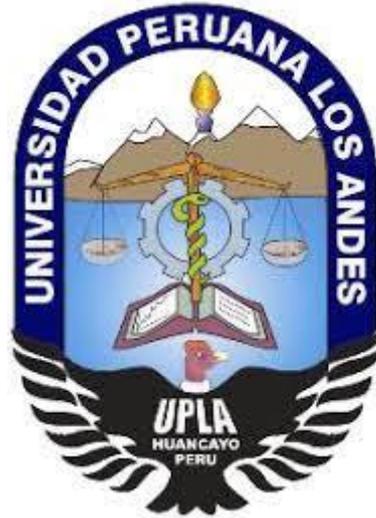


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE
MANTENIMIENTO RECURRENTE PARA VÍAS LOCALES
PAVIMENTADAS, DISTRITO DE CHILCA – HUANCAYO”**

Línea de investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

PRESENTADO POR:

Bach. LLOCLLA CHOQUE, Marilu

Bach. MUCHA MAYTA, Ciro Franz

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

Ing. Julio Fredy Porras Mayta
Asesor

Dedicatoria:

A Dios y a mis amados padres Angelino y Adriana por inculcarme valores que hoy me hacen ser la persona que soy, todos mis logros se los debo a ustedes por haberme motivado, aconsejado y sobre todo brindarme su apoyo incondicional para alcanzar mis ideales

(Bach. Lloclla Choque, Marilu).

A Dios y a mis padres Ciro y Blanca porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mi hermano Diego por todas las cosas compartidas y aprendidas.

(Bach. Mucha Mayta, Ciro).

Agradecimiento

Agradezco a los docentes de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil de la
Universidad Peruana Los Andes, personas de
gran sabiduría quienes nos han dado su
tiempo, dedicación y conocimientos para
poder realizarnos como profesionales
(Bach. Lloclla Choque, Marilu y
Bach. Mucha Mayta, Ciro).

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López.
Presidente

Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed
Jurado

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
Jurado

Ing, Rando Porras Olarte
Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Justificación	20
1.3.1. Práctica o social	20
1.3.2. Metodológica	21
1.4. Delimitaciones	21
1.4.1. Espacial	21
1.4.2. Temporal	22
1.4.3. Económica	22
1.5. Limitaciones	23
1.6. Objetivos	23
1.6.1. Objetivo general	23
1.6.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes	25
2.1.1. Antecedentes internacionales	25
2.1.2. Antecedentes nacionales	29
2.2. Marco conceptual	32
2.2.1. Normativa	32
2.2.2. Vías urbanas.	35
2.2.3. Mantenimiento de pavimentos.	37
	vi

2.2.4. Pavimento flexible.	38
2.2.5. Tráfico vial	40
2.2.6. Índice de condición del pavimento (PCI – Pavement Condition Index).	41
2.2.7. Serviciabilidad e Índice de Rugosidad Internacional IRI	51
2.2.8. Deflexión de un pavimento flexible – viga Benkelman.	54
2.2.9. Resistencia al deslizamiento en el pavimento – péndulo británico.	57
2.2.10. Textura superficial del pavimento – círculo de arena.	62
2.2.11. Alternativas de mantenimiento recurrente.	66
2.3. Definición de términos	77
2.4. Hipótesis	79
2.4.1. Hipótesis general	79
2.4.2. Hipótesis específicas	79
2.4.3. Definición conceptual de la variable	80
2.4.4. Definición operacional de la variable	81
2.4.5. Operacionalización de las variables	82
CAPITULO III	83
METODOLOGÍA	83
3.1. Método de investigación	83
3.2. Tipo de investigación	83
3.3. Nivel de investigación	84
3.4. Diseño de investigación	84
3.5. Población y muestra	84
3.5.1. Población	84
3.5.2. Muestra	85
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	85
3.6.1. Técnicas	85
3.6.2. Instrumentos	121
3.7. Procesamiento de la información	123
3.8. Técnicas y análisis de datos	125

CAPÍTULO IV	126
RESULTADOS	126
4.1. Ensayos calidad para agregados	126
4.1.1. Análisis granulométrico para el tratamiento superficial monocapa y bicapa.	126
4.1.2. Análisis granulométrico para el mortero asfáltico - slurry seal	129
4.1.3. Resistencia a la abrasión los Ángeles	130
4.1.4. Equivalente de arena	132
4.1.5. Adherencia por el método de Riedel Weber	133
4.1.6. Durabilidad al sulfato de sodio y magnesio	134
4.1.7. Porcentaje caras fracturadas en agregados	136
4.1.8. Partículas chatas y alargadas	137
4.1.9. Terrones de arcilla en agregado grueso	138
4.1.10. Sales solubles totales	139
4.2. Evaluación de la población	140
4.2.1. Resultados del PCI “Índice de Condición del Pavimento”	140
4.3. Diagnóstico de la muestra	142
4.3.1. Estudio de tráfico	142
4.3.2. Resultado para el ensayo viga Benkelman	148
4.4. Resultado de las alternativas de mantenimiento recurrente	149
4.4.1. Resultados del IRI “Índice de Rugosidad Internacional”	149
4.4.2. Ensayo del círculo de arena – macrotextura de superficie	153
4.4.3. Ensayo de péndulo británico (TRRL) – coeficiente de resistencia al deslizamiento	155
4.4.4. Comparativo de las alternativas de mantenimiento	156
CAPÍTULO V	158
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	158
CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	163
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164

ANEXOS	168
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	169
Anexo N° 02: Ensayos de laboratorio – Calidad de agregados	172
Anexo N° 03: Ensayos de campo – Evaluación de la población método PCI	186
Anexo N° 04: Diseño del mortero asfáltico – slurry seal	265
Anexo N° 05: Ensayos de campo – Diagnóstico de la muestra	269
Anexo N° 06: Resultados de las alternativas de mantenimiento recurrente	273
Anexo N° 07: Especificaciones técnicas de los materiales bituminosos	284
Anexo N° 08: Plano del sector C – distrito de Chilca	287

