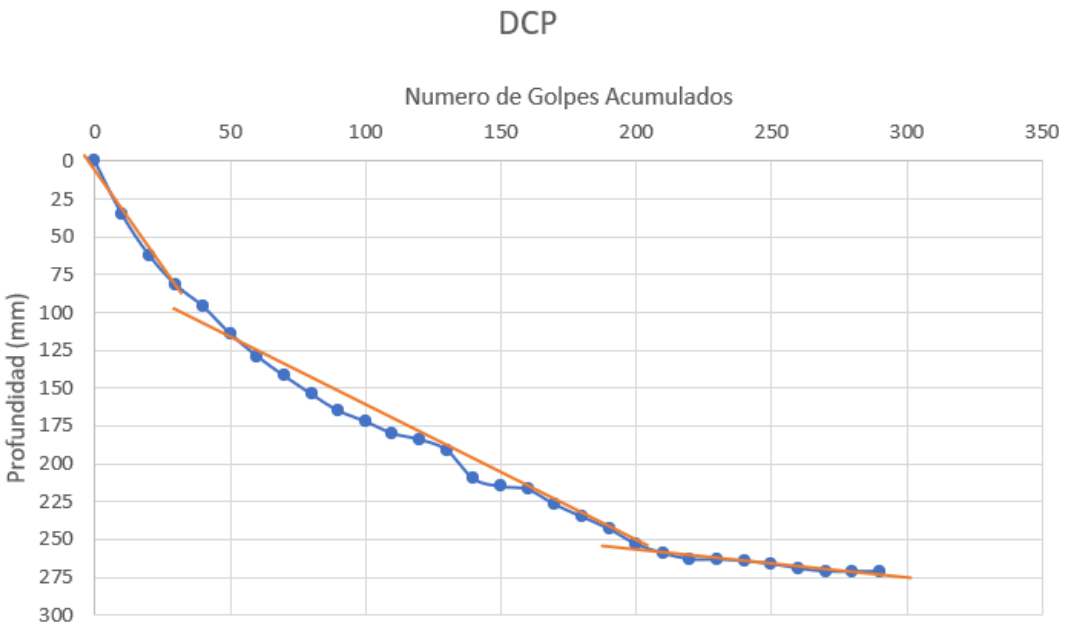
Fuente: Elaboración propia

Tabla 73 Índice de CBR 4

Golpes Medidos	Numero de Golpes Acumulados	Lectura Parcial (mm)	Lectura Medida Acumulada (mm)	Factor de corrección del martillo	Índice de Penetración (mm/golpes)	Índice de Penetración Acumulado (mm/golpes)	Valor de CBR	
0	0	0	0	2	0	0	0	
10	10	35	35	2	7	3,50	33,027	
10	20	27	62	2	5,4	3,10	44,167	
10	30	20	82	2	4	2,73	61,812	
10	40	14	96	2	2,8	2,40	92,165	50,40
10	50	18	114	2	3,6	2,28	69,554	
10	60	15	129	2	3	2,15	85,311	
10	70	13	142	2	2,6	2,03	100,141	
10	80	12	154	2	2,4	1,93	109,533	
10	90	11	165	2	2,2	1,83	120,745	
10	100	7	172	2	1,4	1,72	200,318	
10	110	8	180	2	1,6	1,64	172,492	
10	120	4	184	2	0,8	1,53	374,906	
10	130	7	191	2	1,4	1,47	200,318	88,61
10	140	19	210	2	3,8	1,50	65,467	
10	150	5	215	2	1	1,43	292,000	
10	160	2	217	2	0,4	1,36	814,846	
10	170	10	227	2	2	1,34	134,347	
10	180	8	235	2	1,6	1,31	172,492	
10	190	8	243	2	1,6	1,28	172,492	
10	200	10	253	2	2	1,27	134,347	
10	210	6	259	2	1,2	1,23	238,067	
10	220	4	263	2	0,8	1,20	374,906	
10	230	0	263	2	0	1,14	374,906	
10	240	1	264	2	0,2	1,10	374,906	
10	250	2	266	2	0,4	1,06	814,846	612,69
10	260	3	269	2	0,6	1,03	517,432	
10	270	2	271	2	0,4	1,00	814,846	
10	280	0	271	2	0	0,97	814,846	
10	290	0	271	2	0	0,93	814,846	
				PROMEDIO	1,807	1,582	150,550	

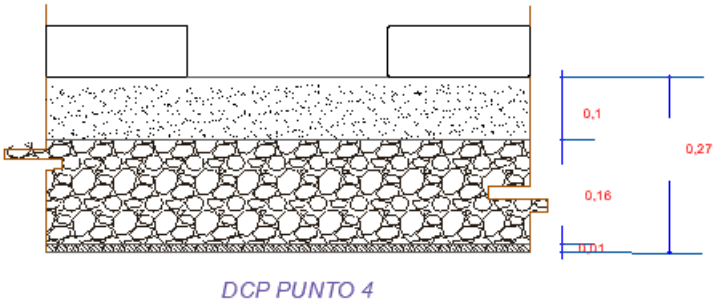
Fuente: Elaboración propia

Imagen 61 Curva DCP 4



Fuente: Elaboración propia

Imagen 62 Punto 4 - DCP



Fuente: Elaboración propia

8.9 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Clasificación de Suelos para Propósito de Ingeniería ASTM D-2487

Se obtiene el porcentaje de material que pasa por el tamiz No. 200 y No. 4.

Imagen 63 Material retenido en el tamiz No. 2



Fuente: Elaboración propia

Imagen 64 Material retenido en el tamiz 3/8



Fuente: Elaboración propia

Imagen 65 Material que pasa el tamiz No. 4



Fuente: Elaboración propia

A partir de la granulometría, se identifica la clasificación como un limo, arcilla o una mezcla de ambos, si el material de suelo que pasa el tamiz No. 200 es mayor al 50% del total del material.

En caso de que, más del 50% del material se retenga en el tamiz Nº200, se identificaría el material como una grava o arena.

Por ejemplo, el material correspondiente a la subbase de la calicata N1 presenta la siguiente granulometría

Tabla 74 Granulometría - Subbase Calicata No. 1

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE
3"	76,2	0	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63	521	2,21	2,21	97,79
2"	50	520	2,20	4,41	95,59
1 ½"	37,5	344	1,46	5,87	94,13
1"	25	1839	7,80	13,67	86,33
¾"	19	1433	6,08	19,75	80,25
½"	12,5	1541	6,53	26,28	73,72
3/8"	9,5	1390	5,89	32,18	67,82
No. 4	4,75	2552	10,82	43,00	57,00
No. 10	2	1933	8,20	51,19	48,81
No. 40	0,425	4067	17,25	68,44	31,56
No. 200	0,075	4201	17,81	86,25	13,75
Pasa No.200		3242	13,75	100,00	0,00
	Total	23583			

Fuente: Elaboración propia

Se clasifica el material como grava, si menos del 50% del material pasa el tamiz Nº4, y se identifica el material como arena si más del 50% del material pasa el tamiz Nº4.

Siguiendo el ejemplo de la subbase, se determina la clasificación general del material:

Tabla 75 Clasificación general - Subbase

Porcentaje de Pasante del Tamiz No.200 (%)	13,75	Suelo Grueso
Porcentaje de Pasante del Tamiz No.4 (%)	67,82	Arena

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinados los Limites de Atterberg y granulometría del material ensayado, es posible asignar el símbolo de clasificación.

Tabla 76 Simbología de la clasificación

Clasificación	SM	Arena Limosa con grava

Fuente: Elaboración propia

A partir de los Limites de Atterberg, se establece que el material ensayado es No plástico.

De igual manera mediante la granulometría y límites de Atterberg se determina la clasificación de los materiales. A continuación, se muestra a manera de resumen la clasificación de los materiales:

Tabla 77 Clasificación SUCS

Clasificación SUCS			
CALICATA N1	Subbase	SM	Arena Limosa con grava
	Subrasante	SM	Arena Limosa con grava
CALICATA N2	Subbase	SM	Arena Limosa con grava
	Subrasante	SM	Arena Limosa con grava

Fuente: Elaboración propia

Clasificación de materiales de acuerdo con las especificaciones MTOP:

Calicata N1

Arena

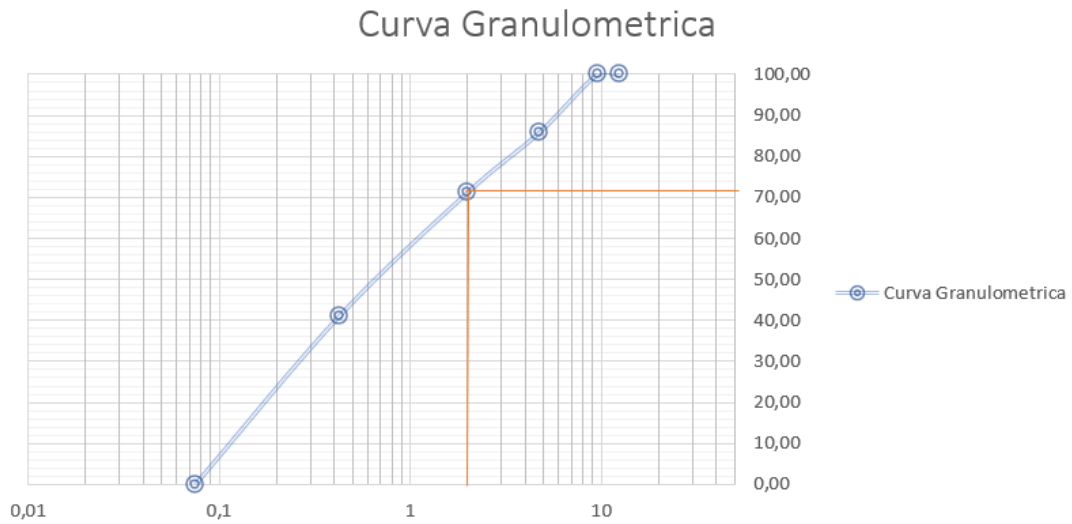
Tabla 78 Granulometría - Arena

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE
1/2"	12,5		0,00	0,00	100,00
3/8"	9,5		0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	23,96	14,08	14,08	85,92
No. 10	2	24,91	14,64	28,72	71,28
No. 40	0,425	51,41	30,21	58,94	41,06
No. 200	0,075	69,87	41,06	100,00	0,00

Pasa No.200			0,00	100,00	
	Total	170,15			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 66 Curva granulométrica - Arena



Fuente: Elaboración propia

El material correspondiente a la calicata N1, la arena no cumple con el porcentaje del pasante del tamiz N°10.

Subbase

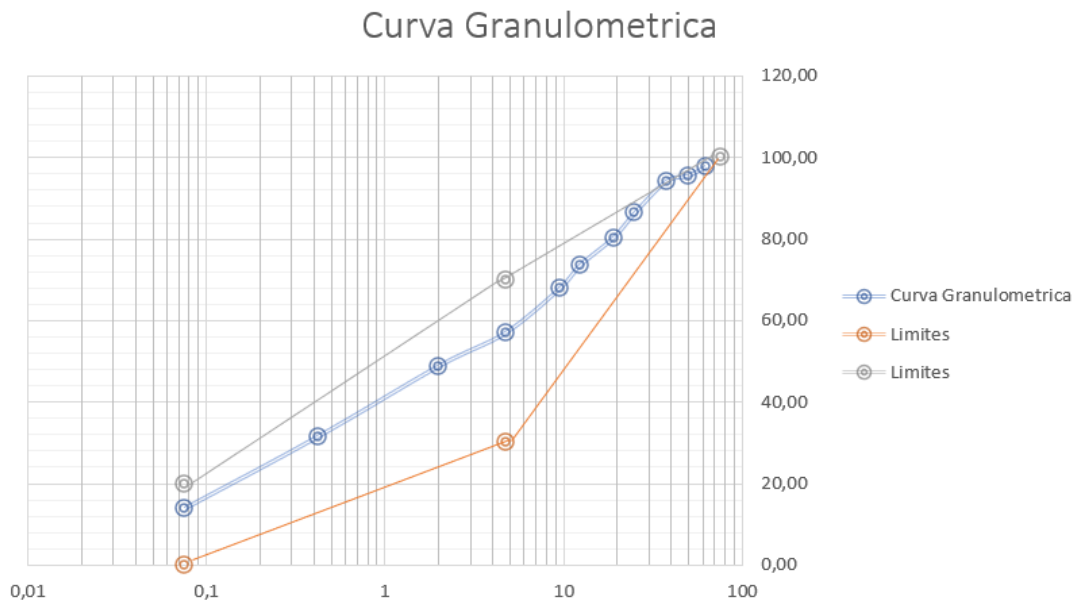
Tabla 79 Granulometría - Subbase P1

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE
3”	76,2	0	0,00	0,00	100,00
2 ½”	63	521	2,21	2,21	97,79
2”	50	520	2,20	4,41	95,59
1 ½”	37,5	344	1,46	5,87	94,13
1”	25	1839	7,80	13,67	86,33
¾”	19	1433	6,08	19,75	80,25
½”	12,5	1541	6,53	26,28	73,72
3/8”	9,5	1390	5,89	32,18	67,82
No. 4	4,75	2552	10,82	43,00	57,00

No. 10	2	1933	8,20	51,19	48,81
No. 40	0,425	4067	17,25	68,44	31,56
No. 200	0,075	4201	17,81	86,25	13,75
Pasa No.200		3242	13,75	100,00	0,00
	Total	23583			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 67 Curva granulométrica - Subbase P1



Fuente: Elaboración propia

El material correspondiente a la calicata N1, subbase cumple los límites de Subbase Clase 3 de acuerdo con MTOP.

Calicata N2

Subbase

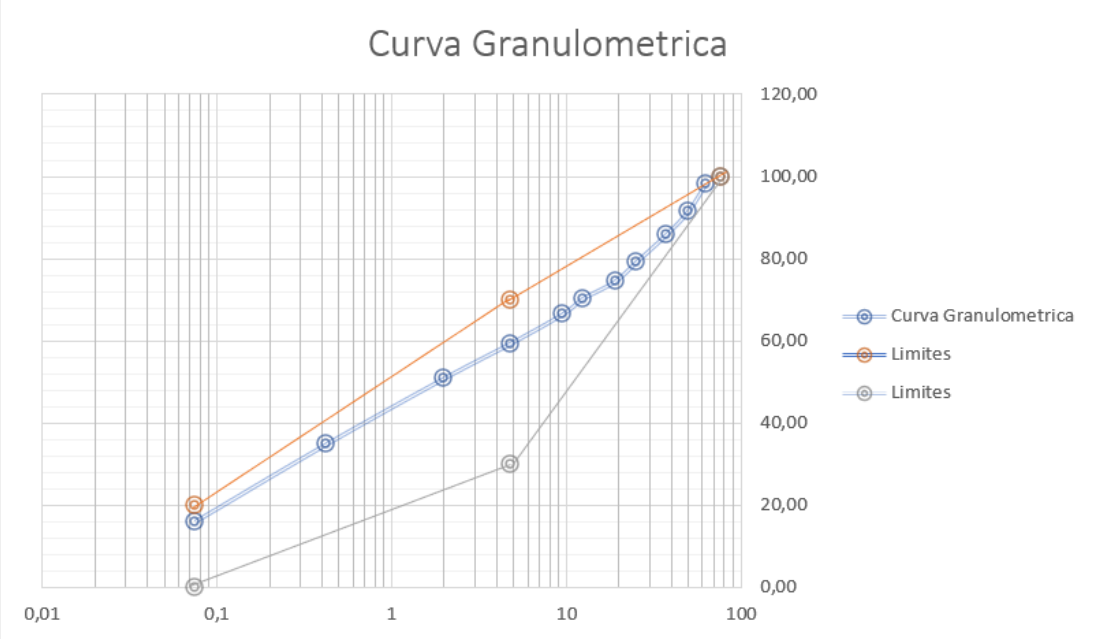
Tabla 80 Granulometría - Subbase P2

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE
2 1/2"	63	410	1,69	1,69	98,31
2"	50	1622	6,70	8,39	91,61
1 1/2"	37,5	1374	5,68	14,07	85,93
1"	25	1670	6,90	20,97	79,03

3/4"	19	1111	4,59	25,56	74,44
1/2"	12,5	1006	4,16	29,71	70,29
3/8"	9,5	937	3,87	33,59	66,41
No. 4	4,75	1747	7,22	40,80	59,20
No. 10	2	2038	8,42	49,22	50,78
No. 40	0,425	3880	16,03	65,25	34,75
No. 200	0,075	4593	18,97	84,22	15,78
Pasa No.200		3819	15,78	100,00	0,00
	Total	24207			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 68 Curva granulométrica - Subbase P2



Fuente: Elaboración propia

El material correspondiente a la calicata N2, subbase cumple los límites de Subbase Clase 3 de acuerdo con MTOP.

Subrasante

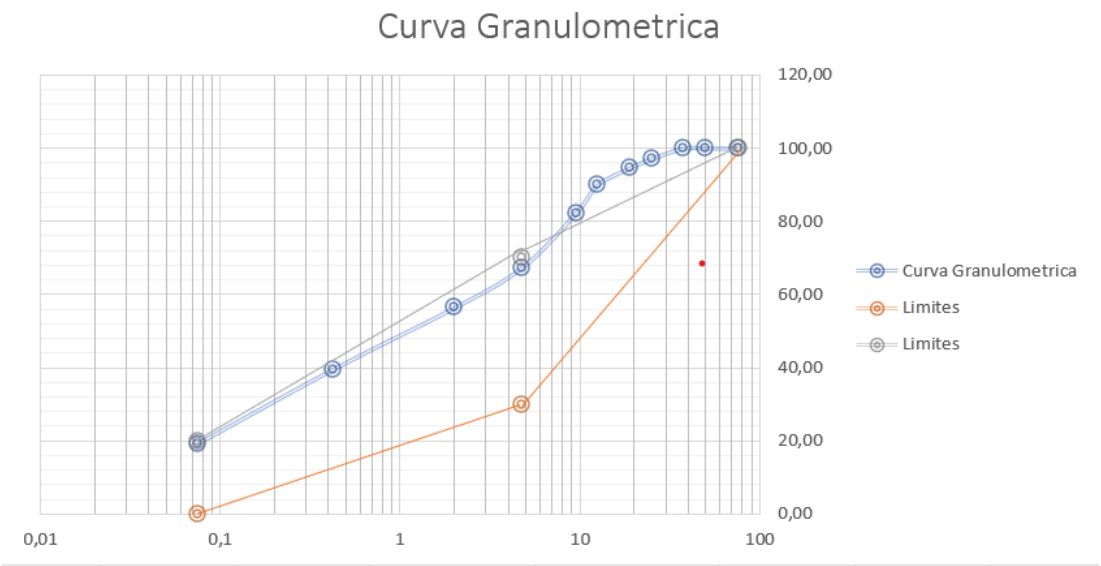
Tabla 81 Granulometría - Subrasante P2

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE
3"	75		0,00	0,00	100,00

2"	50		0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,5		0,00	0,00	100,00
1"	25	523	2,85	2,85	97,15
3/4"	19	456	2,49	5,34	94,66
1/2"	12,5	850	4,63	9,97	90,03
3/8"	9,5	1419	7,73	17,70	82,30
No. 4	4,75	2742	14,95	32,65	67,35
No. 10	2	2006	10,93	43,58	56,42
No. 40	0,425	3081	16,79	60,38	39,62
No. 200	0,075	3735	20,36	80,74	19,26
Pasa No.200		3534	19,26	100,00	0,00
	Total	18346			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 69 Curva granulométrica - Subrasante P2



Fuente: Elaboración propia

El material correspondiente a la calicata N1, subbase cumple los límites de Subbase Clase 3 de acuerdo con MTOP.

1.1.1. Clasificación de materiales de acuerdo con la Norma ASTM D3282-15

A partir de la granulometría, se identifica el grupo al cual pertenece el material ensayado.

Por ejemplo, el material correspondiente a la subbase de la calicata N1 presenta la siguiente granulometría

Tabla 82 Granulometría Subbase - Calicata N1

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE
3"	76,2	0	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63	521	2,21	2,21	97,79
2"	50	520	2,20	4,41	95,59
1 1/2"	37,5	344	1,46	5,87	94,13
1"	25	1839	7,80	13,67	86,33
3/4"	19	1433	6,08	19,75	80,25
1/2"	12,5	1541	6,53	26,28	73,72
3/8"	9,5	1390	5,89	32,18	67,82
No. 4	4,75	2552	10,82	43,00	57,00
No. 10	2	1933	8,20	51,19	48,81
No. 40	0,425	4067	17,25	68,44	31,56
No. 200	0,075	4201	17,81	86,25	13,75
Pasa No.200		3242	13,75	100,00	0,00

Fuente: Elaboración propia

Se clasifica el material como material granular, si el porcentaje es menor o igual al 35% del material pasa el tamiz Nº200, y se identifica el material como limos o arcillas si el porcentaje es mayor del 35% del material pasante del tamiz Nº200.

Tabla 83 Porcentaje de pasante del tamiz No. 200

Porcentaje de Pasante del Tamiz No.200 (%)	13,75	Material Granular

Fuente: Elaboración propia

Para la clasificación de grupos se toman los porcentajes del material que pasa los tamices No.10, No.40 y No.200.