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de calificación del PCI	42
Tabla 2 Escala de índice de serviciabilidad	52
Tabla 3 Clasificación de textura superficial según AIPCR	63
Tabla 4 Requerimiento para los agregados - mortero asfáltico - slurry seal	66
Tabla 5 Requerimiento para los agregados - mortero asfáltico - slurry seal	67
Tabla 6 Exigencias de calidad para agregados - tratamientos superficiales	71
Tabla 7 Rangos de la gradación de agregados para tratamientos superficiales	72
Tabla 8 Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple	75
Tabla 9 Cantidades aproximadas de materiales para tratamiento superficial bicapa.	76
Tabla 10 Absorción admisible de arena - ensayo de rueda cargada	105
Tabla 11 Huso granulométrico N° 06	127
Tabla 12 Huso Granulométrico N° 08	128
Tabla 13 Granulometría para el mortero asfáltico - slurry seal tipo II	129
Tabla 14 Gradación tipo B y C para la resistencia a la abrasión los Ángeles	130
Tabla 15 Cantidad de agregado según la gradación para la prueba de abrasión los Ángeles	131
Tabla 16 Resultado de la prueba de resistencia al desgaste por abrasión gradación tipo B	131
Tabla 17 Resultado de la prueba de resistencia al desgaste por abrasión gradación tipo C	132
Tabla 18 Resultado del ensayo de equivalente de arena	133
Tabla 19 Resultado del ensayo de adherencia - Riedel Weber	134
Tabla 20 Ensayo de inalterabilidad del agregado grueso (sulfato de magnesio)	135
Tabla 21 Ensayo de inalterabilidad del agregado fino (sulfato de magnesio)	135
Tabla 22 Porcentaje de agregado con una cara fracturada	136
Tabla 23 Porcentaje de agregado con dos caras fracturadas	137
Tabla 24 Ensayo de partículas chatas y alargadas	138
Tabla 25 Ensayo de terrones de arcilla en agregado grueso	139
Tabla 26 Ensayo de terrones de arcilla en el agregado grueso - material triturado	139
Tabla 27 Ensayo de sales solubles totales	140

Tabla 28 Resultados de PCI – Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso del carril derecho	141
Tabla 29 Resultados de PCI – Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso del carril izquierdo	141
Tabla 30 Conteo vehicular para vehículos livianos	143
Tabla 31 Conteo vehicular para vehículos pesados	143
Tabla 32 Conteo vehicular para vehículos pesados	144
Tabla 33 Conteo vehicular para vehículos pesados	145
Tabla 34 Factor correlacional estacional	146
Tabla 35 Cálculo de los Ejes Equivalente EE	147
Tabla 36 Resultados de las deflexiones con el método de la viga Benkelman	149
Tabla 37 Comparativo de las alternativas de solución - resultados inicial y final	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa político del Perú	21
Figura 2 Mapa de la región Junín	21
Figura 3 Mapa del distrito de Chilca – sector C	22
Figura 4 Mapa de la provincia de Huancayo	22
Figura 5 Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta - Jr. Paraíso	22
Figura 6 Sección típica transversal de un pavimento flexible	39
Figura 7 Escala de rugosidad IRI (m/km)	53
Figura 8 Gráfico de deflexiones admisibles	56
Figura 9 Diferencia entre macrotextura y microtextura	58
Figura 10 Péndulo Británico del TRRL	60
Figura 11 Corrección del coeficiente de resistencia al deslizamiento a distintas temperaturas para obtener el valor correspondiente a 20°C	61
Figura 12 Clasificación del perfil según la AIPCR	62
Figura 13 Instrumentos para medir la profundidad de macrotextura de la superficie del pavimento	65
Figura 14 Ensayo análisis granulométrico para agregados gruesos y finos	88
Figura 15 Ensayo abrasión los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 1/2")	90
Figura 16 Método de ensayo estándar para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso	92
Figura 17 Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y magnesio	94
Figura 18 Ensayo de arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables) en agregados	96
Figura 19 Ensayo de partículas chatas y alargadas en agregados	100
Figura 20 Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena para suelos y agregado fino	102
Figura 21 Formato de exploración de condición para vías de pavimento flexible	107
Figura 22 Evaluación del Índice de Condición del Pavimento PCI	108
Figura 23 Conteo vehicular - vehículo con configuración 3S3	109
Figura 24 Conteo vehicular - vehículo con configuración 3S3	109

Figura 25 Medición del Índice de Rugosidad Internacional IRI, método nivel de ingeniero	110
Figura 26 Formato de recopilación de información para IRI	111
Figura 27 Ensayo para el cálculo de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga Benkelman	113
Figura 28 Esparcido del agregado pétreo para los tratamientos superficiales	115
Figura 29 Compactación de los agregados en los tratamientos superficiales	115
Figura 30 Trabajo final después de la aplicación de los tratamientos superficiales	116
Figura 31 Preparación del mortero asfáltico - slurry seal	117
Figura 32 Aplicación y esparcido de la emulsión asfáltica	117
Figura 33 Ensayo del péndulo Británico para determinar el coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento	119
Figura 34 Ensayo del círculo de arena para determinar la textura superficial del pavimento	120
Figura 35 Ficha de observación para el PCI	122
Figura 36 Ficha de observación para el cálculo del IRI	123
Figura 37 Software Evalpav para el cálculo del PCI	124
Figura 38 Software Proval para el cálculo del IRI	124
Figura 39 Curva granulométrica del huso N° 06	127
Figura 40 Curva granulométrica del huso N° 08	128
Figura 41 Curva granulométrica del mortero asfáltico - slurry seal tipo II	130
Figura 42 Escala de medida para el índice de condición del pavimento	142
Figura 43 Deflectograma - ensayo viga Benkelman	148
Figura 44 Valores iniciales y finales de IRI en el tramo 0+000.00 - 0+075.00	150
Figura 45 Valores iniciales y finales de IRI en el tramo 0+075.00 - 0+150.00	151
Figura 46 Valores iniciales y finales de IRI en el tramo 0+150.00 - 0+210.00	152
Figura 47 Cuadro comparativo del ensayo de círculo de arena	154
Figura 48 Cuadro comparativo del ensayo de péndulo Británico	155

RESUMEN

En la presente investigación el problema general fue: ¿Cuáles fueron los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y bicapa en vías locales pavimentadas del sector C en el distrito de Chilca?, el objetivo general fue: Determinar los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y bicapa en vías locales y la hipótesis general fue: La alternativa de mantenimiento recurrente mortero asfáltico, genera resultados satisfactorios frente a las demás alternativas tales como tratamiento superficial monocapa y bicapa.

El método general fue el científico, de tipo aplicada, nivel descriptivo - comparativo y diseño cuasi experimental. La población: vías locales de pavimento flexible del distrito de Chilca y la muestra fue no probabilística del tipo homogénea considerando al Jr. Augusto B. Leguía tramo Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso como unidad de muestra.

La conclusión principal: Conforme a los resultados del análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa se concluye, que la alternativa del mortero asfáltico – slurry seal es el más adecuado frente a las demás alternativas de mantenimiento recurrente, debido a la recuperación de rugosidad en un 31%, macrotextura en 49% y resistencia al deslizamiento en 29%, en vías locales.

Palabras claves: Mantenimiento recurrente, mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa.

ABSTRACT

In the present investigation the general problem was: What were the results of the comparative analysis of the recurrent maintenance alternatives such as asphalt mortar, monolayer and bilayer surface treatment in local paved roads of sector C in the district of Chilca? was: To determine the results of the comparative analysis of the recurrent maintenance alternatives such as asphalt mortar, monolayer and bilayer surface treatment in local roads and the general hypothesis was: The asphalt mortar recurrent maintenance alternative generates satisfactory results compared to other alternatives such as a single and double layer surface treatment.

The general method was the scientific, applied type, descriptive-comparative level and quasi-experimental design. The population: local flexible pavement roads of the Chilca district and the sample was non-probabilistic of the homogeneous type considering Jr. Augusto B. Leguía, section Jr. Pedro Peralta to Jr. Paraíso as the sample unit.

The main conclusion: According to the results of the comparative analysis of recurring maintenance alternatives such as asphalt mortar - slurry seal, monolayer surface treatment and bilayer surface treatment, it is concluded that the asphalt mortar alternative - slurry seal is the most suitable against the other alternatives for recurring maintenance, due to the recovery of roughness in 31%, macrotexture in 49% and slip resistance in 29%, on local roads.

Keywords: Recurrent maintenance, asphalt mortar - slurry seal, single-layer surface treatment and two-layer surface treatment.

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: Análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente en vías locales, distrito de Chilca – Huancayo, nace de la problemática que se encuentran en los pavimentos flexibles debido a su deterioro, ante esto la necesidad de corregir las cualidades de la superficie asfáltica que no cumplan con las características especificadas en el manual de “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción” (EG 2013) - Ministerio de Transporte.

A partir de ello, surge la necesidad de investigar sobre aquellas alternativas de mantenimiento que puedan mejorar las propiedades tales como rugosidad, resistencia al deslizamiento y macrotextura del pavimento flexible, alrededor del Perú encontramos diferentes tipos de mantenimiento descritos en el manual de “Carreteras- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción – Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, donde se propuso el uso del mortero asfáltico, TSM “tratamiento superficial monocapa” y TSB “tratamiento superficial bicapa”.

Con todo lo mencionado se realizó la aplicación en tramo el Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta – Jr. Paraíso, distrito de Chilca, provincia de Huancayo, región Junín. Donde se realizaron los ensayos de materiales para cada uno de los tratamientos tales como mortero asfáltico - slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa, y los ensayos para determinar la caracterización de estos como índice de rugosidad internacional (IRI), péndulo Británico y círculo de arena.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: El problema de investigación el cual contempla planteamiento del problema; formulación y sistematización del problema en los cuales se describe el problema general con sus respectivos problemas específicos; justificación tales como práctica o social y la metodológica; delimitaciones espacial, temporal y económica; limitación y finalmente, los objetivos general y específicos.

El Capítulo II: Marco teórico, el cual implica los antecedentes internacionales y nacionales; marco conceptual; definición de términos; hipótesis tanto general como las específicas y finalmente las variables las cuales abarca la definición conceptual de la variable, definición operacional de la variable y la operacionalización de las variables.

El Capítulo III: Metodología, en el cual comprende el método de investigación; tipo de investigación; nivel de investigación; diseño de investigación; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos; procesamientos de la información y por último las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, elaborado en base a los problemas general y específicos, objetivos general y específicos y las hipótesis tanto general como específicas.

El Capítulo V: Discusión de los resultados, desarrollado a través de la comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo, con los resultados de los antecedentes internacionales y nacionales las cuales fueron referentes para la presente investigación.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Lloclla Choque, Marilu

Bach. Mucha Mayta, Ciro Franz

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, se contempla que en varios países las vías se encuentran deterioradas por diversos motivos, a causa de esto ocurren innumerables accidentes, ya que estos no cuentan con un mantenimiento adecuado, estas vías nos permiten tener calidad de vida, comunicación y sobre todo transitabilidad, las cuales generalmente se encuentran deterioradas, debido a un mal diseño, calidad deficiente de materiales, un mal sistema de drenaje, carga vehicular o errores en el proceso constructivo.

En latinoamérica, específicamente en Ecuador se encontraron el mismo problema de deterioro en la capa de rodadura de las vías, debido a que no hubo una buena comprobación de la calidad del mantenimiento, produciendo incomodidad ya que alrededor de estas vías se encontraban centros de salud, escuelas, parques, iglesias y diferentes equipos comunitarios. Producto de todo que afectaba el transporte local de los usuarios.

A nivel nacional, en las regiones como Lima, Junín, Puno, Trujillo, Ayacucho, Cajamarca y diversas, tienen un mantenimiento inadecuado para las vías locales,

generando la inseguridad e incomodidad al transitar por estas vías en mal estado, las cuales hacen notar la molestia entre los usuarios, dando esto la idea de proponer mantenimientos recurrentes adecuados para estas vías locales pavimentadas de las diferentes regiones, para proporcionar bienestar al momento de circular ya sea haciendo uso de algún vehículo o peatonalmente.