Tabla 84 Porcentaje de pasante del Tamiz 10, 40, 200

Porcentaje de Pasante del Tamiz No.10 (%)	48,81	A-1/ A-3 / A-2
Porcentaje de Pasante del Tamiz No.40 (%)	31,56	A-1-b
Porcentaje de Pasante del Tamiz No.200 (%)	13,75	A-1-b

Fuente: Elaboración propia

A partir de los Limites de Atterberg, se establece que el material ensayado es No plástico, lo mismo el Índice de grupo es igual a cero. Con los datos obtenidos clasificamos el grupo del material.

Tabla 85 Clasificación

Clasificación	A-1-b-0	Material granular, prima la arena. Adecuada para bases y subbase de carreteras

Fuente: Elaboración propia

De igual manera mediante la granulometría y límites de Atterberg se determina el grupo perteneciente de los materiales ensayados. A continuación, se muestra a manera de resumen la clasificación:

Tabla 86 Clasificación AASHTO

Clasificación AASHTO		
CALICATA N1	Subbase	A-1-b-0
	Subrasante	A-1-b-0
CALICATA N2	Subbase	A-1-b-0
	Subrasante	A-1-b-0

Fuente: Elaboración propia

8.10 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Compactación – Proctor Modificado ASTM D1557

Para el ensayo de compactación, Proctor Modificado se homogenizó el material de subbase y subrasante extraída de Calicata N1 y N2.

Existen diferentes métodos de ensayos, la utilización de estos métodos depende de la gradación del material a ensayar.

Por ejemplo, el material de la subbase presenta la siguiente gradación:

Tabla 87 Gradación de la Subbase

Tamaño de Abertura de Tamiz	Peso Húmedo (gr)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)
Retenido Tamiz No.3/4	10844	22.69
Retenido Tamiz No.3/8	4874	32.89
Retenido Tamiz No. 4	4299	41.89
Pasante Tamiz No. 4	27772	100

Fuente: Elaboración propia

Método de Ensayo utilizado:

Tabla 88 Compactación modificada

	Compactación Modificada		
Método de Ensayo	A	B	C
Tamiz	N.4	N. ¾	N. 3/4
Porcentaje Máximo	25%	25%	30%
Diámetro de Molde	4 pulg	4 pulg	6 pulg
No. De Capas	5	5	5
No. De Golpes por Capa	25	25	56

Fuente: Elaboración propia

Método C:

Se usa, si el 30% o menos de la masa del material se retiene en el tamiz 3/4 (19mm). De acuerdo con la granulometría previamente analizada, la muestra presenta sobre tamaño de partículas por lo tanto se utiliza la norma ASTM D 4718. para la corrección de densidad y contenido de humedad.

El material se divide en 4 muestras de aproximadamente 5 kg, cada una de ellas representara un punto en la curva de compactación.

La muestra se desmenuza sobre una fuente para luego mezclarlo con la cantidad de agua necesaria con el objetivo de obtener el contenido de humedad que deberá ser de 4 al 5% con relación al peso de la muestra.

Imagen 70 Mezcla del suelo



Fuente: Elaboración propia

Se registra la masa del molde de compactación, sin el collar y base. Una vez montado el molde se coloca la capa de suelo y compactar la misma con 56 golpes. Se colocan 5 capas y cada una se compacta con 56 golpes. Se procura que el material se encuentre sobre el nivel del molde con un máximo de 6 mm.

Imagen 71 Molde de compactación



Fuente: Elaboración propia

Imagen 72 Proceso de compactación – 56 golpes



Fuente: Elaboración propia

Posterior a la compactación, se remueve el collar y se enrasa al nivel del borde superior del molde, se registrar la masa del molde en conjunto con el material.

Imagen 73 Remoción del collar y enrase a nivel del molde



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se extrae el material del molde y se toma dos muestras representativas del suelo, se registra su masa y se coloca en el horno durante 24 horas.

El procedimiento se repite con las muestran sobrantes, el contenido de humedad aumentará en cada caso.

Por ejemplo, la Tabla 93 exponen los datos de la muestra de subbase.

Tabla 89 Subbase - Densidad seca

Determinar la Densidad Seca								
Prueba No.	1		2		3		4	
No. de Golpes por Capa	56		56		56		56	
Peso del Molde+ Peso Suelo Compactado (gr)	10545		10677		10743		10746	
Peso del molde vacío (gr)	5982		5982		5982		5982	
Peso suelo compactado (gr)	4563		4695		4761		4764	
Volumen del molde (cm3)	2126		2126		2126		2126	
Humedad Teórica	6%		8%		10%		12%	
Peso de la capsula	22,64	22,39	21,63	22,53	22,59	32,67	32,67	32,42
Peso de la capsula + suelo húmedo (gr)	196,21	186,88	208,55	234,06	256,15	270,9	270,74	280,41
Peso de la capsula + suelo seco (gr)	186,76	178,81	196,35	220,49	237,87	252,66	245,49	255,3

Fuente: Elaboración propia

Se calcula el contenido de humedad:

$$W = 159.93 - 152.39$$

$$W = 7.338$$

Mediante la Ecuación 21., se calcula la densidad húmeda.

$$\rho_m = \frac{10405 - 5985}{2126} = 2.079 \frac{gr}{cm^3}$$

Se calcula la densidad seca mediante la Ecuación 22.

$$\rho_d = \frac{2.079}{1 + \frac{7.338}{100}} = 1.937 \ \frac{gr}{cm^3}$$

Se calcula la Densidad Seca de cada muestra ensayada

Tabla 90 Densidad seca

Determinar la Densidad Seca					
Prueba No.	1	2	3	4	
No. de Golpes por Capa	56	56	56	56	
Peso del Molde+ Peso Suelo Compactado (gr)	10.545	10.677	10.743	10.746	
Peso del molde vacío (gr)	5.982	5.982	5.982	5.982	
Peso suelo compactado (gr)	4563	4695	4761	4764	
Volumen del molde (cm3)	2126	2126	2126	2126	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2,146	2,208	2,239	2,241	DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm3)
Densidad Seca (gr/cm3)	2,035	2,065	2,066	2,009	2,07

Fuente: Elaboración propia

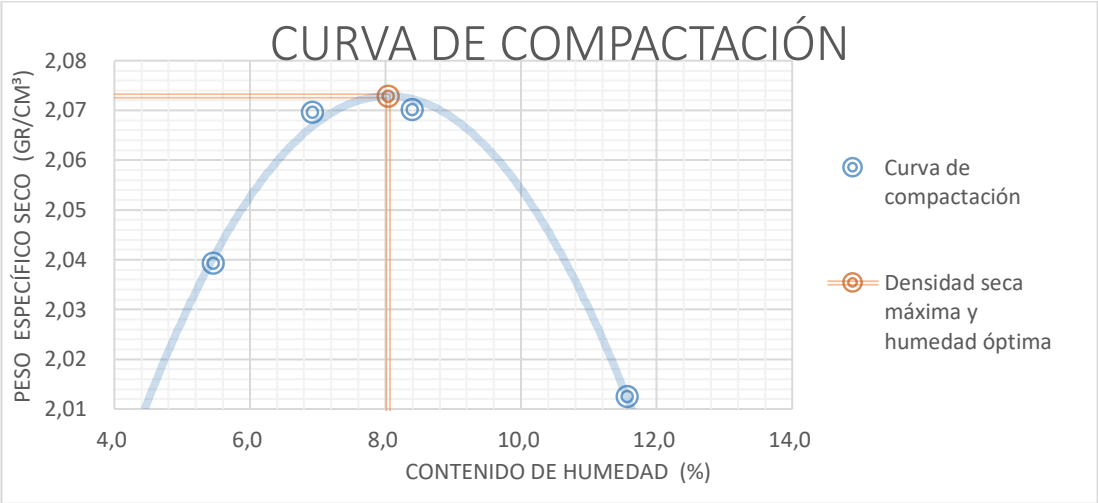
Tabla 91 Humedad optima

Determinar Humedad Optima de Compactación									
Prueba No.	1		2		3		4		
Humedad Teórica	6%		8%		10%		12%		
Peso de la capsula	22,64	22,39	21,63	22,53	22,59	32,67	32,67	32,42	
Peso de la capsula + suelo húmedo (gr)	196,21	186,88	208,55	234,06	256,15	270,90	270,74	280,41	
Peso de la capsula + suelo seco (gr)	186,76	178,81	196,35	220,49	237,87	252,66	245,49	255,30	
Peso del suelo seco (gr)	164,12	156,42	174,72	197,96	215,28	219,99	212,82	222,88	
Contenido de Humedad (%)	5,758	5,159	6,983	6,855	8,491	8,291	11,864	11,266	CONTENIDO OPTIMA DE HUMEDAD (%)
Densidad Seca (gr/cm3)	2,029	2,041	2,064	2,067	2,064	2,068	2,003	2,014	8,04

Fuente: Elaboración propia

Se dibuja la curva de Contenido de Humedad Vs Densidad Seca para obtener su correspondiente Densidad Máxima Seca y Contenido de Humedad Optima.

Imagen 74 Curva de compactación



Fuente: Elaboración propia

Corrección a partir de la norma estándar para corrección de peso unitario y contenido de agua para suelos que contienen partículas de gran tamaño - ASTM D 4718-15:

Se prepara la muestra de la cual se tomarán los especímenes de compactación de acuerdo con las disposiciones del método. Determinar la masa húmeda de la fracción fina y la masa húmeda de la fracción gruesa de la muestra total. Determinar el contenido de humedad de las fracciones en base a la masa seca de acuerdo con la norma D 2216 (ASTM D4718, 2015).

$$M_D = \frac{M_M}{1 + \left(\frac{w}{10}\right)}$$

Masa de la fracción fina:

M_F =18926,00 gr

Masa de la fracción Gruesa:

M_G = 4657.00 gr

Calcular el porcentaje de la fracción fina y gruesa de la siguiente manera:

Material Fino

$$P_F = 100 * M_{DF}/(M_{DF} + M_{DC})$$

$$P_F = 80.253\%$$

Material Grueso:

$$P_c = 100 * M_{DC}/(M_{DF} + M_{DC})$$

$$P_c = 19.747\%$$

Una vez obtenidos los porcentajes, se calcula el contenido de humedad corregido y el peso unitario seco corregido del material total.

$$W_T = P_F * W_F + P_C * W_C$$

$$W_T = 10.175\%$$

$$\gamma_{DT} = 100 * \gamma_{DF} * G_M * \gamma_w/(\gamma_{DF} * P_C + G_M * \gamma_w * P_F)$$

$$\gamma_{DT} = \frac{2.075\text{g}}{cm^3}$$

Tabla 92 Subbase calicata N1 y N2

Subbase Calicata N1 y N2		
Clasificación SUCS	Arena Limosa con Grava	
Compactación	Densidad Max	Humedad Óp.
	2,075 gr/cm3	10,175%
Profundidad de Muestra	Inicio	Final
	0,5 cm	0,30 cm

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se determina la Densidad Máxima Seca y Humedad Optima para las muestras de subrasante.

Subrasante

Tabla 93 Densidad seca - Subrasante

Determinar la Densidad Seca				
Prueba No.	1	2	3	4
No. de Golpes por Capa	56	56	56	56

Peso del Molde+ Peso Suelo Compactado (gr)	10.269	10.416	10.491	10.500	
Peso del molde vacío (gr)	5.982	5.982	5.982	5.982	
Peso suelo compactado (gr)	4.287	4.434	4.509	4.518	
Volumen del molde (cm3)	2.126	2.126	2.126	2.126	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2,016	2,086	2,121	2,125	DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm3)
Densidad Seca (gr/cm3)	1,908	1,937	1,933	1,898	1,94

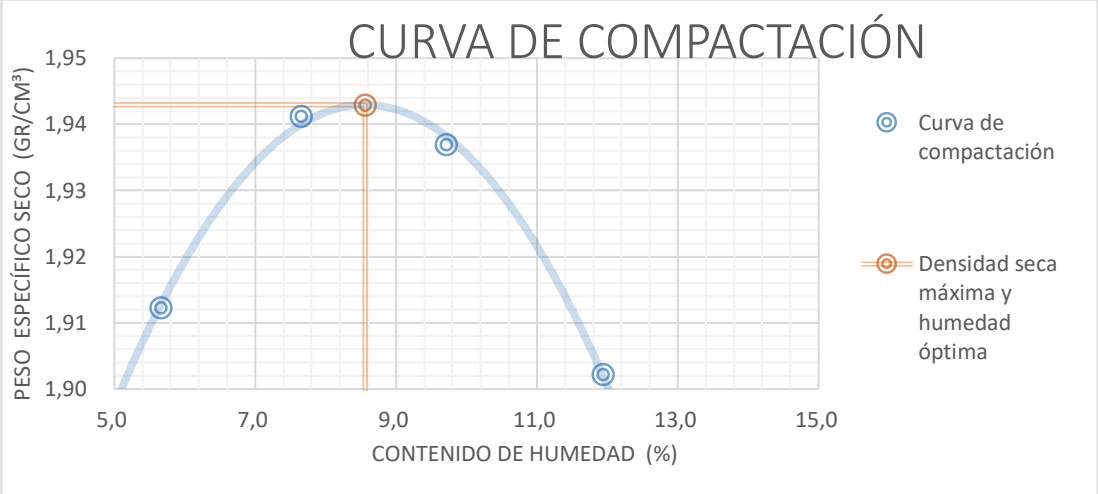
Fuente: Elaboración propia

Tabla 94 Humedad optima - Subrasante

Determinar Humedad Optima de Compactación									
Prueba No.	1		2		3		4		
Humedad Teórica	6%		8%		10%		12%		
Peso de la capsula	22,49	33,36	22,89	32,96	33,33	22,62	33,46	22,88	
Peso de la capsula + suelo húmedo (gr)	228,53	242,31	220,41	238,59	250,64	246,85	232,37	238,76	
Peso de la capsula + suelo seco (gr)	217,04	231,58	206,35	223,99	231,32	227,07	211,05	215,84	
Peso del suelo seco (gr)	194,55	198,22	183,462	191,03	197,99	204,45	177,59	192,96	
Contenido de Humedad (%)	5,906	5,413	7,664	7,643	9,758	9,675	12,005	11,878	CONTENIDO OPTIMA DE HUMEDAD (%)
Densidad Seca (gr/cm3)	1,904	1,913	1,937	1,938	1,932	1,934	1,897	1,899	8,56

Fuente: Elaboración propia

Imagen 75 Curva de compactación - Subrasante



Fuente: Elaboración propia

Corrección a partir de la norma estándar para corrección de peso unitario y contenido de agua para suelos que contienen partículas de gran tamaño - ASTM D 4718-15:

Se prepara la muestra de la cual se tomarán los especímenes de compactación de acuerdo con las disposiciones del método. Determinar la masa húmeda de la fracción fina y la masa húmeda de la fracción gruesa de la muestra total. Determinar el contenido de humedad de las fracciones en base a la masa seca de acuerdo con la norma D 2216 (ASTM D4718, 2015)

$$M_D = \frac{M_M}{1 + \left(\frac{w}{10}\right)}$$

Masa de la fracción fina:

M_F = 17367,00 gr

Masa de la fracción Gruesa:

M_G = 979,00 gr

Calcular el porcentaje de la fracción fina y gruesa de la siguiente manera:

Material Fino

$$P_F = 94.664\%$$

Material Grueso:

$$P_c = 5.336\%$$

Una vez obtenidos los porcentajes, se calcula el contenido de humedad corregido y el peso unitario seco corregido del material total.

$$W_T = 10.61\%$$

$$\gamma_{DT} = 100 * \gamma_{DF} * G_M * \gamma_w / (\gamma_{DF} * P_C + G_M * \gamma_w * P_F)$$

$$\gamma_{DT} = \frac{1{,}948\text{g}}{cm^3}$$

Tabla 95 Subrasante calicata N1 y N2

Subrasante Calicata N1 y N2		
Clasificación SUCS	Arena Limosa con Grava	
Compactación	Densidad Max	Humedad Óp.
	1,948 gr/cm3	10,61%
Profundidad de Muestra	Inicio	Final
	0,30 cm	0,55 cm

Fuente: Elaboración propia

8.11 Procedimiento en Laboratorio: Ensayo de Relación de Carga de California de Suelos Compactados en Laboratorio (CBR ASTM D-1883)

La muestra para ensayar tiene aproximadamente 15 kg, esta se desmenuza sobre una fuente para agregar la cuantía de agua requerida para obtener de la Densidad Máxima, determinada en el ensayo de compactación6.

Imagen 76 Muestra a ensayar



Fuente: Elaboración propia

Con el material se arman 3 moldes. El primer molde consiste en 5 capas de material, cada una compactadas con 56 golpes, el segundo molde consiste en 5 capas, cada una compactada con 25 golpes, el ultimo molde consiste en 5 capas, cada una compactada con 10 golpes.

Se toman muestras representativas antes de la compactación de cada molde para obtener la humedad de compactación. Una vez compactado el material, se registra la masa de cada molde.

Imagen 77 Moldes de compactación – suelo y sobrecarga



Fuente: Elaboración propia

A las muestras compactadas se les coloca sobrecargas, con una presión equivalente a la que soportará el suelo en el firme, sobre esta una placa con vástago, el cual sirve para medir el hinchamiento del suelo.

Se sumerge las muestras en el agua y se registra la primera lectura de hinchamiento, las muestras se mantendrán inmersas durante 96 horas, en las cuales se toman lecturas de hinchamiento cada una en un lapso de 24 horas.

Imagen 78 Muestras sumergidas en agua durante 96 horas



Fuente: Elaboración propia

Pasado el tiempo de inmersión, se retiran las muestras del tanque de agua y se registra su masa. Se procede a realizar el ensayo en la máquina de penetración, se aplica carga de manera que el pistón penetre con una velocidad uniforme de 1,2 mm/min.

Se registran los valores de carga para las profundidades de penetración que se indican en la norma ASTM D-1883.

Imagen 79 Ensayo en la máquina de penetración



Fuente: Elaboración propia

Por último, se extrae el material de los moldes y se toman muestras significativas para determinar su contenido de humedad.

8.12 Cálculos

Se calcula la densidad húmeda con los datos obtenidos para las muestras de la subbase.

Tabla 96 Calculo de densidad seca y húmeda - Subbase

N° de Golpes	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
N° de Capas	5		5		5	
Humedad Optima (%)	8,04		8,04		8,04	
Peso de Molde (g)	6.159		6.193		6.242	
Peso Molde + Suelo Húmedo (g)	10.949		10.808		10.653	
Peso de Suelo Húmedo (g)	4.790		4615		4411	
Volumen de Suelo (cm3)	2126		2126		2126	
Densidad Húmeda (g/cm3)	2,253		2,171		2,075	
Peso Capsula (g)	32,39	32,67	22,53	22,37	33,30	22,59
Peso de la capsula + suelo Húmedo (g)	229,29	236,30	241,06	223,37	243,08	219,20
Peso de la capsula + suelo seco (gr)	216,09	221,14	226,34	209,15	230,19	203,86
Peso del suelo seco (gr)	183,7	188,47	203,81	186,78	196,89	181,27
Contenido de Humedad (%)	7,186	8,044	7,222	7,613	6,547	8,463
Densidad Seca (g/cm3)	2,102	2,085	2,025	2,017	1,947	1,913

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se calcula la expansión con los datos determinados en el ensayo.

$$\%exp = \frac{L_f - L_i}{H} * 100 * Dial$$

Ecuación 51

$$\%exp = \frac{200 - 199}{117{,}5} * 100 * 0.0001 = 0.01$$

Tabla 97 Calculo de la Expansión

EXPANSIÓN			
N° de Golpes	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
FECHA	Lectura Dial	Lectura Dial	Lectura Dial
29-Nov-22	200	200	200
30-Nov-22	200	200	199
01-Dic-22	200	200	199
02-Dic-22	199	200	199
06-Dic-22	199	200	198
% Hinchamiento	1E-02	0	2E-02

Fuente: Elaboración propia

En el ensayo de penetración se muestran los registros para la muestra de 56 golpes que se exponen a continuación

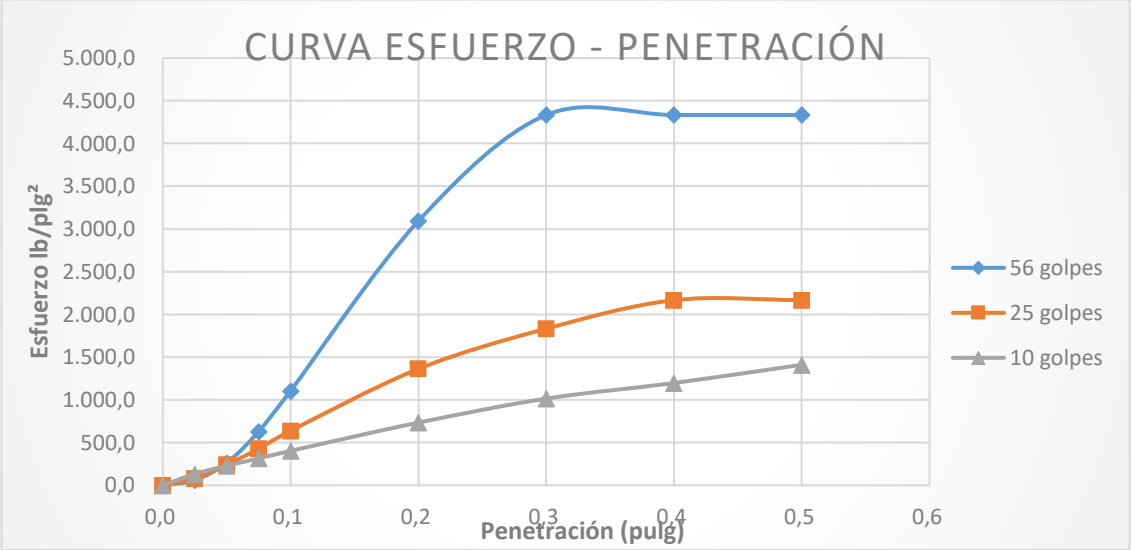
Tabla 98 Registros para el cálculo de CBR