El distrito de Chilca, no es ajeno a éstos problemas, debido a la existencia de numerosas vías locales que presentan un estado deplorable, todo ello a causa de la falta calidad de mantenimiento, las cuales generan riesgos viales, por las cuantiosas posibilidades de accidentes de tránsito, asimismo de los elevados costos en los mantenimientos si no se realizan en el momento preciso y de manera adecuada, además de producir deterioros en los pavimentos. Es donde nace la idea de analizar los tipos de mantenimientos recurrentes tales como: mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa, donde se realizó la evaluación del comportamiento de las vías, en las que se aplicaron los mantenimientos y se optara por el que presente mejores resultados de calidad en cuanto a rugosidad, adherencia y macrotextura.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en vías locales pavimentadas del sector C en el distrito de Chilca?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa a la rugosidad de las vías locales pavimentadas?
- b) ¿En qué medida favorecen los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la resistencia al deslizamiento en las vías locales pavimentadas?
- c) ¿Cómo influyen los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la macrotextura de las vías locales pavimentadas?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

En el presente trabajo de investigación busca determinar cuál es la alternativa de mantenimiento recurrente con la calidad más apropiada para una vía local pavimentada, los cuales fueron tomados en base a los resultados de la presente investigación, lo cual contribuirá con la sociedad logrando mejorar la serviciabilidad y transitabilidad.

1.3.2. Metodológica

En la investigación realizada se implementó una metodología a fin de determinar cuál de estas alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, tratamiento superficial monocapa, nos puede brindar los mejores resultados para el estudio, a fin de optimizar la inversión del estado en las vías urbanas locales.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

En la presente investigación delimita espacialmente: Jr. Augusto B. Leguía tramo entre Jr. Pedro Peralta y Jr. Paraíso, vías pertenecientes al sector C del distrito de Chilca, provincia de Huancayo, región Junín.



Figura 1 Mapa político del Perú
Fuente: Rojas (2016)

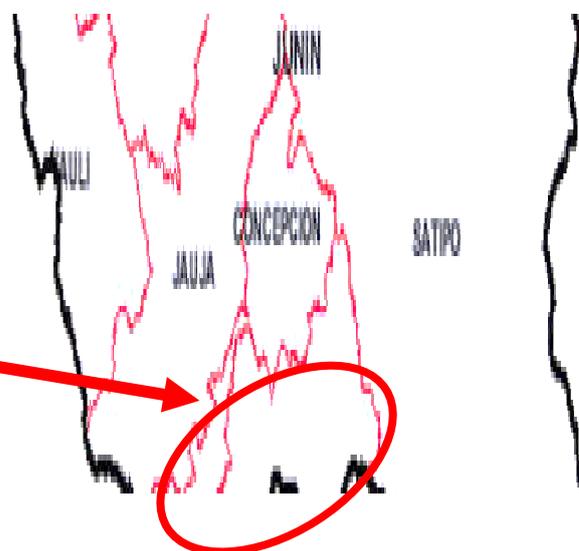


Figura 2 Mapa de la región Junín
Fuente: Valderrama (2005)



Figura 4 Mapa de la provincia de Huancayo
Fuente: Meza (2017)



Figura 3 Mapa del distrito de Chilca – sector C
Fuente: Plan de desarrollo urbano (2006-2011) MPH

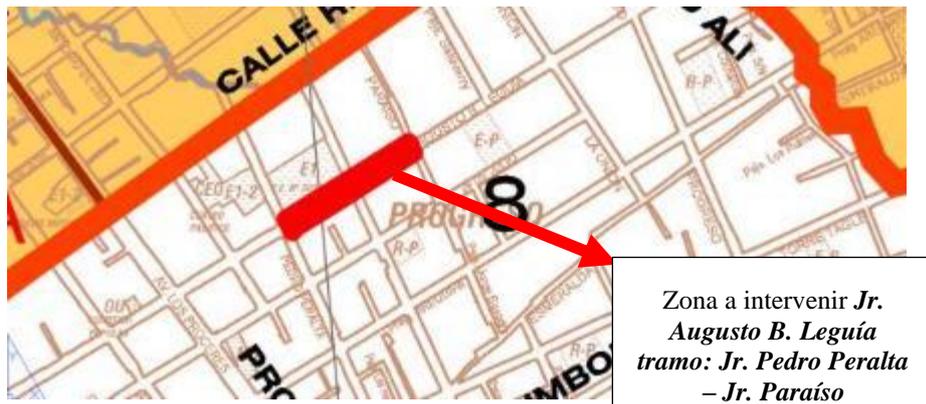


Figura 5 Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta - Jr. Paraíso
Fuente: Plan de desarrollo urbano (2006 – 2011) MPH

1.4.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló entre los meses de agosto y diciembre del año 2020.

1.4.3. Económica

Los costos presentados en la presente investigación fueron asumidos en su totalidad por los investigadores.

1.5. Limitaciones

Se encontró limitaciones en cuanto al registro fotográfico de los ensayos de laboratorio para la calidad de los agregados que son detallados en el capítulo III, debido a la emergencia sanitaria (COVID 19) los ensayos fueron realizados en la ciudad de Lima, a lo cual no tuvimos acceso por lo mencionado.

Además se encontró el mismo limitante para el estudio de tráfico, ya que se recomienda realizar 7 días, pero debido a la pandemia, se realizó 6 días, lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado, el día domingo no se consideró debido a la pandemia y la fecha en que se realizó fue declarado como día de aislamiento social obligatorio a nivel nacional.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en vías locales pavimentadas del sector C en el distrito de Chilca.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la rugosidad de las vías locales pavimentadas.

- b) Establecer los resultados del análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la resistencia al deslizamiento en las vías locales pavimentadas.
- c) Determinar los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la macrotextura de las vías locales pavimentadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Arriaga, 2008) en su tesis “Seguimiento de tramos de pavimentos asfálticos del tipo cape seal en la III Región” Donde tiene como objetivo el estudio y evaluación de la textura de la superficie de 5 vías pavimentadas con cape seal en la región III, en la que se utilizara el péndulo británico para la calificación de la textura y el circulo de arena. Concluyó en que no se puede tener relaciones directas entre las dosificaciones de cada proyecto y las propiedades tales como: textura y fricción resultante de la carpeta asfáltica, la dosificación responde al enlace que hay entre los materiales de la mezcla asfáltica, las cuales no guardan relación directa con las características con los ensayos de péndulo británico (TRRL) y circulo de arena. Las mediciones de los ensayos fueron realizados en un solo sentido en todos los tramos de prueba los cuales no arrojaron diferencias mayores,

ya que el tramo es utilizado comercialmente por la población, esto no se vio reflejado en los ensayos , ya que la carga de tráfico que este tiene no influye en el desgaste o el comportamiento del tráfico, pero se observó que la micro textura disminuye cuando el pavimento es más antiguo, ya que existe el pulimiento y adherencia de partículas sobre la superficie de áridos en su tiempo de vida útil.

No es factible homogeneizar los resultados del péndulo británico (TRRL) para elaborar la curva que representa el desgaste de los áridos por el tiempo, se recomienda efectuar ensayos como el “circulo de arena” y “péndulo británico” en un corto plazo para conocer la evolución del desgaste de las partículas, perdida de materiales y los cambios de la carpeta de rodadura por causa de los agentes externos involucrados. No es posible tener una relación directa en el comportamiento de cada tramo aun asi estén contruidos con los mismos materiales y métodos de aplicación ya que hay ciertas diferencias en la carpeta de rodadura.

Se evalúa de manera positiva el desempeño de la carpeta de rodadura en cuanto textura y deterioros, la microtextura se encuentra en un rango de buena calidad ($CRD=0.63$) ya que esta sobre lo exigido y de la misma manera la macrotextura ($MTD=2.3$) ya que supera lo exigido en para pavimentos flexibles, y teniendo resultados con el ensayo de péndulo británico los valores de $CRD=0.62$ cumpliendo de igual manera con lo exigido. Donde los deterioros en os tramos no son de gran magnitud y no afectan la serviciabilidad. Se concluye que cada uno de los tramos cumple con los requisitos de la granulometría, textura y especificaciones de

diseño, ya que son válidos y muestran los buenos resultados de su aplicación en la región III.

(Fleitas, 2017) en su tesis titulada: “Resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles en la carretera rural Santa Clara - Manicaragua” donde tiene como **objetivo** “determinar la resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles”. En los cuales se obtuvo de toda la evaluación realizada en la carretera Santa Clara, Manicaragua con el péndulo británico para determinar el CDR “coeficiente de resistencia al deslizamiento” un promedio de 0.4407 clasificando al pavimento en mal estado, de igual manera se hizo del círculo de arena en el que se obtuvo un promedio de 0.254mm en la macrotextura. Al determinar estas dos caracterizaciones del pavimento, se demostró la influencia de la carpeta de rodadura del pavimento en la adherencia neumático-pavimento con condiciones inseguras y de peligro de circulación, con una limitación en la velocidad lo que necesita actividad de conservación, donde las conclusiones fueron, se demostró la interacción de los efectos de la clasificación de la macro-textura de un pavimento y el CDR(coeficiente de deslizamiento) en la carretera Manicaragua con la Circunvalación Sur del Municipio de Santa Clara en el puente de la Autopista Nacional en un estado malo.

(Sornoza, 2019) en su tesis titulada: “Evaluación de las condiciones de seguridad y comodidad de la capa de rodadura de la avenida de los choferes (km 1+044.62)” donde se tiene como **objetivo**, ejecutar la evaluación de la av. de los choferes en la ciudad de Jipijapa con los ensayos

de rodadura y tener resultados con normas vigente, además de caracterizarlos realizando mediciones de rugosidad y evaluar el IFI “Índice de Fricción Internacional” se obtuvo los siguientes resultados de los ensayos para determinar el índice de rugosidad (IRI), CDR “coeficiente de resistencia al deslizamiento” y la macro-textura, siendo los resultados para la rugosidad el valor de 8.36 m/km los cual nos indica que se encuentra en una condición muy pobre ya que debería ser menor de 5.5m/km ,el péndulo británico nos da un valor de 0.53 de coeficiente de resistencia al deslizamiento el cual nos dice que es de un valor más o menos espeso donde se clasifica como regular a bueno y para el círculo de arena 0.58 mm en la macrotextura. De acuerdo a la presente tesis se obtuvo como **resultado** para el pavimento tomado de muestra, en cuanto al IRI un valor de 7.249 m/km y un coeficiente de resistencia al deslizamiento 0.46, en la macrotextura un valor de 1.63 mm y en el círculo de arena los cuáles cumplían mínimamente con lo requerido antes de la aplicación de los mantenimientos. **Concluyendo** que la vía se encuentra en un estado regular en cuanto al IRI afectando la comodidad de la circulación del usuario, siendo un factor de alerta para su rehabilitación y mantenimiento. En cuanto al IFI en base al MTOP, que la calidad de los agregados utilizados en la vía no fueron los adecuados para una buena adherencia de neumático- pavimento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Acero, 2011) en su investigación “Evaluación del desempeño de tratamientos superficiales en carreteras de bajo volumen. De tránsito-tramo Zuñiga-Dv. Yauyos” planteo como **objetivo** la comparación de dos tipos de tratamiento superficiales, mortero asfáltico y monocapa, para pavimentos de bajo volumen de tránsito, por lo que se escogerá el tratamiento superficial más adecuado para la aplicación de pavimentos de bajo volumen de tránsito de acuerdo a los factores predominante de la zona de prueba Se realizó un análisis de los métodos existentes para evaluación funcional de la superficie del pavimento, la cual no existen la normativa peruana la metodología para la evaluación de pavimentos que no poseen revestimiento asfáltico convencional. Se utilizó el índice de rugosidad internacional para medir la funcionalidad de del pavimento con cada tratamiento (mortero asfáltico y tratamiento monocapa). Con los resultados se determinará que tratamiento superficial presenta mejor comportamiento como superficie de rodadura. El tráfico corresponde a una vía de bajo volumen de tránsito, se realizó las comparaciones con PCI e IRI como parámetros para ambos tratamientos. Obteniendo como resultados, la evaluación del PCI en el tratamiento superficial un 23.2%-67.4%-36.26% y el en el mortero asfáltico un 21.9%-27.7%-22.6%. esto indica que el tratamiento superficial tuvo un deterioro mayor a comparación del mortero asfáltico, indicando un total de 42.1% de deterioro en el tratamiento y un 18.9 en el mortero asfáltico. En cuanto los índices de rugosidad fueron analizados antes y después de la aplicación de

ambos tratamientos. Se contaba con un IRI de 3.5 m/km como referencia y al aplicar el tratamiento superficial monocapa aumento un 17.35% lo que indica que hubo un 10 % de disminución en la serviciabilidad. En cuanto al mortero asfaltico se incrementó un 4.40m/km, minorando un 2.9% de la serviciabilidad. Esto nos da como mejor opción un mortero asfaltico para preservar por más tiempo la serviciabilidad. Después de monitoreo en cuanto a los tratamientos aplicados se concluyó que, para pavimentos en vías de bajo volumen de tránsito, con precipitaciones máximas anuales de 25mm y a una altura de 0-2000m.s.n.m es el mortero asfaltico, para q se cumpla esto se debe someter a un mantenimiento rutinario tipo bacheo cada dos meses.