Cargas de Penetración									
Penetración	56 golpes			25 golpes			10 golpes		
	Fuerza (lb)	Presión	Presión corregida	Fuerza (lb)	Presión	Presión corregida	Fuerza (lb)	Presión	Presión corregida
(pulgadas)		lb/plg²	lb/plg²		lb/plg²	lb/plg²		lb/plg²	lb/plg²
0,000	0	0,00	----	0	0,00	-----	0	0,00	----
0,025	184	61,18	----	239	79,80	-----	397	132,37	----
0,050	783	261,02	----	723	853,72	-----	687	228,88	----
0,075	1887	629,14	----	1281	426,86	-----	942	314,01	----
0,100	3316	1.105,26	1.925,00	1914	638,05	1.505,00	1210	403,23	354,00
0,200	9277	3.092,26	3.910,00	4087	1362,20	3.015,00	2201	733,54	715,00
0,300	13000	4.333,33	----	5498	1.832,75	-----	3044	1.014,72	----
0,400	13000	4.333,33	----	6500	2.166,67	-----	3592	1.197,22	----
0,500	13000	4.333,33	----	6500	2.166,67	-----	4233	1.410,90	----

Fuente: Elaboración propia

Se grafica la relación Penetración vs Esfuerzo

Imagen 80 Penetración - Esfuerzo



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se determina el Índice de CBR mediante la Ecuación:

$$\%CBR = \frac{Carga\ \ de\ ensayo}{Carga\ Patron}$$

Ecuación 52

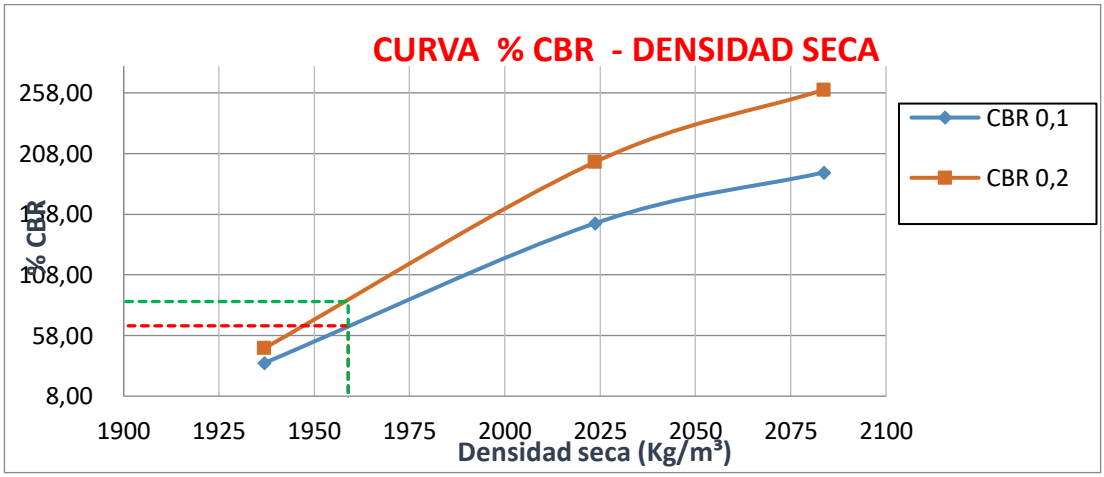
$$\%CBR_{0.1} = \frac{750\frac{lb}{pulg^2}}{1000\frac{lb}{pulg^2}} * 100 = 75$$

Tabla 99 Índice de CBR - Penetración

Presión (lb/plg²)	Valor CBR 0,1"	Presión (lb/plg²)	Valor CBR 0,2"
1.925,00	192,50	3.910,00	260,67
750,00	75,00	3.015,00	100,00
354,00	35,40	715,00	47,67
CBR =	**66,00**	**CBR =**	**86,00**

Fuente: Elaboración propia

Imagen 81 Curva % CBR - Densidad Seca



Fuente: Elaboración propia

Para determinar el CBR del material de Subrasante se sigue el procedimiento anterior descrito.

Subrasante

Tabla 100 Cálculo de densidad seca y húmeda - Subrasante

N° de Golpes	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
N° de Capas	5		5		5	
Humedad Optima (%)	8,56		8,56		8,56	
Peso de Molde (g)	6.146		8.063		8.054	
Peso Molde + Suelo Húmedo (g)	10.606		12.377		12.185	
Peso de Suelo Húmedo (g)	4.460		4314		4131	
Volumen de Suelo (cm3)	2126		2126		2126	
Densidad Húmeda (g/cm3)	2,098		2,029		1,943	
Peso Capsula (g)	32,95	22,61	32,64	33,44	22,92	33,32
Peso de la capsula + suelo húmedo (g)	258,18	211,67	240,20	227,24	234,49	211,14
Peso de la capsula + suelo seco (gr)	241,06	196,85	224,06	212,53	218,27	197,50
Peso del suelo seco (gr)	208,11	174,24	191,42	179,09	195,35	164,18
Contenido de Humedad (%)	8,226	8,506	8,432	8,214	8,303	8,308
Densidad Seca (g/cm3)	1,938	1,933	1,871	1,875	1,794	1,794

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101 Expansión – Subrasante Calicata N1-N2

EXPANSIÓN			
N° de Golpes	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
FECHA	Lectura Dial	Lectura Dial	Lectura Dial
29-Nov-22	200	200	200
30-Nov-22	200	201	201
01-Dic-22	201	201	201
02-Dic-22	201	201	201
06-Dic-22	201	201	201
% Hinchamiento	0,0001	0,0001	0,0001

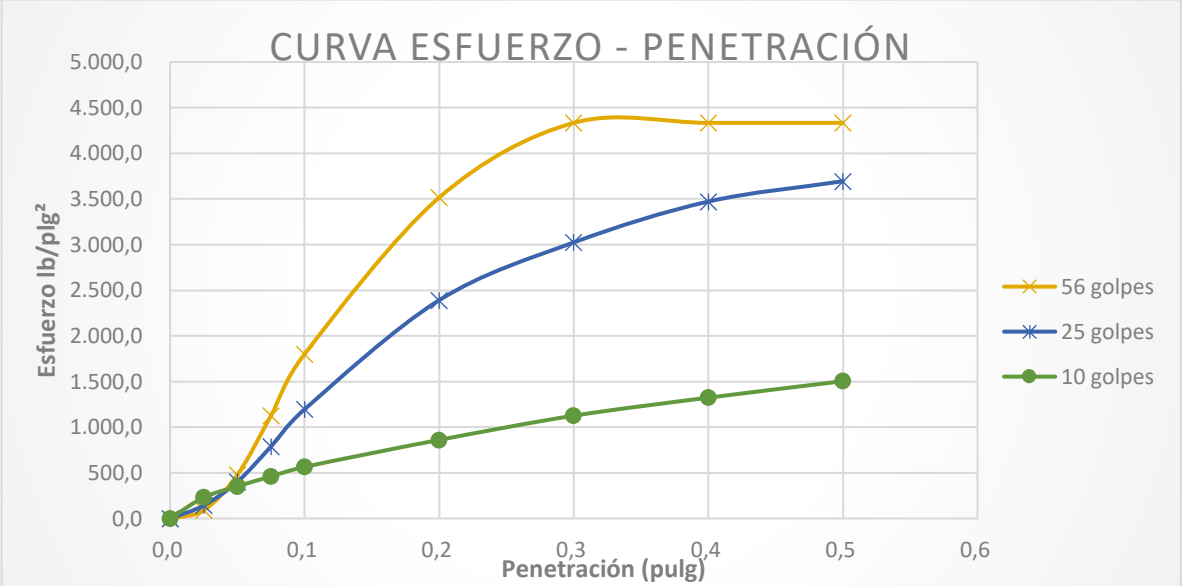
Fuente: Elaboración propia

Tabla 102 Calculo de CBR – Subrasante

Cargas de Penetración									
Penetración	56 golpes			25 golpes			10 golpes		
	Fuerza (lb)	Presión	Presión corregida	Fuerza (lb)	Presión	Presión corregida	Fuerza (lb)	Presión	Presión corregida
(pulgadas)		lb/plg²	lb/plg²		lb/plg²	lb/plg²		lb/plg²	lb/plg²
0,000	0	0,00	----	0	0,00	-----	0	0,00	----
0,025	272	90,67	----	429	143,10	-----	692	230,66	----
0,050	1432	477,33	----	1205	401,75	-----	1057	352,29	----
0,075	3381	1.127,00	----	2366	788,74	-----	1383	460,84	----
0,100	5405	1.801,67	2.045,00	3590	1.196,53	1.390,00	1696	565,23	375,00
0,200	10548	3.516,00	4.110,00	7175	2.391,82	2.750,00	2583	861,00	775,00
0,300	13000	4.333,33	----	9073	3.024,28	-----	3378	1.126,06	----
0,400	13000	4.333,33	----	10414	3.471,40	-----	3971	1.323,67	----
0,500	13000	4.333,33	----	11083	3.694,26	-----	4512	1.504,10	----

Fuente: Elaboración propia

Imagen 82 Penetración - Esfuerzo – Subrasante Calicata No. 1



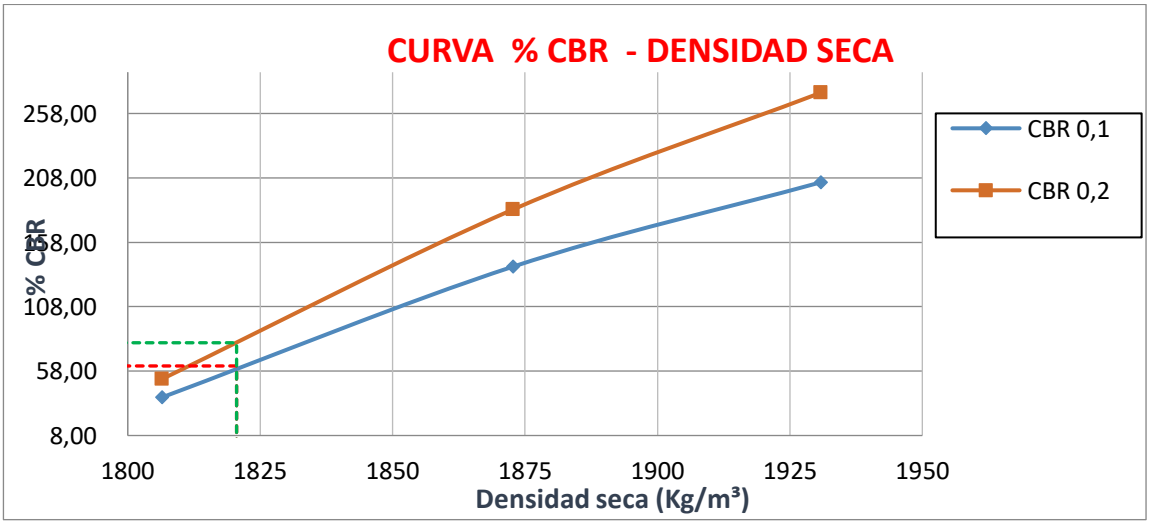
Fuente: Elaboración propia

Imagen 83 Índice de CBR – Subrasante

Presión (lb/plg²)	Valor CBR 0,1"	Presión (lb/plg²)	Valor CBR 0,2"
2.045,00	204,50	4.110,00	274,00
1.390,00	139,00	2.750,00	183,33
375,00	37,50	775,00	51,67
CBR =	**62,00**	**CBR =**	**80,00**

Fuente: Elaboración propia

Imagen 84 Curva % CBR - Densidad Seca



Fuente: Elaboración propia

8.12.1 Diseño Estructural del pavimento

Con el objetivo de verificar los espesores de capa encontrados en la vía, se realizó una verificación del diseño mediante el método AASHTO-93, que recomienda aplicar los mismos criterios de diseño establecidos para pavimentos flexibles, este considera variables que influyen al diseño del pavimento que son: Variable de tiempo, tráfico, confiabilidad, serviciabilidad, propiedades de los materiales y drenaje.

Periodo de proyección

Este periodo de diseño y vida útil se obtiene en la tabla 107.

Tabla 103 Tipo de validad de acuerdo con el periodo de proyección

Tipo de validad	Periodo de proyecto (años)
Urbana, con elevado nivel de transito	30-50
Principal, con elevado nivel de transito	20-50
Secundaria, con bajo nivel de transito	15-25

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la categoría de la vía, el periodo de análisis que se escoge es de 20 años.

Tráfico

Mediante los factores equivalentes de carga determinados en la Tabla 108, se calcula el número de repeticiones de ejes equivalentes.

Tabla 104 Ejes equivalentes

Ejes Equivalente (8,2 Ton)
2023565

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad (R)

La confiabilidad de un pavimento dependerá de la funcionalidad de este, como se indica a continuación en la Tabla 109.

Tabla 105 Clasificación funcional

Clasificación funcional	Nivel de confianza recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y autopista	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 – 99	75 - 95
Calles colectoras	80 – 95	75 - 95
Calles locales	50 – 80	50 - 80

Fuente: Elaboración propia

Se toma el nivel de confianza para calles colectoras rurales, valor del 85%

Desviación normal estándar (Zr)

Se determina la desviación normal estándar a partir de la tabla 110.

Tabla 106 Desviación normal estándar (Zr)

Confiabilidad %	Desviación estándar (Zr)	Confiabilidad	Desviación estándar (Zr)
50	0	92	-1,405
60	-0,253	93	-1,476
70	-0,524	94	-1,555
75	-0,674	95	-1,645
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,34	99,9	-30,9

Fuente: (Cordo Oscar, 2006)

El valor de desviación estándar que se asume es de -1.037.

Rango de desviación estándar total (So) para pavimentos flexibles:

Tabla 107 Desviación estándar total (So)

Desviación estándar total (So)
0,40 a 0,50

Fuente: Elaboración propia

Se asume el valor de 0,45.

Niveles de serviciabilidad

Serviciabilidad inicial (Po)

Los valores recomendados por el método AASHTO 93 se muestran en la tabla 112.

Tabla 108 Serviciabilidad inicial (Po)

Serviciabilidad Inicial (Po)	
Rígido	4,5
Pavimento Articulado	4,2

Fuente: Elaboración propia

Serviciabilidad final (Pt)

La serviciabilidad se refiere al estado del pavimento al final de su vida útil, los valores recomendados por el método AASHTO 93 se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 109 Serviciabilidad final (Pt)

Serviciabilidad final (Pt)		
Autopista	Carretera de importancia media	Carretera de importancia baja
3	2,5	2

Fuente: Elaboración propia

Propiedades de materiales

Una vez obtenido los resultados de CBR a partir de los ensayos de laboratorio de suelos realizados, se determina el valor del módulo resiliente (Mr), mediante la siguiente relación:

$$Mr = 1500 * CBR \ (CBR \leq 10)$$

Ecuación 53

$$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241 \ (CBR > 10)$$

Ecuación 54

Para el diseño se utiliza el CBR menor tanto para subbase y subrasante de la estructura

Capa de Rodadura:

Mr= 400,000 psi (2,760 Mpa)

Subrasante:

CBR=62%

$$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241$$

$$Mr = 17853.98\ psi$$

Subbase:

CBR=66%

$$Mr = 18000\ psi$$

Drenaje (m)

Se indican los tiempos de drenaje recomendados por AASHTO a partir de la Tabla 114.

Tabla 110 Tiempos de drenaje recomendados

Calidad de drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Mas de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Fuente: (Cordo Oscar, 2006)

La calidad de drenaje se obtiene a partir de los coeficientes de drenaje presentados en la Tabla 115, teniendo en cuenta que aproximadamente existen 6 meses de invierno, el porcentaje del tiempo expuesto a humedad del pavimento es mayor al 25%.

Tabla 111 Calidad de drenaje a partir de los coeficientes

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60

Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

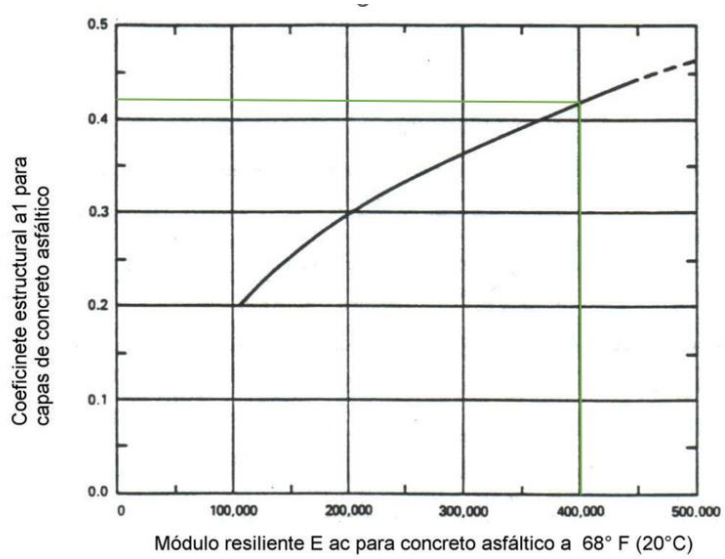
Fuente: (Cordo Oscar, 2006)

Coeficiente estructural (a)

A partir de las gráficas de relación, se determina el coeficiente estructural para las diferentes capas.

Capa de Rodadura:

Imagen 85 Coeficiente estructural Capa de rodadura



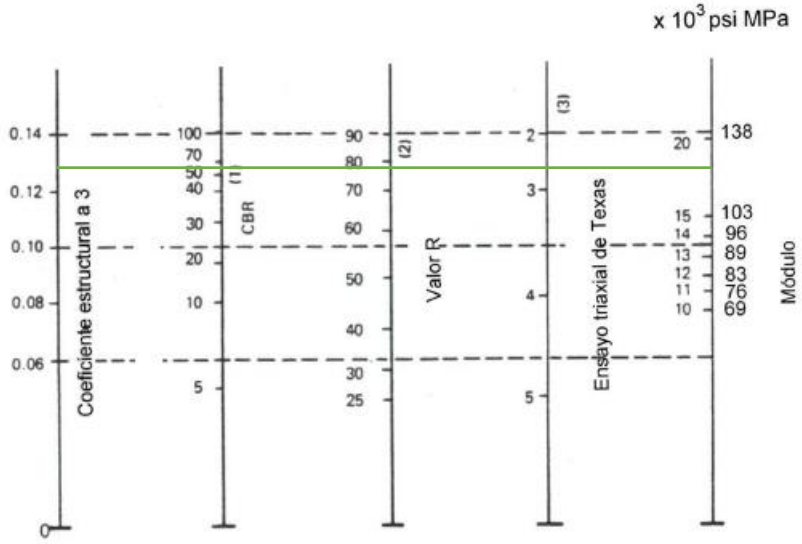
Fuente: (Cordo Oscar, 2006)

El coeficiente estructural de la capa de rodadura es igual a 0.42

$$a_1 = \frac{0.42}{2.54} = 0.165$$

Subbase:

Imagen 86 Coeficiente estructural Subbase



Fuente: (Cordo Oscar, 2006)

El coeficiente estructural para la subbase es igual a 0.13

$$a_3 = \frac{0.13}{2.54} = 0.051$$

Numero Estructural (SN)

Mediante la utilizacion del programa de calculo “Ecuación AASHTO 93” se obtiene el estructural del pavimento.