(Ramirez, 2017) en su investigación “Comportamiento del slurry seal a altitudes mayores de 3500 m.s.n.m. en mantenimiento de pavimentos flexibles de la ciudad de Puno” donde planteo como **objetivo**, interpretar la conducta del slurry seal a alturas por encima de los 3500 m.s.n.m en el mantenimiento mediante la utilización de emulsiones asfálticas que mejore la textura superficial del pavimento flexible. Ya que es una de las técnicas utilizadas a nivel mundial para su conservación, permitiendo alargar la vida útil y siendo aplicada en superficies que tengan un nivel muy avanzado de deterioro. Obteniendo como **resultado** que la conducta del slurry seal por encima de los 3500m.s.n.m. para mantenimientos de vías asfaltadas es una alternativa eficaz la cual mejora la serviciabilidad de las vías de la ciudad de Puno. La aplicación del slurry seal mejoro la resistencia al deslizamiento obteniendo valores del coeficiente como

resistencia al deslizamiento mayores a 0.73 siendo el mínimo 0.45 especificada en el manual de “especificaciones técnicas EG 2013”, resultando tener una buena fricción entre la carpeta de rodadura y el neumático, esta indica que hay una buena resistencia al deslizamiento y buena textura superficial. Este tipo de mantenimiento de pavimentos flexibles es rentable con significativos beneficios, corrigiendo ahuellamientos y micro fisuras del pavimento.

(Rivera, 2017) en sus tesis titulada: “Evaluación del tratamiento superficial bicapa a nivel de ejecución, de la obra mejoramiento de la ruta AM-100, Bagua La Peca; del circuito vial II-Amazonas” nos plantea como **objetivo** evaluar los tratamientos superficiales bicapas en la ruta AM-100, BABUA EL PARCO, contrastando con el expediente técnico, obteniendo como resultados de la aplicación y análisis del tratamiento superficial bicapa, los siguientes **resultados**, como coeficiente de resistencia al deslizamiento obtuvo un 0.45 utilizando el ensayo del péndulo británico (TRRL) y como resultado del índice de rugosidad internacional 2.25 m/km (IRI) y a través del circulo de arena un valor para la macrotextura de 1.2 mm todos estos cumpliendo con los requerimientos en la norma. Concluyendo que se cumplió con los parámetros establecidos para el proceso y recopilación de información que se usaron en la investigación.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Normativa

- **Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013”.**

El manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” forma parte de los “Manuales de Carreteras” decretada en el normativa peruana de gerencia de infraestructura vial aprobada por el decreto supremo N° 034-2008-MTC e integra uno de los documentos técnicos de carácter normativo, el cual es de régimen nacional y de efecto indispensable por las instituciones responsables de la dirección de los proyectos viales de las tres categorías de gobierno: nacional, regional y local (“Manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p. 1).

- **Manual de carreteras – “Mantenimiento o Conservación vial”.**

De acuerdo al manual “Conservación vial”, con el propósito de ofrecer los dictámenes correctos a emplearse en la dirección de los procesos técnicos de origen rutinario y periódico, las cuales se efectúan en las vías con el fin de conservar los niveles de servicios apropiados, incorporando puentes, túneles y los componentes conformantes de la vía, además de ser una guía para que las instituciones y los profesionales encargados ejecuten, presupuesten, programen e inspeccionen los procesos de mantenimiento en las vías, rigiéndose en las políticas y técnicas de la institución; del mismo modo, a los patrones, guías y a la adecuada práctica de ingeniería (Manual

de carreteras – “Mantenimiento o Conservación vial - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2014, p. 22).

- **Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.**

Según el manual de “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento” en el sector: “suelos y pavimentos”, con el propósito de proveer a los profesionales, puntos de vista similares en temas de suelos y pavimentos para posibilitar el estudio en el diseño de los niveles superiores y de la carpeta asfáltica en vías no pavimentadas y pavimentadas, proveyendo de seguridad estructural con el cual se prevee alcanzar el adecuado performance en términos de eficacia técnico – económica en merced de la población en general (Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p. 1).

- **Manual de “Ensayos de Materiales”.**

De acuerdo con manual de “Ensayo de Materiales” con el propósito de modelar la normativa y técnica, en la realización de los ensayos de laboratorio y de campo, de los materiales a utilizarse en la planificación de proyectos para infraestructura vial, con el fin de afianzar la correcta conducta concierna a los patrones de calidad expuesto para los estudios, obras y actividades de mantenimiento vial (Manual de “Ensayo de Materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2017, p. 7).

- **Manual de Inventarios Viales.**

El manual de “Inventarios Viales” es un instrumento de administración - gestión, el cual tiene como propósito ofrecer los procedimientos y metodologías de manera sucesiva y organizada, en la realización y renovación de los inventarios viales con temple fundamental y cualificado, de tal manera que constituyan documentos que reflejen un registro ordenado, sistemático y actualizado de información de la infraestructura vial existente, especificando su estado situacional a una determinada fecha (Manual de “Inventarios Viales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2016, p. 8).

- **Norma técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos.**

La norma técnica de edificaciones C.E. 010 Pavimentos urbanos tiene por objeto: “establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la mecánica de suelos y de la ingeniería de pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio” (“Norma técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento”, 2010, p. 4).

- **International Slurry Surfacing Association – ISSA.**

La “International Slurry Surfacing Association” es una corporación sin fines de lucro, tiene como propósito promulgar políticas y llevar a cabo actividades para el mejoramiento de todas aquellas personas o empresas involucradas en algún aspecto del sello de lechada de asfalto emulsionado, micro superficie, sello de viruta a base de asfalto e industria de tratamiento de grietas a base de asfalto (International Slurry Surfacing Association - ISSA, 2010, p. 3).

2.2.2. Vías urbanas.

De acuerdo con “Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2006) define a las vías urbanas como “arterias o calles conformantes de un centro poblado, que no forma del Sistema Nacional de Carreteras las que se reglamentan por ordenanzas de los gobiernos locales” (p. 7).

Según la “Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2010) las vías urbanas son definidas como un “espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentra dentro del límite urbano” (p. 39), éstas a su vez se clasifican de acuerdo a su función de la siguiente manera:

- **Vías expresas.**

Denominadas como: “vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez alta”(p.39). Enlazan áreas de alto origen de tráfico, trasladando inmensa magnitud de transporte liviano, con tráfico a alta velocidad y

reducidas circunstancias de asequibilidad. Circunstancialmente el transporte público se realizará por medio de autobús en carriles separados con paraderos en los intercambios. En el trayecto no se autoriza los paraderos, del mismo modo la descarga de mercadería ni el tránsito de peatones (“Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010”, p. 39).

- **Vías arteriales.**

Denominadas como: “vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes. Son vías que se incorporan con el plan de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Se usan para todo tipo de tránsito vehicular”. Circunstancialmente el transporte público se realizará por medio de autobús en vías exclusivas o carriles separados con paraderos e intercambios (“Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010”, p. 40).

- **Vías colectoras.**

Denominadas como: “aquellas que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como acceso hacia las propiedades adyacentes. El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersección semaforizadas, cuando

empalman con vías locales”. El paradero de automóviles se efectúa en zonas contiguas, asignadas de manera especial a este objetivo. Se emplean para todo tipo de automóviles (“Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento”, 2010, p. 40).

- **Vías locales**

Según la “Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2010) las vías locales “son aquellas que tiene por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas” (p.40).

De acuerdo a la clasificación dada por la Norma Técnica de Edificaciones C.E. 010 Pavimentos Urbanos, de acuerdo a la función que prestan dichas vías, la presente investigación se desarrolló en vías locales.

2.2.3. Mantenimiento de pavimentos.

Se clasifica de acuerdo a las condiciones de frecuencia de su aplicación:

- **Mantenimiento rutinario.**

Según la “Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2010), los mantenimientos rutinarios son los “requeridos de manera continua en todas las vías independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, corte de grass, limpieza de drenes y cunetas, mantenimiento de alcantarillas y mantenimiento de la señalización” (p.30).

- **Mantenimiento recurrente.**

De acuerdo con la “Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2010), definen al mantenimiento recurrente como: “requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas” (p.30).

- **Mantenimiento periódico.**

Requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: “sellado de toda la superficie, recapeos, reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito), re - sellado de juntas” (“Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010”, p. 30).

2.2.4. Pavimento flexible.

El pavimento flexible denominado como: “una estructura compuesta por capas granulares (sub base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos”. De manera principal considerado como: “capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente” (Manual de carreteras – “Suelos,

Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p.24).

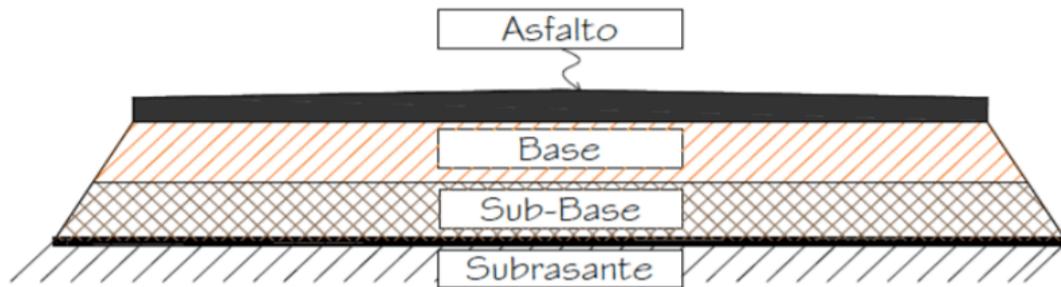


Figura 6 Sección típica transversal de pavimento flexible
Fuente: Armijos (2009)

En la figura anterior, se aprecia una sección típica de las capas de los pavimentos flexibles, las cuales son descritas a continuación:

- **Capa de rodadura.**

De acuerdo con el Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2013), define como “la parte superior de un pavimento, que es de material bituminoso (flexible), cuya función principal es sostener de manera directa el tránsito” (p.24).

- **Base.**

Denominada como: “la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, dicha capa será de material granular drenante ($\text{CBR} \geq 80\%$) o en su defecto será tratada con asfalto, cal o cemento” (Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013”, p.24).

- **Sub base.**

Denominado como: “una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además se utiliza como la capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento” (Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p.24).

2.2.5. Tráfico vial

La demanda de tráfico vial es uno de los aspectos esenciales ya que con estos datos se podrá planificar, diseñar diversas apariencias en la vía, entre los cuales resalta el diseño de pavimento.

El análisis de tráfico vial tendrá que proveer la información del IMDA “índice medio diario anual” para cada tramo de vía que se encuentra en estudio, además, para el análisis del IMDA se necesita de los “índices de variación mensual”, cuya información que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, brinda a través de las estaciones existentes de peaje y pesaje (Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p. 73).

Así mismo, la solicitud de carga por eje, y la presión de las llantas en el suceso de los automóviles pesados (camiones y ómnibus) guardan relación

directa con el deterioro de la vía, el cual se ve reflejado en el ensayo de la viga de Benkelman.

La consecuencia de tránsito se cuantifica en la unidad preterminada según AASHTO, denominada: “Ejes Equivalentes (EE)”, los cuales son: “acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn. de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg²”. Los EE son factores de similitud que simbolizan el factor destructivo de las distintas cargas, por el arquetipo de eje que forman cada tipo de automóvil sobre la estructura del pavimento (Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p. 78).

2.2.6. Índice de condición del pavimento (PCI – Pavement Condition Index).

El PCI “índice de condición del pavimento”, se constituye en el método más completo para la cálculo y calificación objetiva de pavimentos flexibles y rígidos, dentro de los modelos de gestión vial.

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

severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. El PCI es un índice numérico que varía de cero, para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien para un pavimento en perfecto estado” (Vásquez, 2002, p. 2).

A continuación en el siguiente tabla se presenta las distintas jerarquías de PCI con su respectivo inventario cualitativo de la condición del pavimento:

Tabla 1.
Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 – 0	Fallado

Fuente: (Vásquez, 2002)

Para el cálculo del PCI: “se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen *clase*, *severidad* y *cantidad* de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie” (Vásquez, 2002, p. 2).