Capa de Rodadura:

- Modulo Resiliente= 400000 psi (2.760 Mpa)
- a_1=0.165
- m_1=1.0

Subbase:

- CBR=66%
- Modulo Relisiente= 18000psi
- a_3=0.051
- m_3=0.8

Subrasante:

- CBR=62%
- Modulo Relisiente= 17853.98 psi

Numero estructural del Pavimento:

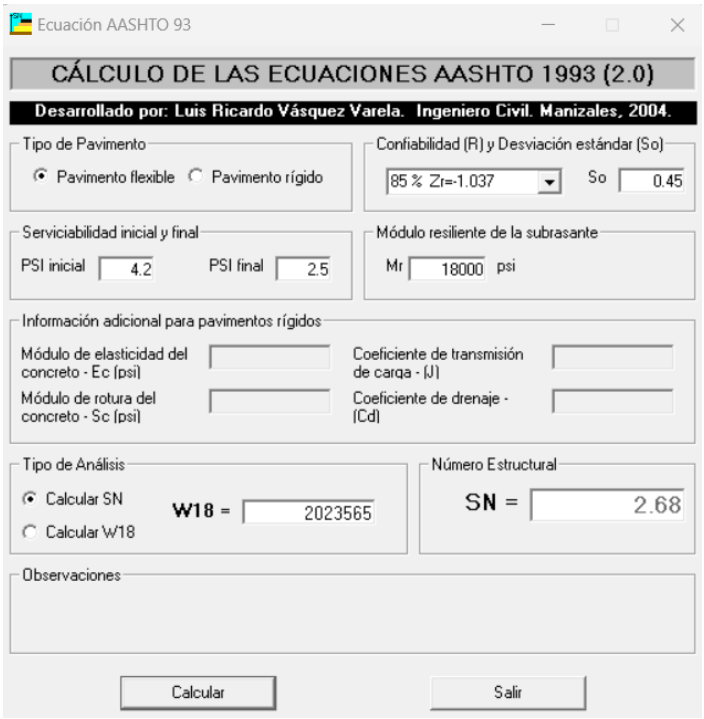
Imagen 87 Número estructural del pavimento - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993



Fuente: Ecuación AASHTO 93

Número estructural de la estructura:

Imagen 88 Número estructural de la estructura - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993



Fuente: Ecuación AASHTO 93

El espesor del adoquin a utilizar es de 9 cm, por lo tanto se calcula el SN_1:

$$SN_1 = 0.165 * 9$$

$$SN_1 = 1.485$$

Con el valor de SN_3=2.62, se determina el espesor de la capa de subbase

$$D_3 = \frac{2.68 - 1.485}{0.8 * 0.051} = 29.29\ cm$$

El valor para emplearse para espesor de la subbase es de 30 cm.

$$SN_3 = 30 * 0.8 * 0.051 = 1.22$$

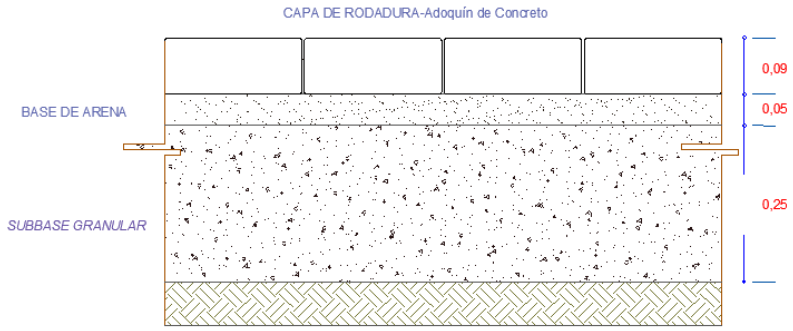
Numero estructural calculado:

$$SN = 1.485 + 1.22 = 2.71$$

El número estructural calculado es mayor al requerido, 2.69

Corte de Espesores Actuales de la estructura:

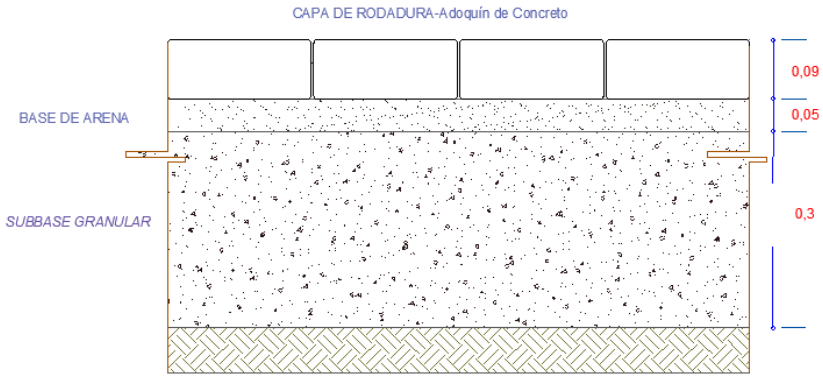
Imagen 89 Espesores actuales



Fuente: Elaboración propia

Corte de Espesores de Diseño Teórico de la estructura:

Imagen 90 Espesores de diseño - diseño 1



Fuente: Elaboración propia

Diseño 2:

La obtención del CBR se la ejecutó de dos maneras, la primera a través del CBR en laboratorio, y una segunda a través de ensayos de DCP, ambos en la subbase y en la subrasante. A partir de la interpretación de estos datos se tomó el menor valor correspondientes a los resultados del DCP.

Capa de Rodadura:

- Modulo Resiliente= 400000 psi (2.760 Mpa)
- a_1=0.165
- m_1=1.0

Subbase:

- CBR=63%
- Modulo Relisiente= 17500psi
- a_3=0.051
- m_3=0.8

Subrasante:

- CBR=73%
- Modulo Relisiente= 18802 psi

Numero estructural del Pavimento:

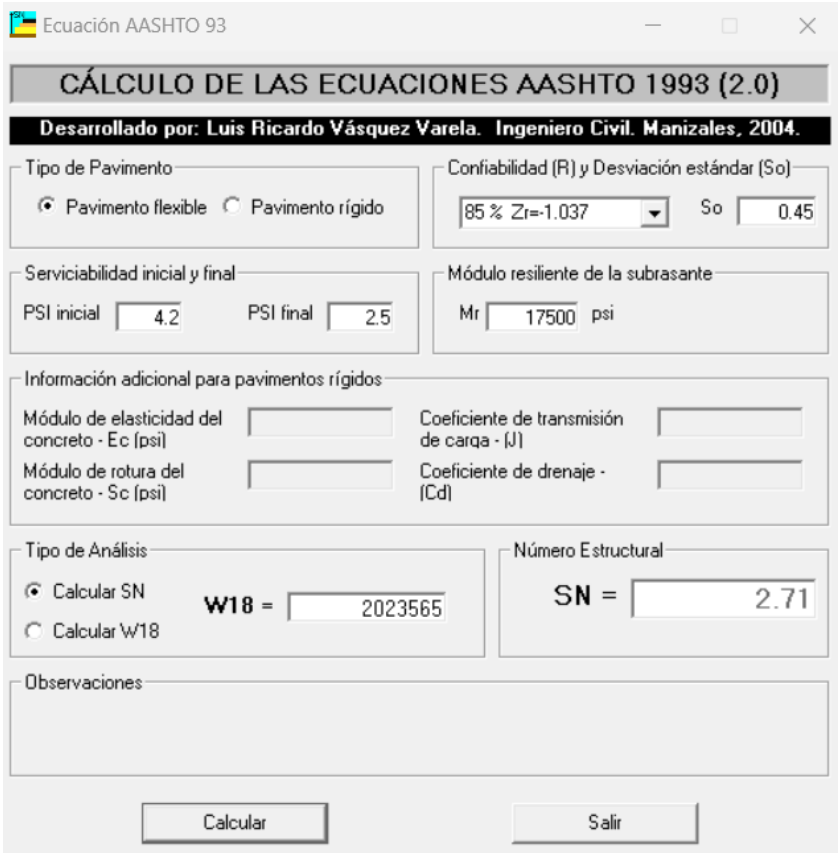
Imagen 91 Número estructural del pavimento - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993



Fuente: Ecuación AASHTO 93

Numero estructural de la estructura:

Imagen 92 Número estructural de la estructura - Calculo de ecuaciones AASHTO 1993



Fuente: Ecuación AASHTO 93

El espesor del adoquin a utilizar es de 9 cm, por lo tanto se calcula el SN_1:

$$SN_1 = 0.165 * 9$$

$$SN_1 = 1.485$$

Con el valor de SN_3=2.68, se determina el espesor de la capa de subbase

$$D_3 = \frac{2.71 - 1.485}{0.8 * 0.051} = 30.0\ cm$$

El valor para emplearse para espesor de la subbase es de 30 cm.

$$SN_3 = 30 * 0.8 * 0.051 = 1.22$$

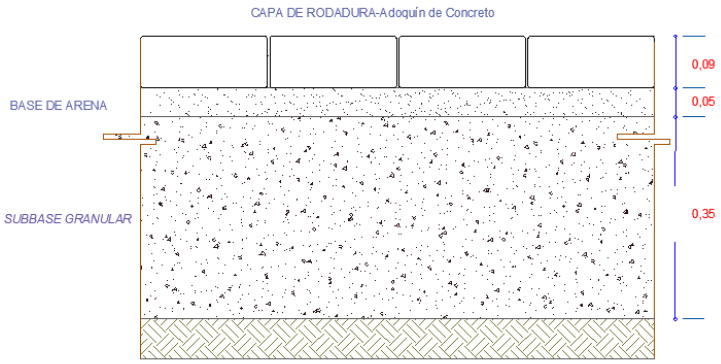
Numero estructural calculado:

$$SN = 1.485 + 1.22 = 2.71$$

El número estructural calculado es menor al requerido, 2.64.

Corte de Espesores de Diseño Teórico

Imagen 93 Espesores de diseño - Diseño 2



Fuente: Elaboración propia

9. ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez determinado el Índice de Condición de Pavimento de la vía Chorlaví, obtenemos un valor de 87.58 puntos, que se clasifica como “Excelente” el estado de la superficie del camino, cumpliendo con la seguridad de circulación y desempeño de la vía analizada. Del registro e inspección visual se destaca que la mayor cantidad de deterioros analizados son 4 tipos; escalonamientos y depresiones en áreas pequeñas con una severidad entre baja y medio; perdida de arena y ancho excesivo de juntas de áreas de tamaño intermedio con severidad entre baja y media.

Por otra parte, el ICP determinado en las Unidades 31 hasta 39 clasifica el estado superficial del tramo como “Muy Bueno” y “Bueno”, a partir de esta clasificación es posible describir que la circulación vehicular se ve ligeramente afectada debido que los deterioros registrados se presentan en áreas de tamaño intermedio con severidades bajas e intermedias.

Las fallas encontradas corresponden a escalonamientos, depresiones, ancho de junta excesiva y perdida de arena. Las posibles causas de las depresiones corresponden a una inadecuada construcción de alcantarillas como se observa en la imagen No.94. En el caso de los escalonamientos, sus posibles causas se deben errores constructivos, debido a falta de control o posible torsión ocasionada por las cargas de tránsito. El ancho excesivo de las juntas generalmente se presenta debido a falta de sello de juntas,

debido a la falta de control en el momento de la construcción. Las causas por las cuales se presenta perdida de arena en juntas son el desplazamiento de juntas y el arrastre del material fino por expulsión de agua al paso de los vehículos, así como de inadecuado drenaje.

Imagen 94 Medición en campo – Falla, depresión



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el tipo de deterioro y su severidad, para el caso de ancho de juntas excesivo y perdida de arena, la operación de mantenimiento adecuado a llevar a cabo es la recolocación de adoquines, para lo cual se puede retirar los adoquines de la zona afectada, verificar las condiciones de la capa de arena y proceder con la recolocación adecuada de adoquines y sellado de juntas. En el caso de escalonamiento entre adoquines y depresiones, se recomienda llevar a cabo la verificación posibles problemas de drenaje, posterior se retira los adoquines de la zona afectada, se verifica la capa de arena o capaz subyacentes, por último, se reposiciona el material y colocan los adoquines de manera adecuada.

Mediante el proceso de ensayos en adoquines y de acuerdo con la norma NTE INEN 1485, la Resistencia Característica de ambas muestras cumplen con la Resistencia mínima para vías tanto de tráfico ligero como pesado, siendo estas de 447 kg/cm^2 y 448 kg/cm^2. Mientras que, en el Ensayo de Abrasión de Adoquines el resultado obtenido del material de la calicata N1 de 24,7 mm, el resultado promedio de la calicata N2 es de 27,7 mm siendo este último mayor a la longitud máxima de acuerdo con la norma NTE INEN 3040.

Tabla 112 Ensayos en adoquines

ENSAYOS EN ADOQUINES		
ENSAYO	Calicata N1	Calicata N2
Resistencia Característica (Mpa)	43,90	44,01
Longitud de la cuerda Promedio (mm)	24,8	27,7

Fuente: Elaboración propia

La caracterización de los materiales que conforman el pavimento articulado se describe de manera resumida en la Tabla 117., la misma que define que los materiales denotan una resistencia de gran capacidad tanto en el material de subbase y subrasante, clasificada de acuerdo con las especificaciones MTOP como Subbase Clase 3.

Tabla 113 Resultados - Ensayo en laboratorio de suelos

ENSAYOS EN LABORATORIO DE SUELOS		
SUBBASE		
Clasificación SUCS	Arena Limosa con Grava	
Compactación	Densidad Max	Humedad Óp.
	2,07 gr/cm2	10,17%
CBR	66%	
0SUBRASANTE		
Clasificación SUCS	Arena Limosa con Grava	
Compactación	Densidad Max	Humedad Óp.
	1,94 gr/cm2	10.61%
CBR	62%	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en el proceso de conteo vehicular y caracterización de materiales, se efectúo dos diseños de la estructura del pavimento articulado de acuerdo con el Método de Diseño AASHTO 93, del cual se obtuvo los espesores de las capas de rodadura y subbase: el primer diseño que corresponde al CBR obtenido en laboratorio, determina espesores iguales a 9 cm de adoquín, 30 cm de subbase y un espesor de 5cm de capa de arena, cumpliendo con las especificaciones y número estructural correspondiente a 2.57; el segundo diseño que corresponde al CBR obtenido mediante el ensayo DCP determina espesores de 9 cm de los adoquines y 30 cm de material de subbase, cumpliendo con el numero estructural correspondiente a 2.64.

CAPITULO IV

10. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de titulación se analizó la vía Chorlaví como una sección en su totalidad, determinando de esta manera el valor de ICP de 87.58 puntos, que se clasifica como “Excelente” el estado de la superficie del camino, cumpliendo con la seguridad de circulación y desempeño de la vía analizada, sin embargo, en las Unidades 31 hasta 39 clasifica el estado superficial del tramo como “Muy Bueno” y “Bueno”. Debido a estas variaciones en tramos específicos, se concluye que lo adecuado es analizar la vía por subsecciones. Del análisis de los registros obtenidos mediante inspección visual, la vía presenta una mayor cantidad de deterioros de 4 tipos, los cuales son; escalonamientos y depresiones de áreas pequeñas con una severidad entre baja y media; bombeo de arena y ancho excesivo de juntas de áreas de tamaño intermedio con severidad entre baja y media.

El proyecto de titulación partió desde el descontento de usuarios de la vía Chorlaví como de los habitantes de las zonas cercanas, sin embargo, una vez determinado el Índice de condición de pavimento, se descarta que existe inseguridad y perdida de confort, debido que los deterioros presentan severidades bajas, por lo que el descontento se dé por otras razones las cuales deben ser estudiadas en futuras investigaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el conteo manual vehicular ejecutado en la vía Chorlaví se aprecia que en el tramo referente a la estación B1 la cuantía de vehículos que transitan es superior al resto de estaciones: los vehículos livianos son los que circulan en mayor cantidad con el 87.07%.

A partir de los resultados de DCP y CBR se observan valores cercanos tanto en la subrasante y subbase de los puntos 1 y 4, lo cual puede observarse en la tabla No.114. Sin embargo, se observan valores bajos de DCP en los puntos 2 y 3 para la subrasante, lo cual puede ser debido a los cambios súbitos de geología en el sector y lo cual debe estudiarse a mayor profundidad en futuras investigaciones.

Tabla 114 Resumen DCP - CBR

		DCP	CBR
Punto 1	Subrasante	79	62
	Subbase	64	66
Punto 2	Subrasante	14	-
	Subbase	88	-
Punto 3	Subrasante	5	-
	Subbase	-	-
Punto 4	Subrasante	-	62
	Subbase	89	66

Fuente: Elaboración propia

La norma ASSHTO asume el comportamiento de pavimento adoquinado similar al pavimento flexible por lo que esta norma se ha utilizado a lo largo del tiempo para el diseño de pavimento de adoquines, los diseños teóricos determinan una capa de 30 cm de subbase de acuerdo con los valores de CBR determinados en Laboratorio y ensayo de DCP obtenidos in situ, sin embargo en la actualidad el método de diseño recomendado es el Método de Diseño Estructural de Pavimento Entrelazado para Calles y Vías Municipales ASCE 58-16, que considera correcciones en el coeficiente estructural de la capa de rodadura.

En base a la toma de espesores realizados en las dos calicatas se puede observar que, los diseños teóricos realizados determinan una capa de 30 cm de subbase de acuerdo con los valores de CBR determinados en Laboratorio y ensayo de DCP obtenidos in situ, mientras que la estructura actual presenta una capa de subbase de 25 cm, teniendo una diferencia entre espesores 5 cm que posiblemente se produzca por incremento en las cargas vehiculares que se deberá analizar en estudios futuros, esto no es una representación de la vía en su totalidad por lo que se debe analizar a profundidad.

En relación con la clasificación de los suelos analizados, estos contienen material de tamaño mayor a 50 mm que es el tamaño máximo de partícula que especifica la norma ASTM D6951, por lo tanto, los resultados serán poco confiables.

11. RECOMENDACIONES

La aplicación de equipos que permiten la automatización de la inspección de deterioros y el cálculo de del Índice de Condición del Pavimento disminuye tanto el tiempo de análisis como el margen de error que se obtiene con el análisis manual.

Para realizar los conteos vehiculares de manera más efectiva se puede recurrir a la automatización del proceso mediante programas de conteos a partir de sensores, cámaras de video o instrumentos electrónicos.

El uso y comparación de la inspección al igual que deterioros que se analizan en la el articulo “Patologías De Pavimentos Articulados” de la Universidad de Medellín que evalúa deterioros definidos en el proyecto e incluye deterioros como la vegetación en el pavimento, que es un parámetro existente en las Unidades 31 hasta 39 inspeccionadas en la Vía Chorlaví, profundizar en el estudio y causas de deterioros.

12. Referencias

ASTEC, T. . (2003). *Normas de diseño geometrico de carreteras.* Quito. Obtenido de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

ASTM D 3262-15. (2015). *Practica Estandar para Clasificación de Suelos y Mezclas de Suelos y Agregados para Fines de Construccion de Carreteras.* ASTM International.

ASTM D1557. (1987). *ASTM D1557.*

ASTM D4718. (2015). *Norma Estandar para Correccion de Peso Unitario y Contenido de Agua para suelos que contienen particulas de gran tamaño* .

ASTM-2487. (2011). *Práctica Estándar para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería.*

ASTME-2840. (2019). Practica estandar para el indice de condición del pavimento para caminos de adoquines entrelazados y estacionamientos. En ASTM.

Avila kenia, V. M. (2015). *Diseño de 1.5km de pavimento articulado, por el metodo AASHTO 93, del tramo de carretera las Sabanas - El Cipián, en el municipio de Las Sabanas, departamento de Madriz.* Managua: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de https://ribuni.uni.edu.ni/1967/1/60597.pdf

AYABACA FABIAN. (2014). *IMPLEMENTACIÓN DE TRAZADOS VIALES, SEGÚN EL USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO (COS – CUS), EN CIUDADES DEL ECUADOR CON MENOS 260.000 HABITANTES.* Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Cabezas, M. I. (2014). *ELABORACION DE UN MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL ADOQUINADO.* Quito: Escuela Politecnica Nacional. Obtenido de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7225/1/CD-5387.pdf

Carlos Martinez. (2015). *ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.* Bogota: Universidad Militar de Nueva Granada.

Chamorro Alondra, E. T. (2018). *Gestion de Infraestructura Vial.* Chile: Universidad Catolica de Chile.

Cordo Oscar. (2006). *Diseño de pavimentos Aashto - 93.* la paz: Instituto nacional de carreteras de EEUU.

D1883-05, A. (2005). *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.*

D6951/D6951M-18, A. (2018). *Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications.*

Falla Lopez, B. (s.f). *EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN PAVIMENTOS ARTICULADOS, MEDIANTE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS EN LA CARRERA 76 ENTRE LAS CALLES 170 Y 175 DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (PARTE B).* Bogota: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de http://hdl.handle.net/10654/17760

Felipe, H. A. (2007). *DEFINICION MODERNA DE LOS PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS.* Sangolqui: ESPE. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1578/1/T-ESPE-014822.pdf

Gleave Steer Davies. (2006). *MANUAL DE MODELACIÓN PARA CARRETERAS DE CUOTA.* Dirección General de Desarrollo Carretero.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural, S. A. (10 de 2015). *http://app.sni.gob.ec/.* Obtenido de http://app.sni.gob.ec/: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1060014480001_PDOT%20SAN%20ANTONIO%20corregido%20FINAL_17-05-2016_14-47-37.pdf

Gobierno autonomo descentralizado parroquial, r. S. (2019 - 2023). *Plan de desarollo y ordenamiento territorial.* San Antonio de Ibarra: Gobierno autonomo descentralizado. Obtenido de https://gadsanantonioibarra.gob.ec/wp-content/uploads/2021/11/PDOT-SAN-ANTONIO-2019-2023.pdf

Gomez Avila, A. (23 de Mayo de 2016). *Control de Calidad de Adoquines de Concreto*. Obtenido de Prezi: https://prezi.com/tlkomlvkcjo8/control-de-calidad-de-adoquines-de-concreto/

Hurtado Arias, W. (2016). *Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha.* Quito: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR.

INEN 044. (1996). *INEN 044- Guia de Practica de Adoquines de Hormigon para Transito Pesado.* Quito: INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION.

INEN-1485. (1986). *Adoquines. Determinación de la resistencia a la compresión.* Quito - Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

INEN-3040. (2016). *Adoquines de hormigón. Requisitos y metodos de ensayo.* Quito - Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INVIA, I. N. (s.f). Pavimento de Adoquines de Concreto. *Articulo 510-07*, 1.

Juan Gallego Medina, J. M. (2015). *LC web.* Obtenido de Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo: http://www2.caminos.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos_suelos/cbr.html

Madrid. (2001). *Guia para el diseño de pavimentos de adoquines de concreto para trafico vehicular y peatonal.* Medellin: Instituto Colombiano de Productores de Cemento ICPC.

Montejo Alfonso. (2003). *INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS.* Bogota: Universidad Católica de Colombia.

MTOP 001. (2002). *Especificaciones generales para la construccion de caminos y puentes.* Quito: MTOP.

Navas Sara, G. P. (2018). *Analisis de la Apliacion de la Normas ASTM D6951-03 para estimar el indice delCBR en un suelo de la Ciudad de Cuenca.* Cuenca: Universidad de Azuay. Obtenido de https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8649/1/14311.pdf

NEVI 12, E. M. (2012). *Normas para Estudio y Diseño Vial.* Quito: Ministerio de transporte de obras públicas.

Sanchez Castillo, X. A. (2003). *Diseño de Pavimentos Articulados para Trafico Medio y Alto.* Bogota: Universidad de los Andes. Obtenido de https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20919/u245809.pdf

13. Anexos

Registro de deterioros de 68 unidades inspeccionada y su cálculo de Condición de Pavimento Articulado

Unidad 2

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	03/ Septiembre/2022			LONGITUD:		19,5		m		
UNIDAD:	2			ANCHO:		10,7	11,25	m		
Abscisa: 0+22,5 m - 0+42 m				AREA DE LA UNIDAD:		214,0125		m2		
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2					
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2					
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2					
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							
FALLAS EXISTENTES								**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines		
4	M	1	0					0,000	1,000	
2	M	1						0,000	1,000	
1	M	4						0,204	0,204	
								0,000	0,000	
								0,000	0,000	
								0,000	0,000	
CALCULO DE ICP										
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO						
4	M	1	0,47	3,30	Numero de valores deducidos >2(q)			Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=		
2	M	1	0,47	10,00						
1	M	0,2036	0,10	0,50						
		0								
		0								
		0			Valor deducido más alto=					
		0								
		0								
		0			10			9,3		
		0								
		0								

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	10,00	3,30	0,50				13,8	2	0
2	10,00	2,00	0,50				12,5	1	12,5
								Max CDV	12,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	87,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Depresión



Ancho excesivo de juntas



Adoquines dañados



Unidad 3

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	03/ Septiembre/2022					LONGITUD:			22			m	
UNIDAD:	3					ANCHO:			11,25		9,9	m	
Abscisa: 0+42 m – 0+64 m						AREA DE LA UNIDAD:			232,65			m2	
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines			m2			
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches			m2			
3. Restricción de bordes dañado		M	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento			m2			
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2							
FALLAS EXISTENTES												**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD										Adoquines	
5	M	2	0									0,102	0,102
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)		Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=						
4	B	0,1018	0,04	0,10									
		0											
		0											
		0											

		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			0,1	
		0				
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,10						0,1	1	0,1
								Max CDV	0,1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	99,9
CLASIFICACION	EXCELENTE

Escalonamiento



HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	03/ Septiembre/2022	LONGITUD:	24		m
UNIDAD:	4	ANCHO:	9,9	10,2	m
Abscisa: 0+64 m – 0+88m		AREA DE LA UNIDAD:	241,2		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	M	2						0,101	0,101
8	M	0,22						0,000	0,220
6	M	1,63						0,000	1,630
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	M	0,10124	0,04	0,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	M	0,22	0,09	0,00		
6	M	1,63	0,68	0,00		
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			0	
		0				
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00								
2	0,00								
3	0,00								
4	0,00								
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Abultamiento



Perdida de arena



Unidad 5

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	03/ Septiembre/2022				LONGITUD:		25		m	
UNIDAD:	5				ANCHO:		10	10,5	m	
Abscisa: 0+88m – 0+113m					AREA DE LA UNIDAD:		256,25		m2	
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)		m2	9. Perdida de adoquines		m2			
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento		m2	10. Parches		m2			
3. Restricción de bordes dañado	M	7. Deslizamiento Horizontal		m2	11. Ahuellamiento		m2			
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta		m2						

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	M	3						0,154	0,154
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-
1	M	0,153939	0,06	0,00		

		0	0,00			HDV) <10 m=
		0	0,00			
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			0	
		0				
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00								
2	0,00								
3	0,00								
4	0,00								
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados





HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	03/ Septiembre/2022	LONGITUD:	22,5		m
UNIDAD:	6	ANCHO:	10	10,7	m
Abscisa: 0+113m – 0+135,5m		AREA DE LA UNIDAD:	232,875		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
					Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
					Valor deducido más alto=	
					0	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00						0		0
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV

PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Unidad 7

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO											
FECHA:	03/ Septiembre/2022				LONGITUD:			22,5			m
UNIDAD:	7				ANCHO:			10	10,7		m
Abscisa: 0+135,5m -0+158m					AREA DE LA UNIDAD:			232,875			m2
TIPO DE FALLAS											
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines			m2	
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches			m2	
3. Restricción de bordes dañado		M	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento			m2	
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2					
FALLAS EXISTENTES									**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines		
									0,000	0,000	
									0,000	0,000	
									0,000	0,000	
									0,000	0,000	
									0,000	0,000	
									0,000	0,000	

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
					Valor deducido más alto=	
					0	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00								0

								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Unidad 8

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	03/ Septiembre/2022	LONGITUD:	23		m
UNIDAD:	8	ANCHO:	10,75	10,85	m
Abscisa: 0+158m - 0+181m		AREA DE LA UNIDAD:	248,4		m2

TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	B	1,85						0,000	1,850
4	M	0,38						0,000	0,380
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	1,85	0,74	2,00		
4	M	0,38	0,15	1,20		
		0	0,00			
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,00	1,31					3,31		3,31

								Max CDV	3,31

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	96.69
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho excesivo de junta





Unidad 9

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO								
FECHA:	03/ Septiembre/2022			LONGITUD:		24		m
UNIDAD:	9			ANCHO:		10,85	10,6	m
Abscisa: 0+181m – 0+205 m				AREA DE LA UNIDAD:		257,4		m2
TIPO DE FALLAS								
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)		m2	9. Perdida de adoquines		m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento		m2	10. Parches		m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal		m2	11. Ahuellamiento		m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta		m2			
FALLAS EXISTENTES						**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD		CANTIDAD			Adoquines		

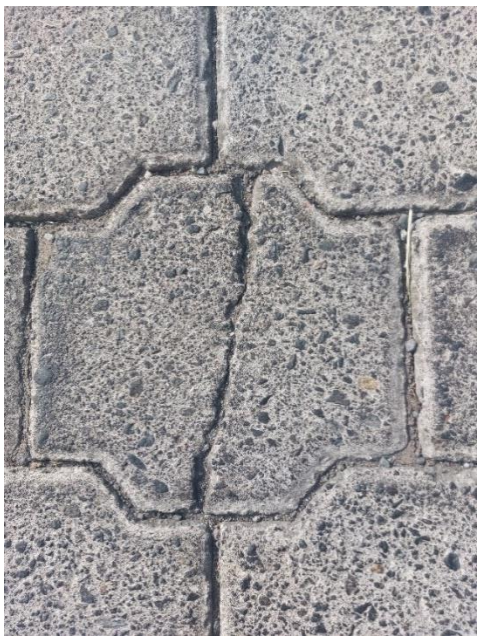
1	B	11						0,560	0,560
4	A	0,64						0,000	0,640
								0,000	0,000
								0,000	0,000

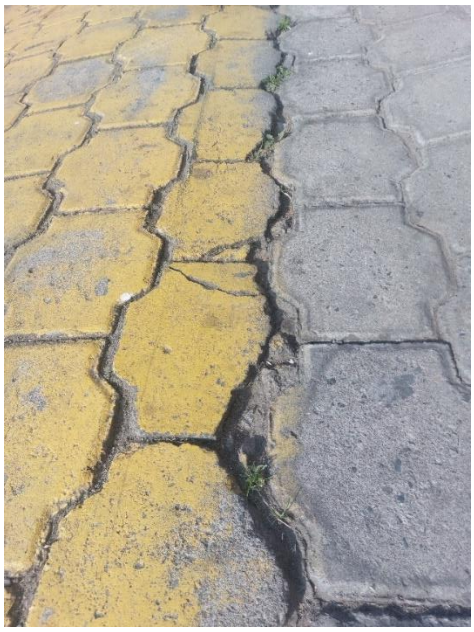
CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,5599	0,22	0,20		
4	A	0,64	0,25	6,00		
		0	0,00			
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0			6	9,6
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	6,00	0,20					6,2	1	6,2
							0		
							0		
								Max CDV	6,2

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	93,8
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados





Ancho excesivo de junta



Unidad 10

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO									
FECHA:	03/ Septiembre/2022			LONGITUD:		22,4			m
UNIDAD:	10			ANCHO:		10,6	9,9		m
Abscisa: 0+205 m – 0+227,4 m				AREA DE LA UNIDAD:		229,6			m2
TIPO DE FALLAS									
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)		m2		9. Perdida de adoquines			m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento		m2		10. Parches			m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal		m2		11. Ahuellamiento			m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta		m2					
FALLAS EXISTENTES								**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	M	0,44						0,000	0,440
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
CALCULO DE ICP									
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO				Número máximo de Valor deducido (VD)	

4	M	0,44	0,19	1,00	Numero de valores deducidos >2(q)	m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
		0	0,00	0,00		
		0	0,00			
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0			1	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	1,00						1	1	1
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	99
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Juntas



Unidad 11

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	03/ Septiembre/2022	LONGITUD:	23,1		m
UNIDAD:	11	ANCHO:	9,9	9,25	m
Abscisa: 0+227,4 m – 0+250,5m		AREA DE LA UNIDAD:	221,1825		m2

TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES				TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD		Adoquines	
1	B	3		0,154	0,154
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,154353	0,07	0,00		
		0	0,00	0,00		
		0	0,00			
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			0	10,2
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1									
2									
3									
4									
5									
6									
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV

PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Unidad 12

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	03/ Septiembre/2022					LONGITUD:		24					m
UNIDAD:	12					ANCHO:		9,25	8,55				m
Abscisa: 0+250,5m – 0+274,5 m						AREA DE LA UNIDAD:		213,6					m2
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2	9. Perdida de adoquines					m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2	10. Parches					m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal				m2	11. Ahuellamiento					m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2						
FALLAS EXISTENTES												TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD										Adoquines	
1	M	3										0,151	0,151
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
CALCULO DE ICP													

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,15105	0,07	0,00		
		0	0,00	0,00		
		0	0,00			
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			0	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00								
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Unidad 13

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	03/ Septiembre/2022	LONGITUD:	24		m
UNIDAD:	13	ANCHO:	8,55	8,7	m
Abscisa: 0+274,5 m - 0+298,5m		AREA DE LA UNIDAD:	207		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES				TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD		Adoquines	
1	B	1		0,051	0,051
1	M	1		0,051	0,051
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	B	0,050763	0,02	0,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,050763	0,02	0,00		
		0				
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0			0	10,2
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00								
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Unidad 14

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	03/ Septiembre/2022			LONGITUD:		24		m		
UNIDAD:	14			ANCHO:		8,7	9	m		
Abscisa: 0+298,5m – 0+322,5m				AREA DE LA UNIDAD:		212,4		m2		
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2					
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2					
3. Restricción de bordes dañado	M	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2					
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							
FALLAS EXISTENTES									TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines	
11	B	0,36		0					0,000	0,360
									0,000	0,000
									0,000	0,000
									0,000	0,000
									0,000	0,000
									0,000	0,000
CALCULO DE ICP										

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
11	B	0,36	0,17	2,00		
		0				
		0				
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0			2	10,0
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,00						2	1	2
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	2

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	98
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ahuellamiento



Unidad 15

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	03/ Septiembre/2022	LONGITUD:	24		m
UNIDAD:	15	ANCHO:	9	9,2	m
Abscisa: 0+322,5m – 0+346,5m		AREA DE LA UNIDAD:	218,4		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
2	A	1,2						0,000	1,200
2	M	0,62						0,000	0,620
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
2	A	1,2	0,55	18,50		
2	M	0,62	0,28	9,00		
		0	0,00			
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			18,5	8,5
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	18,50	9,00					27,5	2	26
2	18,50	2,00					20,5	1	20,5
							0		
								Max CDV	26

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	74
CLASIFICACION	MUY BUENO

Depresión



Unidad 16

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	04/ Septiembre/2022			LONGITUD:		24		m		
UNIDAD:	16			ANCHO:		9,2	8,5	m		
Abscisa: 0+346,5m – 0+370,5 m				AREA DE LA UNIDAD:		212,4		m2		
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2					
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2					
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2					
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							
FALLAS EXISTENTES									**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines	
1	B	2							0,102	0,102
1	M	1							0,051	0,051
									0,000	0,000
									0,000	0,000
									0,000	0,000

								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,10235	0,05	0,00		
1	M	0,051175	0,02	0,00		
		0	0,00			
		0			Valor deducido más alto=	
		0				
		0				
		0			0	10,2
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00								0
									0
									0
									0
									0
									0
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Unidad 17

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	04/ Septiembre/2022	LONGITUD:	24		m
UNIDAD:	17	ANCHO:	8,5	8,1	m
Abscisa: 0+370,5 m – 0+ 394,5m		AREA DE LA UNIDAD:	199,2		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	M	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
2	M	0,86						0,000	0,860
8	A	0,18	0,25					0,000	0,430
1	M	3						0,151	0,151
1	B	4						0,201	0,201
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
2	M	0,86	0,43	10,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	A	0,43	0,22	0,50		
1	M	0,15105	0,08	0,00		
1	B	0,2014	0,10	0,20		
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0			10	9,3
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	10,00	0,50	0,20				10,7	1	10,7
							0		

									Max CDV	10,7

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	89,3
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Depresión



Perdida de arena



Unidad 18

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	04/ Septiembre/2022	LONGITUD:	24,38		m
UNIDAD:	18	ANCHO:	8,1	7,1	m
Abscisa: 0+ 394,5m – 0+418,88m		AREA DE LA UNIDAD:	185,288		m2

TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	M	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES				TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD		Adoquines	
8	B	2,7		0,000	2,700
4	M	2,7		0,000	2,700
1	B	2		0,101	0,101
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	B	2,7	1,46	0,50		
4	M	2,7	1,46	8,20		
1	B	0,10097	0,05	0,00		
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0			8,2	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	8,20	0,50					8,7	1	8,7
								Max CDV	8,7

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV

PCI=	91,3
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Ancho excesivo de juntas



Perdida de arena



Unidad 19

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	04/ Septiembre/2022	LONGITUD:	25,55		m
UNIDAD:	19	ANCHO:	7,1	7,45	m
Abscisa: 0+418,88m – 0+444,43m		AREA DE LA UNIDAD:	185,87625		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
2	M	1,59	1,38					0,000	2,970
5	M	1,8						1,800	1,800
6	M	3,32						0,000	3,320
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
2	M	2,97	1,60	12,20	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
5	M	1,8	0,97	1,00		
6	M	3,32	1,79	15,80		
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0			15,8	8,7
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	15,80	12,20	1,00				29	2	18
2	15,80	2,00	1,00				18,8	1	18
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	18

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	82
CLASIFICACION	MUY BUENO

Depresión



Escalonamiento



Unidad 20

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	04/ Septiembre/2022			LONGITUD:		25			m	
UNIDAD:	20			ANCHO:		7,45	7,55		m	
Abscisa: 0+444,43m – 0+ 469,43m				AREA DE LA UNIDAD:		187,5			m2	
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2					
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2					
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2					
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							
FALLAS EXISTENTES									**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines	
1	B	2							0,102	0,102
8	M	1,54							0,000	1,540
									0,000	0,000
									0,000	0,000
									0,000	0,000
									0,000	0,000
									0,000	0,000
CALCULO DE ICP										

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,1018	0,05	0,00		
8	M	1,54	0,82	1,20		
		0	0,00			
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0			1,2	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	1,20						1,2	1	1,2
							0		
								Max CDV	1,2

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	98,8
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Perdida de arena



Unidad 21

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	04/ Septiembre/2022	LONGITUD:	25		m
UNIDAD:	21	ANCHO:	7,55	7,2	m
Abscisa: 0+ 469,43m – 0+494,43m		AREA DE LA UNIDAD:	184,375		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	M	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
8	M	0,73						0,000	0,730
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	M	0,73	0,40	1,00		
		0	0,00	0,00		
		0	0,00			
		0			Valor deducido más alto=	
		0			1	10,1
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	1,00						1	1	1
							0		
								Max CDV	1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV

PCI=	99
CLASIFICACION	EXCELENTE

Perdida de arena



Unidad 22

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO												
FECHA:	04/ Septiembre/2022				LONGITUD:			27			m	
UNIDAD:	22				ANCHO:			7,2	7		m	
Abscisa: 0+494,43m – 0+ 521,43m					AREA DE LA UNIDAD:			191,7			m2	
TIPO DE FALLAS												
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2	9. Perdida de adoquines			m2	
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2	10. Parches			m2	
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal				m2	11. Ahuellamiento			m2	
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2					
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines	
2	M	3,06	0,6								0,000	3,660
5	A	1,33									1,330	1,330
1	B	1									0,050	0,050
2	A	1,63									0,000	1,630
11	A	0,73									0,000	0,730
8	M	14,58	1,52								0,000	16,100
4	B	1,695									0,000	1,695
											0,000	0,000
CALCULO DE ICP												

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
2	M	3,66	1,91	14,00		
5	A	1,33	0,69	2,50		
1	B	0,050485	0,03	0,00		
2	A	1,63	0,85	22,00		
11	A	0,73	0,38	15,00		
8	M	16,1	8,40	4,00	Valor deducido más alto=	
4	B	1,695	0,88	2,00		
		0			22	8,2
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	22,00	15,00	14,00	4,00	2,50	2,00	59,5	5	31
2	22,00	15,00	14,00	4,00	2,00	2,00	59	4	34
3	22,00	15,00	14,00	2,00	2,00	2,00	57	3	36
4	22,00	15,00	2,00	2,00	2,00	2,00	45	2	32
5	22,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	32	1	32
							0		0
								Max CDV	36

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	64
CLASIFICACION	BUENO

Depresión



Ancho excesivo de junta



Escalonamiento



Perdida de Arena



Unidad 23

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	04/ Septiembre/2022					LONGITUD:			42,7			m	
UNIDAD:	23					ANCHO:			7	7		m	
Abscisa: 0+ 521,43m – 0+564,13m						AREA DE LA UNIDAD:			298,9			m2	
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2		9. Perdida de adoquines			m2	
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2		10. Parches			m2	
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal				m2		11. Ahuellamiento			m2	
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2						
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines		
4	M	4,18									0,000	4,180	
8	B	4,18									0,000	4,180	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		Numero de valores deducidos >2(q)			Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=				
4	M	4,18	1,40	8,00									
8	B	4,18	1,40	0,00									
		0	0,00										
		0											
		0											

		0			Valor deducido más alto=	
		0			8	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	8,00						8	1	8
							0		
								Max CDV	8

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	92
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 24

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	04/ Septiembre/2022	LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	24	ANCHO:	6,9	7,2	m
Abscisa: 0+564,13m – 0+593,13m		AREA DE LA UNIDAD:	204,45		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
2	M	0,61						0,000	0,610
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
2	M	0,61	0,30	9,60	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
		0	0,00	0,00		
		0	0,00			
		0				
		0				
		0			Valor deducido más alto=	
		0			9,6	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	9,60						9,6	1	9,6
							0		0
								Max CDV	9,6

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	90,4
CLASIFICACION	EXCELENTE

Depresión



Unidad 25

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	04/ Septiembre/2022				LONGITUD:		28			m
UNIDAD:	25				ANCHO:		7,2	7,32		m
Abscisa: 0+593,13m – 0+621,13m					AREA DE LA UNIDAD:		203,28			m2
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines			m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches			m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento			m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2				
FALLAS EXISTENTES									TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines	
5	M	1,59							1,590	1,590
2	M	1,01							0,000	1,010
2	A	0,59							0,000	0,590
1	M	7							0,355	0,355
4	M	3,5							0,000	3,500
8	B	3,5							0,000	3,500
									0,000	0,000
									0,000	0,000
CALCULO DE ICP										

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
5	M	1,59	0,78	0,50		
2	M	1,01	0,50	10,00		
2	A	0,59	0,29	15,90		
1	M	0,355327	0,17	1,00		
4	M	3,5	1,72	9,30		
8	B	3,5	1,72	0,40	Valor deducido más alto=	
		0			15,9	8,7
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	15,90	10,00	9,30	1,00	0,50	0,40	37,1	3	20
2	15,90	10,00	2,00	1,00	0,50	0,40	29,8	2	18
3	15,90	2,00	2,00	1,00	0,50	0,40	21,8	1	21,8
							0		
								Max CDV	21,8

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	78,2
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines dañados



Depresión



Ancho excesivo de juntas



Escalonamiento



Perdida de arena



Unidad 26

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO							
FECHA:	04/ Septiembre/2022			LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	26			ANCHO:	7,32	7,1	m
Abscisa: 0+621,13m – 0+650,13m				AREA DE LA UNIDAD:	209,09		m2
TIPO DE FALLAS							
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines			m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches			m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento			m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2				

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
2	M	0,85						0,000	0,850
1	A	5						0,255	0,255
1	B	11						0,561	0,561
5	M	0,74						0,740	0,740
8	M	2,8						0,000	2,800
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
2	M	0,85	0,41	10,00		
1	A	0,255185	0,12	2,00		
1	B	0,561407	0,27	0,00		
5	M	0,74	0,35	0,50		
8	M	2,8	1,34	2,00		
		0			Valor deducido más alto=	
		0			10	
		0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	10,00	2,00	2,00	0,50			14,5	1	14,5
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	14,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	85,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Depresión



Perdida de Arena



Unidad 27

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO								
FECHA:	04/ Septiembre/2022			LONGITUD:		29		m
UNIDAD:	27			ANCHO:		7,1	6,88	m
Abscisa: 0+650,13m – 0+679,13m				AREA DE LA UNIDAD:		202,71		m2
TIPO DE FALLAS								
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2			
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2			

3. Restricción de bordes dañado	M		7. Deslizamiento Horizontal	m2		11. Ahuellamiento	m2				
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
2	A	1,45						0,000	1,450
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
2	A	1,45	0,72	20,10		
		0	0,00	0,00		
					Valor deducido más alto=	
					20,1	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	20,10						20,1	1	20,1
							0		
								Max CDV	20,1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	79,9
CLASIFICACION	MUY BUENO

Depresión



Unidad 28

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	04/ Septiembre/2022					LONGITUD:			29				m
UNIDAD:	28					ANCHO:			6,88		6,85		m
Abscisa: 0+679,13m – 0+708,13m						AREA DE LA UNIDAD:			199,085				m2
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines			m2			
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches			m2			
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento			m2			
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2							
FALLAS EXISTENTES												**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD										Adoquines	
1	B	10										0,509	0,509
1	M	2										0,102	0,102
1	A	1										0,051	0,051
2	A	1,15										0,000	1,150
8	M	3,06										0,000	3,060
4	B	4,61										0,000	4,610
2	B	0,52										0,000	0,520
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)		Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-						
1	B	0,50897	0,26	0,00									

1	M	0,101794	0,05	0,00		HDV) <10 m=
1	A	0,050897	0,03	0,00		
2	A	1,15	0,58	19,00		
8	M	3,06	1,54	2,00		
4	B	4,61	2,32	4,00	Valor deducido más alto=	
2	B	0,52	0,26	3,80		
		0			19	8,4
		0				

No.	Valor deducido						Total	Q	CDV
1	19,00	4,00	3,80	2,00			28,8	3	13
2	19,00	4,00	2,00	2,00			27	2	16
3	19,00	2,00	2,00	2,00			25	1	25
							0		
								Max CDV	25

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	75
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Depresión



Ancho excesivo de juntas



Perdida de Arena



Unidad 29

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	04/ Septiembre/2022	LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	29	ANCHO:	6,85	6,95	m
Abscisa: 0+708,13m – 0+737,13m		AREA DE LA UNIDAD:	200,1		m2

TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
8	M	0,445						0,000	0,445
6	M	1,68						0,000	1,680
2	M	0,96						0,000	0,960
1	B	1						0,051	0,051
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	M	0,445	0,22	0,00		
6	M	1,68	0,84	0,00		
2	M	0,96	0,48	10,00		
1	B	0,050625	0,03	0,00		
		0				
					Valor deducido más alto=	
					10	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	10,00						10	1	10
								Max CDV	10

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	90
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Depresión



Perdida de Arena



Unidad 30

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	04/ Septiembre/2022	LONGITUD:	29,5		m
UNIDAD:	30	ANCHO:	6,95	6,55	m
Abscisa: 0+737,13m – 0+766,63m		AREA DE LA UNIDAD:	199,125		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	M	3						0,153	0,153
1	B	3						0,153	0,153
1	A	1						0,051	0,051
8	M	2,6						0,000	2,600
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	M	0,1527	0,08	0,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,1527	0,08	0,00		
1	A	0,0509	0,03	0,00		
8	M	2,6	1,31	1,90		
					Valor deducido más alto=	
					1,9	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	1,90						1,9	1	1,9
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	1,9

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	98,1
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Perdida de Arena



Unidad 31

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO									
FECHA:	05/ Septiembre/2022			LONGITUD:		29			m
UNIDAD:	31			ANCHO:		6,55	6,35		m
Abscisa: 0+766,63m - 0+ 795,63 m				AREA DE LA UNIDAD:		187,05			m2
TIPO DE FALLAS									
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2				
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2				
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2				
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2						
FALLAS EXISTENTES								**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	B	7						0,355	0,355
1	M	1						0,051	0,051
2	M	1,9						0,000	1,900
4	B	1,53						0,000	1,530

8	M	1,53						0,000	1,530
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,355327	0,19	0,10		
1	M	0,050761	0,03	0,00		
2	M	1,9	1,02	11,70		
4	B	1,53	0,82	1,80		
8	M	1,53	0,82	1,90		
0	0	0			Valor deducido más alto=	
					11,7	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	11,70	1,90	1,80	0,10			15,5	1	15,5
							0		
								Max CDV	15,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	84,5
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Ancho excesivo de Juntas



Depresión



Perdida de Arena



Unidad 32

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO						
FECHA:	05/ Septiembre/2022		LONGITUD:	27,5		m
UNIDAD:	32		ANCHO:	6,35	6,67	m
Abscisa: 0+ 795,63 m – 0+823,13m			AREA DE LA UNIDAD:	179,025		m2
TIPO DE FALLAS						
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines		m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches		m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento		m2

4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2		
FALLAS EXISTENTES								**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	M	17						0,865	0,865
1	B	2						0,102	0,102
11	M	1,72						0,000	1,720
11	B	1,78						0,000	1,780
8	M	5,77						0,000	5,770
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

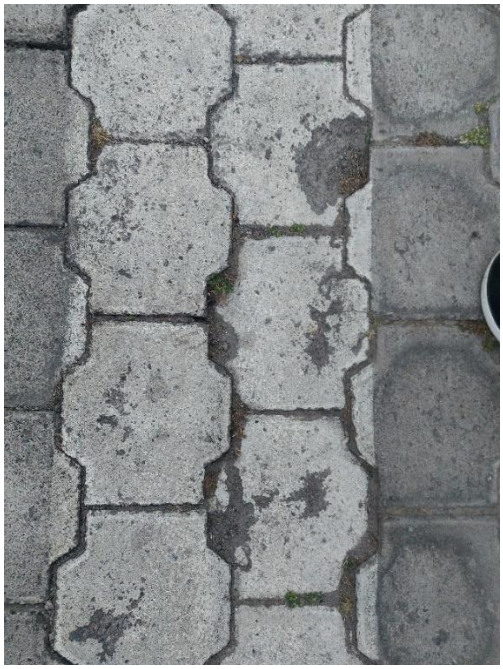
CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,8653	0,48	2,10		
1	B	0,1018	0,06	0,00		
11	M	1,72	0,96	13,90		
11	B	1,78	0,99	3,80		
8	M	5,77	3,22	2,30		
0	0	0			Valor deducido más alto=	
					13,9	8,9

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	13,90	3,80	2,30	2,10			22,1	4	
2	13,90	3,80	2,30	2,00			22	3	
3	13,90	3,80	2,00	2,00			21,7	2	11
4	13,90	2,00	2,00	2,00			19,9	1	19,9
								Max CDV	19,9

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV

PCI=	80,1
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Perdida de Arena



Ahuellamiento



Unidad 33

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	05/ Septiembre/2022	LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	33	ANCHO:	6,67	6,57	m
Abscisa: 0+823,13m -0+852,13m		AREA DE LA UNIDAD:	191,98		m2
TIPO DE FALLAS					

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	A	3						0,151	0,151
1	M	12						0,604	0,604
1	B	7						0,352	0,352
11	B	0,34	0,31	0,74	0,98	0,56	0,54	0,000	3,470
11	M	0,76	0,23	1,01				0,000	2,000
5	B	2	1					0,151	0,151
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	A	0,15105	0,08	0,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,6042	0,31	2,00		
1	B	0,35245	0,18	0,20		
11	B	3,47	1,81	10,10		
11	M	2	1,04	13,90		
5	B	0,15105	0,08	0,00	Valor deducido más alto=	
0	0	0			13,9	8,9

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	13,90	10,10	2,00	0,20			26,2	2	15
2	13,90	2,00	2,00	0,20			18,1	1	18,1
							0		0
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	18,1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	81,9
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Escalonamiento



Ahuellamiento



Unidad 34

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	05/ Septiembre/2022	LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	34	ANCHO:	6,57	6,53	m
Abscisa: 0+852,13m – 0+881,13m		AREA DE LA UNIDAD:	189,95		m2
TIPO DE FALLAS					

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
6	B	2,21						0,000	2,210
11	B	1,45	0,86	1,16	0,77	0,97	0,98	0,000	6,190
5	B	3	1					0,201	0,201
1	B	5						0,252	0,252
4	B	2,69						0,000	2,690
8	M	2,69						0,000	2,690
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
6	B	2,21	1,16	3,50	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
11	B	6,19	3,26	16,50		
5	B	0,2014	0,11	0,00		
1	B	0,25175	0,13	0,00		
4	B	2,69	1,42	2,20		
8	M	2,69	1,42	1,80	Valor deducido más alto=	
0	0	0			16,5	8,7

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	16,50	3,50	2,20	1,80			24	3	10
2	16,50	3,50	2,00	1,80			23,8	2	12
3	14,20	2,00	2,00	1,80			20	1	20
								Max CDV	20

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	80
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Escalonamiento



Ancho excesivo de Junta



Perdida de Arena



Ahuellamiento



Unidad 35

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO											
FECHA:	05/ Septiembre/2022				LONGITUD:		29		m		
UNIDAD:	35				ANCHO:		6,53	6,36	m		
Abscisa: 0+881,13m – 0+910,13m					AREA DE LA UNIDAD:		186,905		m2		
TIPO DE FALLAS											
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2						
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2						
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2						
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2								
FALLAS EXISTENTES									**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines		
2	A	1,93							0,000	1,930	
1	B	10							0,504	0,504	
1	M	3							0,151	0,151	
1	A	4							0,201	0,201	
8	B	1,36							0,000	1,360	
4	M	1,36							0,000	1,360	
									0,000	0,000	
CALCULO DE ICP											
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos	Número máximo de Valor deducido (VD)					
2	A	1,93	1,03	23,00	>2(q)	m=1,0+(9/98) *(100-					

1	B	0,5035	0,27	1,00		HDV) <10
1	M	0,15105	0,08	0,00		m=
1	A	0,2014	0,11	2,10		
8	B	1,36	0,73	0,20		
4	M	1,36	0,73	4,30	Valor deducido más alto=	
0	0	0			23	8,1

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	23,00	4,30	2,10	1,00	0,20		30,6	3	16
2	23,00	4,30	2,00	1,00	0,20		30,5	2	19
3	23,00	2,00	2,00	1,00	0,20		28,2	1	28,2
							0		
							0		
								Max CDV	28,2

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	71,8
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Depresión



Ancho Excesivo



Perdida de Arena



Unidad 36

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO														
FECHA:	05/ Septiembre/2022							LONGITUD:			30			m
UNIDAD:	36							ANCHO:			6,36		6,44	m
Abscisa: 0+910,13m – 0+940,13m								AREA DE LA UNIDAD:			192			6,44
TIPO DE FALLAS														
1. Adoquines dañados		m2		5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2			9. Perdida de adoquines			m2	
2. Depresiones		m2		6. Abultamiento			m2			10. Parches			m2	
3. Restricción de bordes dañado		m		7. Deslizamiento Horizontal			m2			11. Ahuellamiento			m2	
4. Ancho excesivo de junta		m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2							
FALLAS EXISTENTES													**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD											Adoquines	
5	A	10	16										1,316	1,316
2	A	2,27											0,000	2,270
2	M	1,69											0,000	1,690
4	A	0,23											0,000	0,230
8	M	1,23											0,000	1,230
1	A	2											0,101	0,101
1	M	6											0,304	0,304
1	B	13											0,658	0,658
													0,000	0,000
													0,000	0,000
													0,000	0,000
CALCULO DE ICP														

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
5	A	1,31625	0,69	2,30		
2	A	2,27	1,18	23,80		
2	M	1,69	0,88	11,80		
4	A	0,23	0,12	3,90		
8	M	1,23	0,64	1,00		
1	A	0,10125	0,05	0,00	Valor deducido más alto=	
1	M	0,30375	0,16	1,10		
1	B	0,658125	0,34	0,00		
0	0	0			23,8	8,0

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	23,80	11,80	3,90	2,30	1,10	1,00	43,9	4	22
2	23,80	11,80	3,90	2,00	1,10	1,00	43,6	3	24
3	23,80	11,80	2,00	2,00	1,10	1,00	41,7	2	28
4	23,80	2,00	2,00	2,00	1,10	1,00	31,9	1	31,9
							0		
							0		
								Max CDV	31,9

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	68,1
CLASIFICACION	BUENO

Adoquines Dañados



Depresión



Ancho Excesivo de Juntas



Escalonamiento



Perdida de Arena



Unidad 37

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	05/ Septiembre/2022	LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	37	ANCHO:	6,44	7	m
Abscisa: 0+940,13m – 0+969,13m		AREA DE LA UNIDAD:	194,88		m2
TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2

2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
6	B	1,77	3,2					0,000	4,970
1	B	2						0,102	0,102
1	A	4						0,204	0,204
5	M	2						0,102	0,102
4	M	2,04						0,000	2,040
8	B	2,04						0,000	2,040
11	B	0,9						0,000	0,900
2	M	0,845						0,000	0,845
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
6	B	4,97	2,55	5,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,101794	0,05	0,00		
1	A	0,203588	0,10	2,00		
5	M	0,101794	0,05	0,00		
4	M	2,04	1,05	6,00		
8	B	2,04	1,05	0,20	Valor deducido más alto=	
11	B	0,9	0,46	3,90		
2	M	0,845	0,43	9,90		
0	0	0			9,9	9,3

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	9,90	6,00	5,00	3,90	2,00	0,20	27	4	
2	9,90	6,00	5,00	2,00	2,00	0,20	25,1	3	10
3	9,90	6,00	2,00	2,00	2,00	0,20	22,1	2	11
4	9,90	2,00	2,00	2,00	2,00	0,20	18,1	1	18,1
							0		
							0		
								Max CDV	18,1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	81,9

CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Depresión



Abultamiento



Perdida de Arena



Unidad 38

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO												
FECHA:	05/ Septiembre/2022					LONGITUD:			29			m
UNIDAD:	38					ANCHO:		7	6,75			m
Abscisa: 0+969,13m – 0+998,13m						AREA DE LA UNIDAD:			199,375			m2
TIPO DE FALLAS												
1. Adoquines dañados	m2		5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2		9. Perdida de adoquines	m2					
2. Depresiones	m2		6. Abultamiento	m2		10. Parches	m2					
3. Restricción de bordes dañado	m		7. Deslizamiento Horizontal	m2		11. Ahuellamiento	m2					
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2								
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines	
4	M	1,204	3,157								0,000	4,361
8	M	2,204	4,452	5,729							0,000	12,385
1	A	7									0,357	0,357
1	M	15									0,766	0,766
8	A	3,157									0,000	3,157
11	M	1,309									0,000	1,309
4	A	6,729									0,000	6,729
5	B	14									0,715	0,715
											0,000	0,000
CALCULO DE ICP												
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		Numero de valores deducidos >2(q)		Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-				
4	M	4,361	2,19	12,00								
8	M	12,385	6,21	3,90								

1	A	0,357259	0,18	2,70		HDV) <10 m=
1	M	0,765555	0,38	2,00		
8	A	3,157	1,58	2,00		
11	M	1,309	0,66	11,00	Valor deducido más alto=	
4	A	6,729	3,38	32,40		
5	B	0,714518	0,36	0,20		
0	0	0			32,4	7,2

No.	Valor deducido								Total	q	CDV
1	32,40	12,00	11,00	3,90	2,70	2,00	2,00	0,20	64	5	34
2	32,40	12,00	11,00	3,90	2,00	2,00	2,00	0,20	63,3	4	36
3	32,40	12,00	11,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,20	61,4	3	39
4	32,40	12,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,20	52,4	2	37
5	32,40	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,20	42,4	1	44,6
									0		
										Max CDV	44,6

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	55,4
CLASIFICACION	BUENO

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Escalonamiento



Perdida de Arena



Ahuellamiento



Unidad 39

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO											
FECHA:	05/ Septiembre/2022					LONGITUD:		29			m
UNIDAD:	39					ANCHO:		6,75	6,65		m
Abscisa:0+998,13m -1+027,13m						AREA DE LA UNIDAD:		194,3			m2
TIPO DE FALLAS											
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines				m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches				m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento				m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2					
FALLAS EXISTENTES										**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD								Adoquines	
1	B	2								0,101	0,101
2	A	3,52								0,000	3,520

1	M	1						0,051	0,051
4	B	3,78						0,000	3,780
8	B	3,78						0,000	3,780
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,10125	0,05	0,00		
2	A	3,52	1,81	28,50		
1	M	0,050625	0,03	0,00		
4	B	3,78	1,95	3,00		
8	B	3,78	1,95	0,10		
0	0	0			Valor deducido más alto=	
					28,5	7,6

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	28,50	3,00	0,10				31,6	2	19
2	28,50	2,00	0,10				30,6	1	30,6
							0		
								Max CDV	30,6

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	69,4
CLASIFICACION	BUENO

Depresión



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 40

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	05/ Septiembre/2022					LONGITUD:		29					m
UNIDAD:	40					ANCHO:		6,65	6,6				m
Abscisa: 1+027,13m – 1+056,13m						AREA DE LA UNIDAD:		192,125					m2
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados	m2		5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2		9. Perdida de adoquines	m2						
2. Depresiones	m2		6. Abultamiento	m2		10. Parches	m2						
3. Restricción de bordes dañado	m		7. Deslizamiento Horizontal	m2		11. Ahuellamiento	m2						
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2									
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines		
2	M	1,3	1,607								0,000	2,907	
2	B	1,09	1,826								0,000	2,916	
1	B	6									0,303	0,303	
1	M	6									0,303	0,303	
1	A	1									0,050	0,050	
4	B	8,494									0,000	8,494	
8	B	8,494									0,000	8,494	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)		Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=						
2	M	2,907	1,51	12,20									
2	B	2,916	1,52	5,00									
1	B	0,30291	0,16	0,20									

1	M	0,30291	0,16	1,00		
1	A	0,050485	0,03	0,00		
4	B	8,494	4,42	6,40	Valor deducido más alto=	
8	B	8,494	4,42	0,90		
0	0	0				
					12,2	9,1

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	12,20	6,40	5,00	1,00	0,90	0,20	25,7	3	10
2	12,20	6,40	2,00	1,00	0,90	0,20	22,7	2	13
3	12,20	2,00	2,00	1,00	0,90	0,20	18,3	1	18,3
								Max CDV	18,3

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	81,7
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Depresión



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 41

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO												
FECHA:	05/ Septiembre/2022					LONGITUD:		33				m
UNIDAD:	41					ANCHO:		6,6	6,7			m
Abscisa: 1+056,13m – 1+089,13m						AREA DE LA UNIDAD:		219,45				m2
TIPO DE FALLAS												
1. Adoquines dañados	m2		5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2			9. Perdida de adoquines	m2				
2. Depresiones	m2		6. Abultamiento	m2			10. Parches	m2				
3. Restricción de bordes dañado	m		7. Deslizamiento Horizontal	m2			11. Ahuellamiento	m2				
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2								
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines	
2	A	0,819									0,000	0,819
5	M	11									0,560	0,560
5	A	6	2								0,407	0,407
11	M	1,599									0,000	1,599
2	M	2,997									0,000	2,997
6	B	1,539									0,000	1,539
4	B	6,54									0,000	6,540
8	B	4,84									0,000	4,840
1	A	7									0,356	0,356
1	M	2									0,102	0,102

1	B	3						0,153	0,153

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
2	A	0,819	0,37	16,00		
5	M	0,5599	0,26	0,50		
5	A	0,4072	0,19	2,00		
11	M	1,599	0,73	11,90		
2	M	2,997	1,37	12,00		
6	B	1,539	0,70	0,00	Valor deducido más alto=	
4	B	6,54	2,98	4,00		
8	B	4,84	2,21	0,50		
1	A	0,3563	0,16	2,00	16	8,7
1	M	0,1018	0,05	0,00		
1	B	0,1527	0,07	0,00		

No.	Valor deducido								Total	q	CDV
1	16,00	12,00	11,90	4,00	2,00	2,00	0,50	0,50	48,90	4	26
2	16,00	12,00	11,90	2,00	2,00	2,00	0,50	0,50	46,90	3	27
3	16,00	12,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,50	0,50	37,00	2	24
4	16,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,50	0,50	27,00	1	26
									0		
									0		
										Max CDV	27

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	73
CLASIFICACION	MUY BUENO

Depresión



Ancho Excesivo de Junta



Escalonamiento



Perdida de Arena



Abultamiento



Ahuellamiento



Unidad 42

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	05/ Septiembre/2022				LONGITUD:		30			m
UNIDAD:	42				ANCHO:		6,7	6,2		m
Abscisa: 1+056,13m 1+ 119,13m					AREA DE LA UNIDAD:		193,5			m2
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines			m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches			m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento			m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2				
FALLAS EXISTENTES									**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines	
4	B	3,1							0,000	3,100
1	B	3							0,152	0,152

								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	3,1	1,60	0,10		
1	B	0,151875	0,08	2,20		
0	0	0	0,00			
					Valor deducido más alto=	
					2,2	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,20	0,10					2,3	1	2,3
							0		
								Max CDV	2,3

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	97,7
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Unidad 43

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	05/ Septiembre/2022	LONGITUD:	30		m
UNIDAD:	43	ANCHO:	6,2	6,45	m
Abscisa: 1+ 119,13m – 1+149,13m		AREA DE LA UNIDAD:	189,75		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	B	3,887	2,898					0,000	6,785
8	B	3,887	2,898					0,000	6,785
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
4	B	6,785	3,58	5,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	B	6,785	3,58	0,70		
0	0	0	0,00	0,00		
					Valor deducido más alto=	
					5	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	5,00	0,70					5,7	1	5,7
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	5,7

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	94,3
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 44

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	05/ Septiembre/2022	LONGITUD:	30		m
UNIDAD:	44	ANCHO:	6,45	6,45	m
Abscisa: 1+149,13m – 1+179,13m		AREA DE LA UNIDAD:	193,5		m2

TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	B	2,167						0,000	2,167
8	B	2,167						0,000	2,167
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

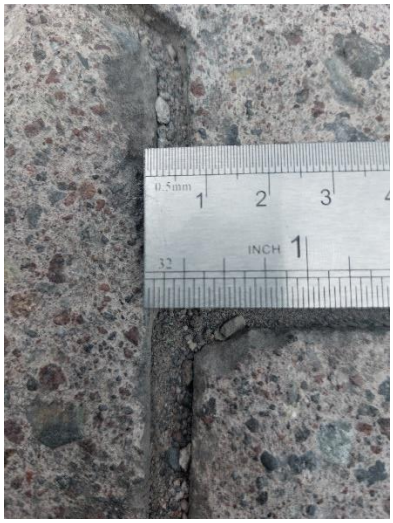
CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	2,167	1,12	2,00		
8	B	2,167	1,12	0,30		
0	0	0				
					Valor deducido más alto=	
					2	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,00	0,30					2,3	1	2,3
							0		
								Max CDV	2,3

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	97,7
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 45

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	05/ Septiembre/2022	LONGITUD:	30,12		m
UNIDAD:	45	ANCHO:	6,45	6	m
Abscisa: 1+179,13m – 1+209,25m		AREA DE LA UNIDAD:	187,497		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	A	2						0,101	0,101
1	B	2						0,101	0,101
1	M	3						0,152	0,152
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	A	0,10125	0,05	0,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,10125	0,05	0,00		
1	M	0,151875	0,08	0,00		
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0			0	10,2
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00							1	0
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV

PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Unidad 46

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	06/ Septiembre/2022			LONGITUD:		30			m	
UNIDAD:	46			ANCHO:		6	6,25		m	
Abscisa: 1+209,25m – 1+239,25m				AREA DE LA UNIDAD:		183,75			m2	
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2		5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2		9. Perdida de adoquines	m2			
2. Depresiones	m2		6. Abultamiento	m2		10. Parches	m2			
3. Restricción de bordes dañado	m		7. Deslizamiento Horizontal	m2		11. Ahuellamiento	m2			
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2						
FALLAS EXISTENTES									**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD							Adoquines	
8	A	2							0,000	2,000
1	M	2							0,091	0,091
8	B	1,929							0,000	1,929
4	M	1,929							0,000	1,929
									0,000	0,000
									0,000	0,000
CALCULO DE ICP										
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		Numero de valores			Número máximo de Valor deducido (VD)	

8	A	2	1,09	1,90	deducidos >2(q)	m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,09122	0,05	0,00		
8	B	1,929	1,05	0,20		
4	M	1,929	1,05	6,10		
0	0	0				
					Valor deducido más alto=	
					6,1	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	6,10	1,90	0,20				8,2	1	8,2
							0		
								Max CDV	8,2

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	91,8
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Juntas



Perdida de Arena



Unidad 47

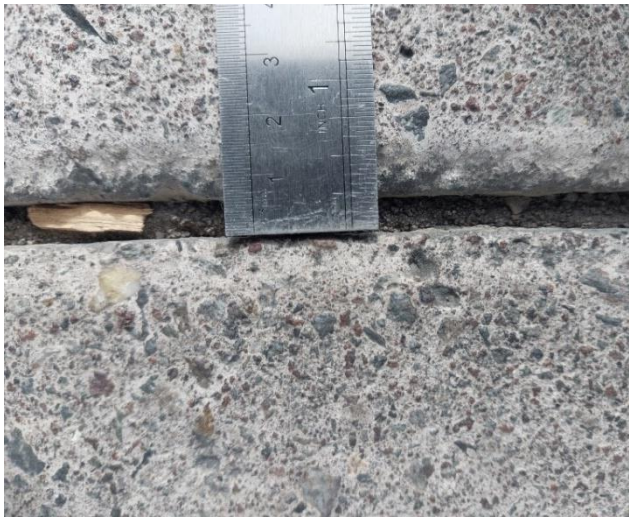
HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	06/ Septiembre/2022					LONGITUD:			30			m	
UNIDAD:	47					ANCHO:			6,25		6,8	m	
Abscisa: 1+239,25m – 1+269,25m						AREA DE LA UNIDAD:			195,75			m2	
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines			m2			
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches			m2			
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento			m2			
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2							
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines		
1	M	1									0,045	0,045	
8	B	1,278	0,761								0,000	2,039	
8	M	2,512	2,434								0,000	4,946	
4	B	2,434									0,000	2,434	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)		Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=						
1	M	0,045175	0,02	0,00									
8	B	2,039	1,04	0,30									
8	M	4,946	2,53	2,00									

4	B	2,434	1,24	2,10		
0	0	0				
					Valor deducido más alto=	
					2,1	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,10	2,00	0,30				4,4	1	4,4
								Max CDV	4,4

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	95,6
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Juntas



Perdida de Arena



Unidad 48

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	06/ Septiembre/2022	LONGITUD:	30		m
UNIDAD:	48	ANCHO:	6,8	6,7	m
Abscisa: 1+269,25m -1+299,25m		AREA DE LA UNIDAD:	202,5		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	B	9						0,456	0,456
8	B	1,05						0,000	1,050
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	B	0,455625	0,23	0,30	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	B	1,05	0,52	0,20		
0	0	0				
					Valor deducido más alto=	
					0,3	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,30	0,20					0,5	1	0,5
							0		
								Max CDV	0,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	99,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Perdida de Arena



Unidad 49

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO														
FECHA:	06/ Septiembre/2022					LONGITUD:			33					m
UNIDAD:	49					ANCHO:			6,7		6,9			m
Abscisa: 1+299,25m – 1+332,25m						AREA DE LA UNIDAD:			224,4					m2
TIPO DE FALLAS														
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2	9. Perdida de adoquines						m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2	10. Parches						m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal				m2	11. Ahuellamiento						m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2							
FALLAS EXISTENTES													**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD											Adoquines	
1	M	1											0,050	0,050
4	B	2,07											0,000	2,070
8	B	1,47											0,000	1,470
5	B	10											0,504	0,504
1	B	7											0,352	0,352
1	A	4											0,201	0,201
													0,000	0,000
CALCULO DE ICP														

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,05035	0,02	0,00		
4	B	2,07	0,92	2,00		
8	B	1,47	0,66	0,30		
5	B	0,5035	0,22	0,10		
1	B	0,35245	0,16	0,20		
1	A	0,2014	0,09	0,00	Valor deducido más alto=	
0	0	0			2	

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,00	0,30	0,20	0,10			2,6	1	2,6
								Max CDV	2,6

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	97,4
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Juntas



Perdida de Arena



Unidad 50

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	06/ Septiembre/2022					LONGITUD:			33				m
UNIDAD:	50					ANCHO:			6,7		6,9		m
Abscisa: 1+332,25m – 1+265,25m						AREA DE LA UNIDAD:			224,4				m2
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2	9. Perdida de adoquines					m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2	10. Parches					m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal				m2	11. Ahuellamiento					m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2						
FALLAS EXISTENTES												**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD										Adoquines	
1	M	2										0,102	0,102
4	B	5,755										0,000	5,755
8	B	5,755										0,000	5,755
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		Numero de valores deducidos >2(q)						Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=	
1	M	0,1018	0,05	0,00									
4	B	5,755	2,56	4,00									
8	B	5,755	2,56	0,40									
0	0	0											

0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0			4	9,8
0	0	0				

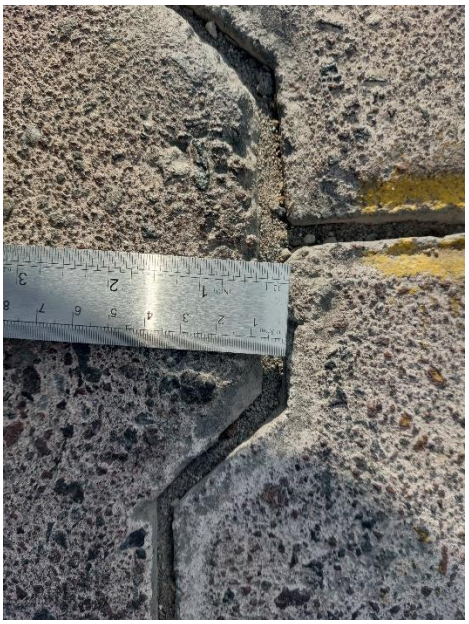
No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	4,00	0,40					4,4	1	4,4
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	4,4

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	95,6
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 51

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO												
FECHA:	06/ Septiembre/2022				LONGITUD:		37,5			m		
UNIDAD:	51				ANCHO:		6,6	8,9		m		
Abscisa: 1+265,25m – 1+402,75m					AREA DE LA UNIDAD:		290,625			m2		
TIPO DE FALLAS												
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2							
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2							
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2							
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2									
FALLAS EXISTENTES										**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD								Adoquines		
6	A	1,442								0,000	1,442	
2	M	0,838	0,512							0,000	1,350	
11	M	3,838	2,286							0,000	6,124	
4	M	4,699								0,000	4,699	
2	B	2,784								0,000	2,784	
4	A	2,056								0,000	2,056	
2	A	1,919								0,000	1,919	
1	B	4								0,204	0,204	
1	M	11								0,560	0,560	
1	A	3								0,153	0,153	
										0,000	0,000	
CALCULO DE ICP												
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD)						

6	A	1,442	0,50	0,00		m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
2	M	1,35	0,46	10,00		
11	M	6,124	2,11	22,00		
4	M	4,699	1,62	9,10		
2	B	2,784	0,96	5,00		
4	A	2,056	0,71	11,70	Valor deducido más alto=	
2	A	1,919	0,66	20,30		
1	B	0,2036	0,07	0,00		
1	M	0,5599	0,19	1,00	22	8,2
1	A	0,1527	0,05	0,00		
0	0	0				

No.	Valor deducido							Total	q	CDV
1	22	20,30	11,70	10,00	9,10	5,00	1,00	79,1	6	41
2	22	20,30	11,70	10,00	9,10	2,00	1,00	76,1	5	43
3	22	20,30	11,70	10,00	2,00	2,00	1,00	69	4	40
4	22	20,30	11,70	2,00	2,00	2,00	1,00	61	3	39
5	22	20,30	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	51,3	2	35
6	22	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	33	1	33
									Max CDV	43

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	57
CLASIFICACION	BUENO

Adoquines Dañados



Depresión



Ancho Excesiva de Juntas



Abultamiento



Unidad 52

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO											
FECHA:	06/ Septiembre/2022					LONGITUD:		29			m
UNIDAD:	52					ANCHO:		7	6,25		m
Abscisa: 1+402,75m – 1+431,75m						AREA DE LA UNIDAD:		192,125			m2
TIPO DE FALLAS											
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2	9. Perdida de adoquines			m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2	10. Parches			m2
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal				m2	11. Ahuellamiento			m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2				
FALLAS EXISTENTES										**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD								Adoquines	
2	A	1,303								0,000	1,303
1	B	15								0,759	0,759
1	M	4								0,203	0,203
1	A	7								0,354	0,354
										0,000	0,000
										0,000	0,000
										0,000	0,000

								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
2	A	1,303	0,68	20,00		
1	B	0,759375	0,40	0,40		
1	M	0,2025	0,11	0,60		
1	A	0,354375	0,18	2,50		
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			20	8,3
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	20,00	2,50	0,60	0,40			23,5	2	14
2	20,00	2,00	0,60	0,40			23	1	23
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	23

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	77
CLASIFICACION	MUY BUENO

Adoquines Dañados



Depresión



Unidad 53

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO												
FECHA:	06/ Septiembre/2022					LONGITUD:		30				m
UNIDAD:	53					ANCHO:		6,25		6,7		m
Abscisa: 1+431,75m – 1+461,75m						AREA DE LA UNIDAD:		194,25				m2
TIPO DE FALLAS												
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2	9. Perdida de adoquines				m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2	10. Parches				m2
3. Restricción de bordes dañado		M	7. Deslizamiento Horizontal				m2	11. Ahuellamiento				m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2					
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines	
1	A	6									0,305	0,305
1	M	1									0,051	0,051
4	B	6,311									0,000	6,311
8	B	3,513									0,000	3,513
											0,000	0,000
											0,000	0,000
											0,000	0,000
											0,000	0,000
CALCULO DE ICP												
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)			VALOR DEDUCIDO					Número máximo de Valor deducido (VD)	

1	A	0,304566	0,16	2,00	Numero de valores deducidos >2(q)	m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,050761	0,03	0,00		
4	B	6,311	3,25	4,00		
8	B	3,513	1,81	0,50		
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			4	9,8
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	4,00	2,00	0,50				6,5	2	
2	4,00	2,00	0,50				6,5	1	6,5
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	6,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	93,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 54

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	06/ Septiembre/2022					LONGITUD:			35			m	
UNIDAD:	54					ANCHO:			6,7		6,75	m	
Abscisa: 1+461,75m – 1+496,75m						AREA DE LA UNIDAD:			235,375			m2	
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)				m2	9. Perdida de adoquines				m2	
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento				m2	10. Parches				m2	
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal				m2	11. Ahuellamiento				m2	
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta				m2						
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**		
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines		
8	B	7,585									0,000	7,585	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
											0,000	0,000	
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-							
8	B	7,585	3,22	1,00									

0	0	0	0,00	0,00		HDV) <10 m=
0	0	0	0,00			
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			1	10,1
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	1,00						1	1	1
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	1

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	99
CLASIFICACION	EXCELENTE

Perdida de Arena



Unidad 55

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	06/ Septiembre/2022	LONGITUD:	35		m
UNIDAD:	55	ANCHO:	6,75	6,3	m
Abscisa: 1+496,75m – 1+ 531,75m		AREA DE LA UNIDAD:	228,375		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	B	11,037	4,646					0,000	15,683
8	B	11,037	4,646					0,000	15,683
1	B	1						0,050	0,050
1	M	8						0,403	0,403
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

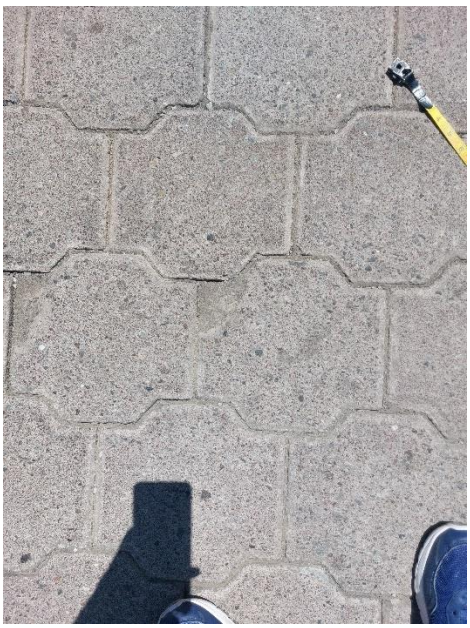
CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
4	B	15,683	6,87	9,50	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	B	15,683	6,87	1,00		
1	B	0,05035	0,02	0,00		
1	M	0,4028	0,18	1,00		
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0			9,5	9,3
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	9,50	1,00	1,00				11,5	1	11,5
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	11,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	88,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines dañados



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 56

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	06/ Septiembre/2022	LONGITUD:	42,37		m
UNIDAD:	56	ANCHO:	6,3	5,4	m
Abscisa: 1+ 531,75m – 1+574,12m		AREA DE LA UNIDAD:	247,8645		m2
TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2

3. Restricción de bordes dañado	m		7. Deslizamiento Horizontal	m2		11. Ahuellamiento	m2				
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
5	M	7						0,353	0,353
1	A	1						0,050	0,050
4	B	2,097						0,000	2,097
8	M	2,097						0,000	2,097
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
5	M	0,353395	0,14	0,50	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	A	0,050485	0,02	0,00		
4	B	2,097	0,85	2,00		
8	M	2,097	0,85	1,90		
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			2	
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,00	1,90	0,50				4,4	1	4,4
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	4,4

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	95,6

CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 57

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO										
FECHA:	06/ Septiembre/2022			LONGITUD:		28			m	
UNIDAD:	57			ANCHO:		5,4		8,5	m	
Abscisa: 1+574,12m – 1+602,12m				AREA DE LA UNIDAD:		194,6			m2	
TIPO DE FALLAS										
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2					
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2					
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2					
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	M	3,021						0,000	3,021
11	M	4,297						0,000	4,297
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
4	M	3,021	1,55	9,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
11	M	4,297	2,21	22,00		
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			22	8,2
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	22,00	9,00					31	2	19
2	22,00	2,00					24	1	24
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	24

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	76
CLASIFICACION	MUY BUENO

Ancho Excesivo de Junta



Ahuellamiento



Unidad 58

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO												
FECHA:	06/ Septiembre/2022				LONGITUD:		20,35					m
UNIDAD:	58				ANCHO:		8,5		8,8			m
Abscisa: 1+602,12m – 1+622,47m					AREA DE LA UNIDAD:		176,0275					m2
TIPO DE FALLAS												
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)			m2	9. Perdida de adoquines			m2		
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento			m2	10. Parches			m2		
3. Restricción de bordes dañado		m	7. Deslizamiento Horizontal			m2	11. Ahuellamiento			m2		
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta			m2						
FALLAS EXISTENTES											**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD									Adoquines	
4	A	1,25									0,000	1,250
2	A	0,83									0,000	0,830
5	M	16									0,806	0,806
											0,000	0,000
											0,000	0,000
											0,000	0,000
											0,000	0,000
CALCULO DE ICP												

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	A	1,25	0,71	11,80		
2	A	0,83	0,47	18,00		
5	M	0,8056	0,46	1,00		
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			18	8,5
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	18,00	11,80	1,00				30,8	2	19
2	18,00	2,00	1,00				21	1	21
								Max CDV	21

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	79
CLASIFICACION	MUY BUENO

Depresión



Ancho Excesivo de Junta



Escalonamiento



Unidad 59

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO													
FECHA:	06/ Septiembre/2022					LONGITUD:			26				m
UNIDAD:	59					ANCHO:			8,8		6,5		m
Abscisa: 1+622,47m – 1+648,47m						AREA DE LA UNIDAD:			198,9				m2
TIPO DE FALLAS													
1. Adoquines dañados		m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)					m2	9. Perdida de adoquines				m2
2. Depresiones		m2	6. Abultamiento					m2	10. Parches				m2
3. Restricción de bordes dañado		M	7. Deslizamiento Horizontal					m2	11. Ahuellamiento				m2
4. Ancho excesivo de junta		m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta					m2					
FALLAS EXISTENTES												**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD										Adoquines	
8	B	18,958										0,000	18,958
4	B	18,958										0,000	18,958
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
												0,000	0,000
CALCULO DE ICP													
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)							Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-	
8	B	18,958	9,53	1,60									
4	B	18,958	9,53	11,90									

0	0	0				HDV) <10 m=
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			11,9	9,1
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	11,90	1,90					13,8	1	13,8
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	13,8

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	86,2
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 60

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	06/ Septiembre/2022	LONGITUD:	28		m
UNIDAD:	60	ANCHO:	6,5	7,5	m
Abscisa: 1+648,47m – 1+676,47m		AREA DE LA UNIDAD:	196		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
8	M	5,03						0,000	5,030
4	B	5,03	5,982					0,000	11,012
1	B	1						0,050	0,050
8	B	5,982						0,000	5,982
6	B	3,232						0,000	3,232
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
8	M	5,03	2,57	2,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	11,012	5,62	8,00		
1	B	0,05035	0,03	0,00		
8	B	5,982	3,05	0,40		
6	B	3,232	1,65	4,00		
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			8	9,4
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	8,00	4,00	2,00	0,40			14,4	2	

2	8,00	2,00	2,00	0,40			12,4	1	12,4
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	12,4

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	87,6
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Junta



Abultamiento



Perdida de Arena



Unidad 61

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	07/ Septiembre/2022	LONGITUD:	28		m
UNIDAD:	61	ANCHO:	7,5	5,7	m
Abscisa: 1+676,47m – 1+704,47m		AREA DE LA UNIDAD:	184,8		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	B	13,083						0,000	13,083
8	M	13,083						0,000	13,083
3	M	2,32						0,000	2,320
11	B	1,142						0,000	1,142
2	A	0,556						0,000	0,556
5	A	9						0,458	0,458
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	13,083	7,08	9,70		
8	M	13,083	7,08	4,00		
3	M	2,32	1,26	9,00		
11	B	1,142	0,62	4,40		
2	A	0,556	0,30	17,90		
5	A	0,458073	0,25	2,00	Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			17,9	8,5
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	17,90	9,70	9,00	4,40	4,00	2,00	47	5	22

2	17,90	9,70	9,00	4,40	2,00	2,00	45	4	24
3	17,90	9,70	9,00	2,00	2,00	2,00	42,6	3	26
4	17,90	9,70	2,00	2,00	2,00	2,00	35,6	2	24
5	17,90	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	27,9	1	27,9
							0		
								Max CDV	27,9

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	72,1
CLASIFICACION	MUY BUENO

Depresión



Ancho Excesivo de Junta



Escalonamiento



Unidad 62

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	07/ Septiembre/2022	LONGITUD:	30		m
UNIDAD:	62	ANCHO:	5,7	5,7	m
Abscisa: 1+704,47m – 1+734,47m		AREA DE LA UNIDAD:	171		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
8	M	11,588						0,000	11,588
4	B	9,84	4,568					0,000	14,408
3	B	2,2						0,000	2,200
4	M	7,81						0,000	7,810
8	B	8,851						0,000	8,851
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
8	M	11,588	6,78	4,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	14,408	8,43	11,00		
3	B	2,2	1,29	2,40		
4	M	7,81	4,57	25,80		
8	B	8,851	5,18	1,00		
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			25,8	7,8
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	25,80	11,00	4,00	2,40	1,00		44,2	4	23
2	25,80	11,00	4,00	2,00	1,00		43,8	3	26
3	25,80	11,00	2,00	2,00	1,00		41,8	2	28
4	25,80	2,00	2,00	2,00	1,00		32,8	1	32,8

							0		
							0		
								Max CDV	32,8

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	67,2
CLASIFICACION	BUENO

Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 63

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO									
FECHA:	07/ Septiembre/2022			LONGITUD:		30			m
UNIDAD:	63			ANCHO:		5,7	5,9		m
Abscisa: 1+734,47m – 1+764,47m				AREA DE LA UNIDAD:		174			m2
TIPO DE FALLAS									
1. Adoquines dañados	m2		5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2		9. Perdida de adoquines	m2		
2. Depresiones	m2		6. Abultamiento	m2		10. Parches	m2		
3. Restricción de bordes dañado	m		7. Deslizamiento Horizontal	m2		11. Ahuellamiento	m2		
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2					

FALLAS EXISTENTES								**TOTAL**	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
4	B	11,914	3,99					0,000	15,904
8	B	11,914	3,99					0,000	15,904
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
4	B	15,904	9,14	11,90		
8	B	15,904	9,14	1,50		
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			11,9	9,1
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	11,90	1,50					13,4	1	13,4
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	13,4

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	86,6
CLASIFICACION	EXCELENTE

Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 64

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO									
FECHA:	07/ Septiembre/2022			LONGITUD:		30			m
UNIDAD:	64			ANCHO:		5,9	8,3		m
Abscisa: 1+764,47m – 1+794,47m				AREA DE LA UNIDAD:		213			m2
TIPO DE FALLAS									
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)		m2		9. Perdida de adoquines			m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento		m2		10. Parches			m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal		m2		11. Ahuellamiento			m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta		m2					

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	M	1						0,051	0,051
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
CALCULO DE ICP									

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,050761	0,02			
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			0	10,2
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,00						0	6	
							0	5	
							0	4	
							0	3	
							0	2	
							0	1	
								Max CDV	0

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	100
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Unidad 65

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	07/ Septiembre/2022	LONGITUD:	30		m
UNIDAD:	65	ANCHO:	8,3	8,2	m
Abscisa: 1+794,47m – 1+824,47m		AREA DE LA UNIDAD:	247,5		m2

TIPO DE FALLAS

1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	B	15						0,755	0,755
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	B	0,75525	0,31	0,20	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			0,2	
0	0	0				
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	0,20						0,2	1	0,2
								Max CDV	0,2

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	99,8
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Unidad 66

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	07/ Septiembre/2022	LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	66	ANCHO:	8,2	8	m
Abscisa: 1+824,47m – 1+853,47m		AREA DE LA UNIDAD:	234,9		m2

TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2

4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2					

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	B	1						0,051	0,051
8	B	8,798	13,689					0,000	22,487
4	B	8,798	13,689					0,000	22,487
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP						
TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,050761	0,02	0,00		
8	B	22,487	9,57	1,50		
4	B	22,487	9,57	12,00		
0	0	0				
0	0	0				
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0				
0	0	0			12	9,1
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	12,00	1,50					13,5	1	13,5
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	13,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	86,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 67

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO							
FECHA:	07/ Septiembre/2022			LONGITUD:	29		m
UNIDAD:	67			ANCHO:	8	8,5	m
Abscisa: 1+853,47m – 1+882,47m				AREA DE LA UNIDAD:	239,25		m2
TIPO DE FALLAS							
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2		
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2		
3. Restricción de bordes dañado	M	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2		
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2				
FALLAS EXISTENTES						**TOTAL**	

TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	M	10						0,506	0,506
8	M	12,576	4,342					0,000	16,918
4	B	12,576	4,342					0,000	16,918
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	M	0,50625	0,21	2,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
8	M	16,918	7,07	4,00		
4	B	16,918	7,07	9,80		
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0			9,8	9,3
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	9,80	4,00	2,00				15,8	2	
2	9,80	2,00	2,00				13,8	1	13,8
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	13,8

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	86,2
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 68

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO							
FECHA:	07/ Septiembre/2022		LONGITUD:	25			m
UNIDAD:	68		ANCHO:	8,5		8	m
Abscisa: 1+882,47m – 1+907,47m			AREA DE LA UNIDAD:	206,25			m2
TIPO DE FALLAS							
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines		m2	
2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches		m2	

3. Restricción de bordes dañado	m		7. Deslizamiento Horizontal	m2		11. Ahuellamiento	m2				
4. Ancho excesivo de junta	m2		8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2							

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
1	M	2						0,101	0,101
1	B	2						0,101	0,101
4	B	3,425						0,000	3,425
8	B	3,425						0,000	3,425
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	M	0,1007	0,05	0,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	B	0,1007	0,05	0,00		
4	B	3,425	1,66	2,00		
8	B	3,425	1,66	0,50		
0	0	0	0,00			
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0			2	10,0
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	2,00	0,50					2,5	1	2,5
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	2,5

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	97,5
CLASIFICACION	EXCELENTE

Adoquines Dañados



Ancho Excesivo de Junta



Perdida de Arena



Unidad 69

HOJA DE REGISTRO DE CONDICION DE PAVIMENTO ARTICULADO					
FECHA:	07/ Septiembre/2022	LONGITUD:	25,4		m
UNIDAD:	69	ANCHO:	8	8,3	m
Abscisa: 1+907,47m – 1+932,87m		AREA DE LA UNIDAD:	207,01		m2
TIPO DE FALLAS					
1. Adoquines dañados	m2	5. Fallas o daños (Escalonamiento)	m2	9. Perdida de adoquines	m2

2. Depresiones	m2	6. Abultamiento	m2	10. Parches	m2
3. Restricción de bordes dañado	m	7. Deslizamiento Horizontal	m2	11. Ahuellamiento	m2
4. Ancho excesivo de junta	m2	8. Perdida/bombeo de arena de junta	m2		

FALLAS EXISTENTES								TOTAL	
TIPO	SEVERIDAD	CANTIDAD						Adoquines	
9	A	18						0,906	0,906
1	M	3						0,151	0,151
1	A	1						0,050	0,050
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000
								0,000	0,000

CALCULO DE ICP

TIPO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
9	A	0,9063	0,44	51,00	Numero de valores deducidos >2(q)	Número máximo de Valor deducido (VD) m=1,0+(9/98) *(100-HDV) <10 m=
1	M	0,15105	0,07	0,00		
1	A	0,05035	0,02	0,00		
0	0	0	0,00			
0	0	0	0,00			
0	0	0			Valor deducido más alto=	
0	0	0			51	5,5
0	0	0				

No.	Valor deducido						Total	q	CDV
1	51,00						51	1	51
							0		
							0		
							0		
							0		
							0		
								Max CDV	51

CALCULO DE PCI	PCI=100-MxCDV
PCI=	49
CLASIFICACION	REGULAR

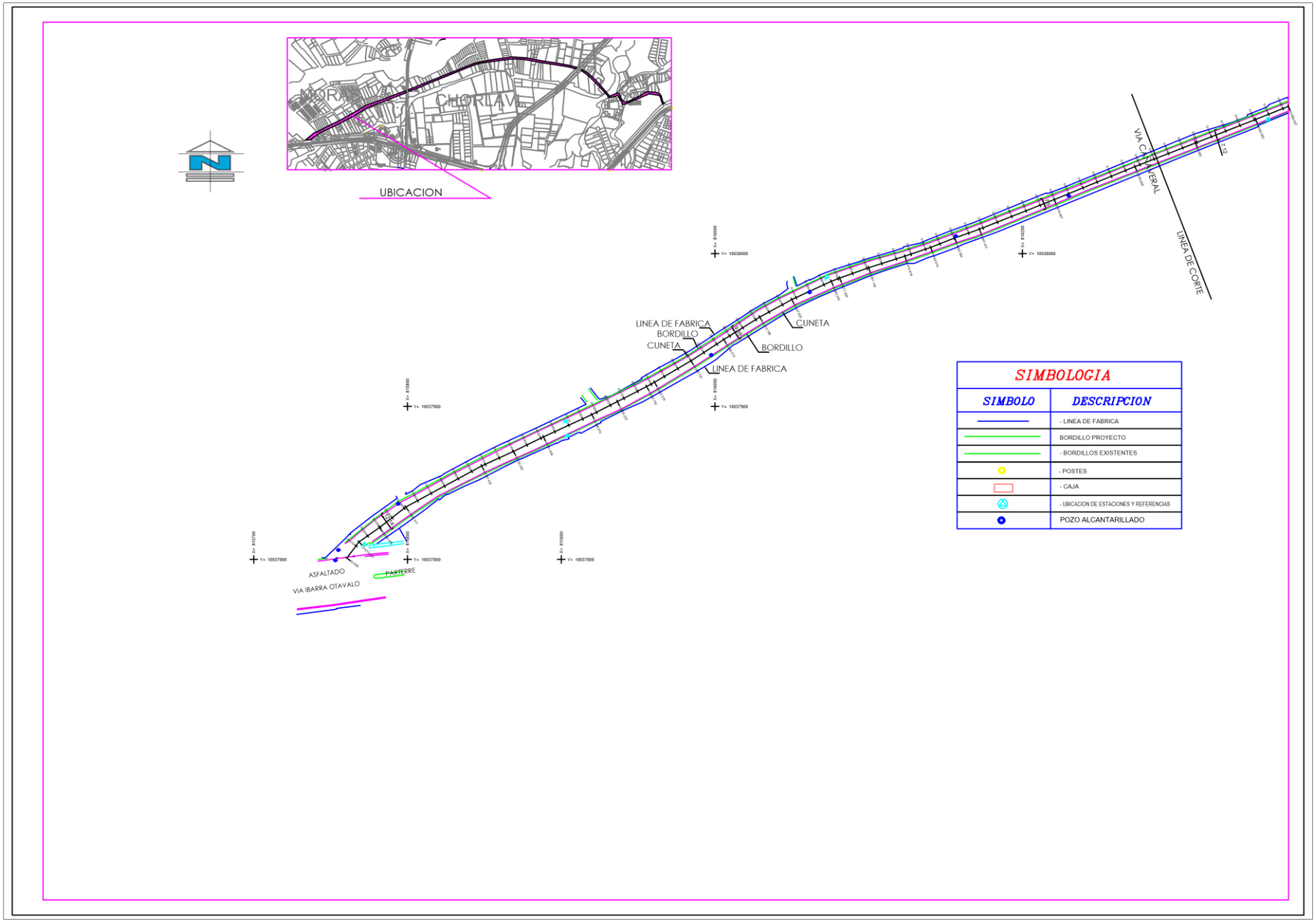
Adoquines Dañados

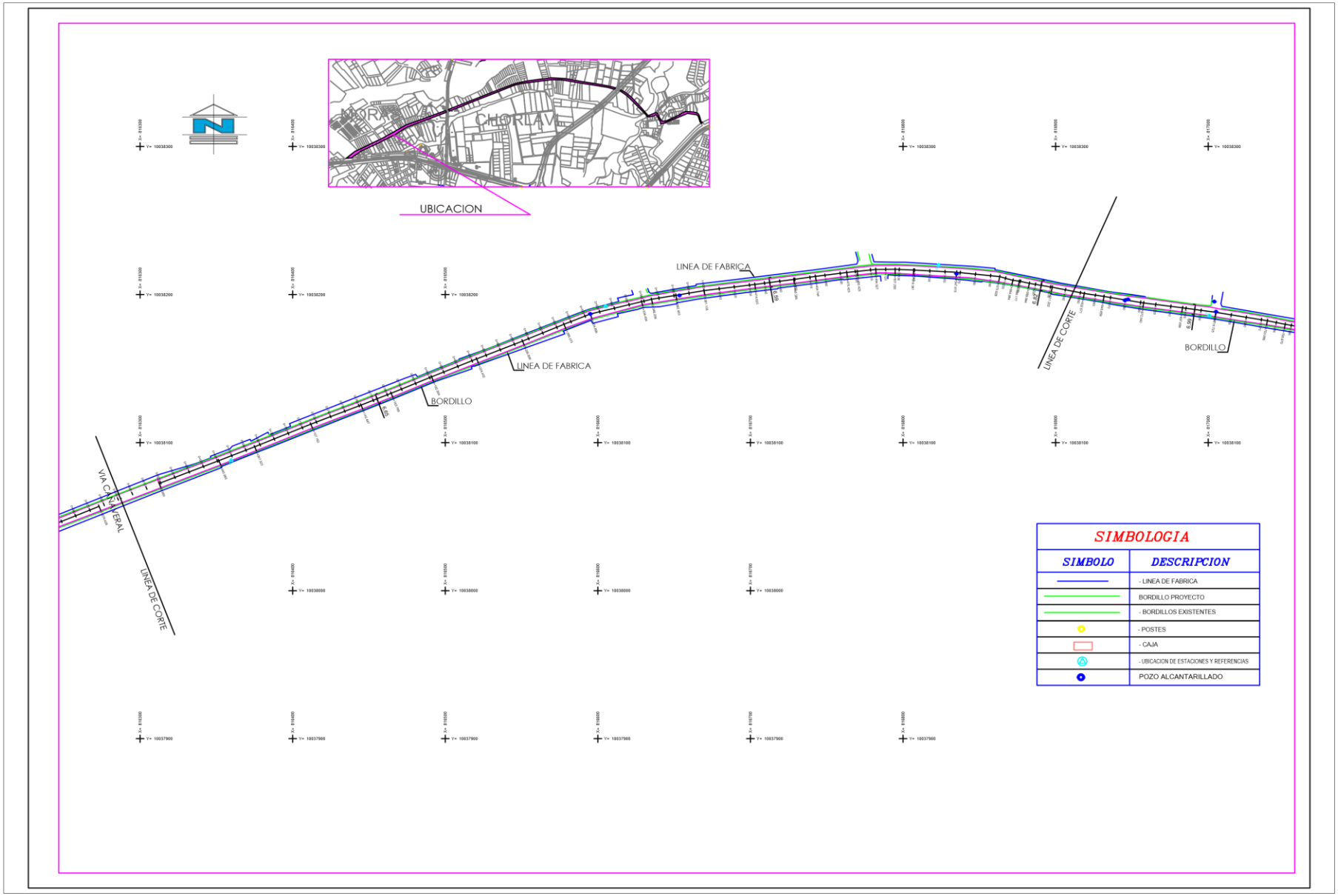


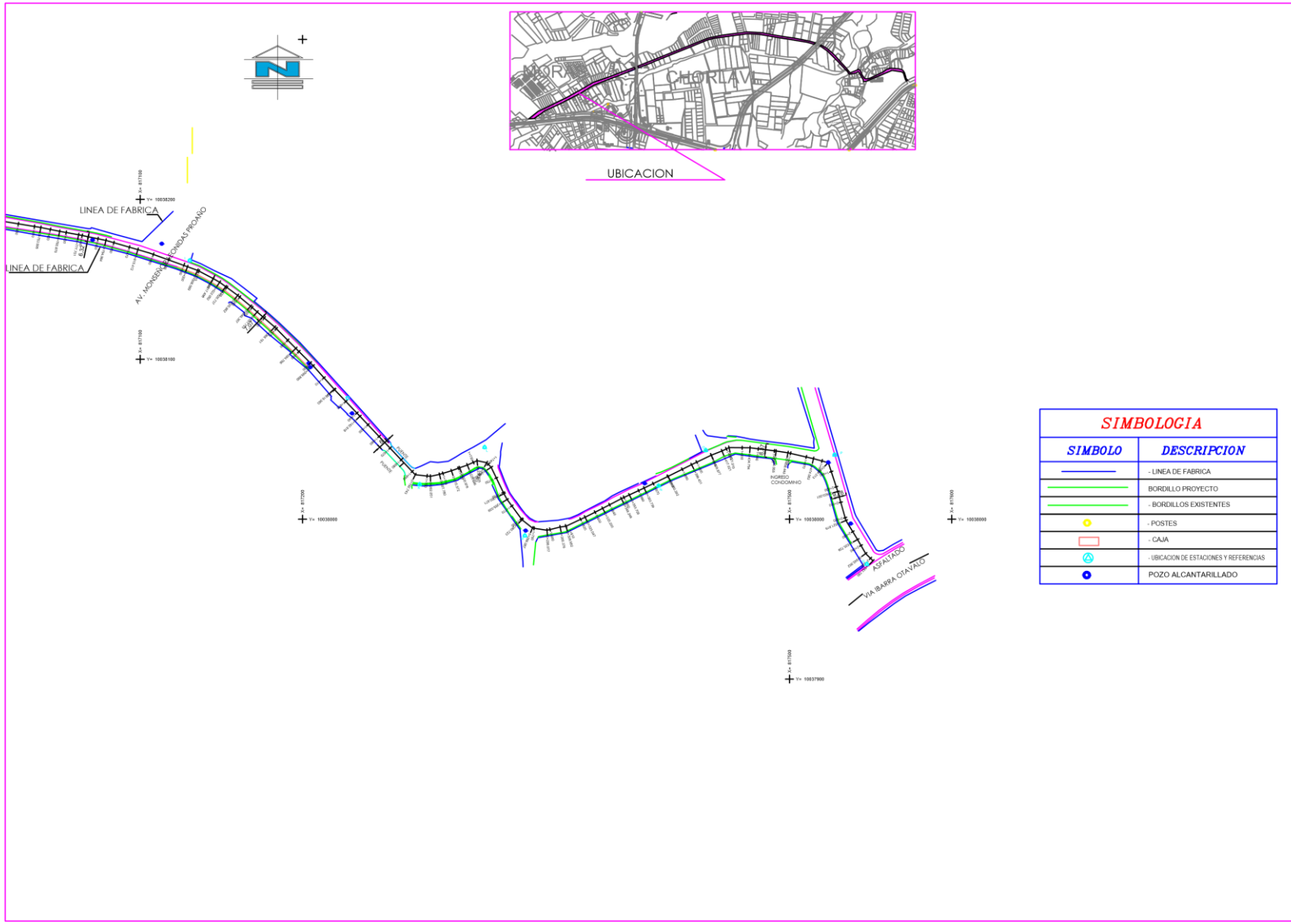
Perdida de Adoquines



Topografía correspondiente a la vía Chorlaví:


UBICACION
VIA CANTONAL
UNEA DE CORTE
LINEA DE FABRICA
BORDILLO
CUNETA
CUNETA
BORDILLO
LINEA DE FABRICA
ASFALTADO
PASTERRE
VIA IBARRA OTAVALO
SIMBOLOGIA
SIMBOLO
DESCRIPCION
- LINEA DE FABRICA
BORDILLO PROYECTO
- BORDILLOS EXISTENTES
- POSTES
- CAJA
- UBICACION DE ESTACIONES Y REFERENCIAS
POZO ALCANTARILLADO


UBICACION
LINEA DE FABRICA
LINEA DE FABRICA
BORDILLO
BORDILLO
VIA CANAVERAL
LINEA DE CORTE
LINEA DE CORTE
SIMBOLOGIA
SIMBOLO
DESCRIPCION
- LINEA DE FABRICA
BORDILLO PROYECTO
- BORDILLOS EXISTENTES
- POSTES
- CAJA
- UBICACION DE ESTACIONES Y REFERENCIAS
POZO ALCANTARILLADO


UBICACION
LINEA DE FABRICA
LINEA DE FABRICA
AV. MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO
INGRESO CONDOMINIO
ASFALTADO
VIA IBARRA OTAVALO
SIMBOLOGIA
SIMBOLO
DESCRIPCION
- LINEA DE FABRICA
BORDILLO PROYECTO
- BORDILLOS EXISTENTES
- POSTES
- CAJA
- UBICACION DE ESTACIONES Y REFERENCIAS
POZO ALCANTARILLADO