- **Daños en vías con superficie de concreto asfáltico para cálculo del PCI.**

- **Piel de cocodrilo.**

Denominado como: “una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Al principio, dichas grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo” (Vásquez, 2002, p. 10).

- **Exudación.**

Definida como: “una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento, debido a que el proceso de exudación es irreversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie” (Vásquez, 2002, p. 12).

- **Agrietamiento en bloque.**

Descritas como grietas interconectadas que dividen al pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques se pueden alterar en dimensiones entre 0.30m X 0.30m a 3.00m X 3.00m. Los cuales tiene orígenes en la contracción del concreto asfáltico y los lasos de temperatura diaria “lo cual origina ciclos diarios de esfuerzos / deformación unitaria”. La presente falla no está relacionada con el peso y denotar que el asfalto se ha fortalecido de manera significativa. Difiere de la falla de piel de cocodrilo lo cual genera trozos mas diminutos, de diversos lados y ángulos agudos, asi mismo dicha falla tiene origen por el peso repetido de los vehículos y por consiguiente son ubicados en zonas subyugadas a cargas vehiculares (Vásquez, 2002, p. 14).

- **Abultamientos (bumps) y hundimientos (sags).**

Los abultamiento denominados como: “pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento, se diferencian de los desplazamientos, ya que estos últimos son causados por pavimentos inestables” (p.16), los abultameintos pueden ser causados por diversos factores los cuales pueden ser; expansión por congelación o infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (Vásquez, 2002, p. 16).

Del mismo modo, los hundimientos definidos como desplazamientos con dirección hacia abajo, diminutos y tortuoso, de

la carpeta de rodadura, las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes zonas de la superficie asfáltica, causando grandes o largas depresiones (Vásquez, 2002, p. 16).

▪ **Corrugación.**

Denomida como: “una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastantes regulares, usualmente a menos de 3.0 m”. Las cúspides son verticales al rumbo del tráfico vehicular, en su mayoría es causado por la acción del tránsito y a su vez por una carpeta o base inestable, si estos abultamientos son ocasionados en una serie con menos de 3.0m de separación entre sí, dicha falla se denomina corrugación (Vásquez, 2002, p. 18).

▪ **Depresión.**

Definida como un sector localizado en la superficie asfáltica del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor, en diversos casos dichas fallas sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros”. En pavimentos secos, las depresiones suelen estar ubicadas debido al almacenamientos de las aguas, debido a que éstas son formadas por el asentamiento de la sub rasante o por un mal proceso constructivo, causando rugosidad (Vásquez, 2002, p. 20).

- **Grieta de borde**

Este tipo de fallas son paralelas, y en su mayoría están ubicadas a una distancia entre unos 30 cm y 60 cm del extremo exterior de la vía, dicha falla se agiliza por el peso vehicular y pueden tener un origen por agotamiento, todo ello a causa de las condiciones atmosféricas, de la base o sub-rasante próxima al extremo de la estructura del pavimento (Vásquez, 2002, p. 22).

- **Grieta de reflexión de junta**

Definida como: “la falla que ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland, son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto, inducido por temperatura o humedad bajo la superficie del concreto asfáltico. Este tipo de falla no se relaciona con las cargas; sin embargo, las cargas de tránsito podrían causar alguna rotura de concreto asfáltico cerca a la grieta lo cual con el tiempo se iría descascarando” (Vásquez, 2002, p. 24).

- **Desnivel carril / berma**

La falla tipo desnivel carril / berma denominada como: “una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma, a causa de la erosión de la berma, el asentamiento de la berma o a la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma” (Vásquez, 2002, p. 26).

- **Grietas longitudinales y transversales**

Los fallas del tipo grietas longitudinales denominadas como: “paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y suelen ser causadas por una junta de carril del pavimentos pobremente construida, por la contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto tambien al ciclo de temperatura” (Vásquez, 2002, p. 28).

Del mismo modo, las grietas transversales son extendidas por medio del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción, en su mayoría, éste tipo de fallas no están asociadas a las cargas de tránsito (Vásquez, 2002, p. 28).

- **Parcheo y acometidas de servicios públicos.**

Definida como: “un área de pavimento el cual ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente, un parche se considera un defecto no importa que tan bien haya sido colocado o se comporte, usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original del pavimento, lo cual genera alguna rugosidad a la superficie asfáltica” (Vásquez, 2002, p. 30).

▪ **Pulimiento de agregados**

Principalmente la falla de pulimiento de agregados tiene origen en: “la continua repetición de cargas de tránsito, cuando el agregado en la superficie asfáltica se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente, cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo, este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa” (Vásquez, 2002, p. 32).

▪ **Huecos**

Los huecos son: “depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, en la mayoría de veces con diámetros menores a 90 cm y con forma de tazón, por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior, el crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo, este tipo de fallas se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento, la desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la sub rasante, o simplemente porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta, en la mayoría de casos este tipo de fallas han sido relacionadas a la condición

estructural, y no deben ser confundidas con las fallas tipo desprendimiento o meteorización” (Vásquez, 2002, p. 33).

- **Cruce de vía férrea**

Según Vásquez, (2002), define: “a los defectos asociados al cruce de vía férrea como depresiones o abultamiento alrededor o entre los rieles” (p. 35).

- **Ahuellamiento**

Descrita como: “una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas, puede ser percibida como el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en la mayoría de los casos, sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua, dicha falla se deriva de la deformación de manera continua en cualquiera de las capas del pavimento o de la sub rasante, usualmente ocasionado por consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a la carga del tránsito, una falla tipo ahuellamiento de gran severidad puede llegar a una falla estructural considerable del pavimento” (Vásquez, 2002, p. 37).

- **Desplazamiento**

Denominada como: “un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito, cuando éste empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta que se ve reflejado en la superficie del pavimento. Normalmente, este daño suele ocurrir en pavimento con

mezclas de asfalto líquido inestables entre las cuales resaltan cutback o emulsiones” (Vásquez, 2002, p. 39).

- **Grietas parabólicas (slippage)**

Descritas como: “grietas en forma de media luna creciente, son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. En la mayoría de casos, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura del pavimento. Este tipo de falla no guarda relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada” (Vásquez, 2002, p. 41).

- **Hinchamiento**

Caracterizado por: “un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento o una onda larga y gradual con una longitud mayor a 3.0 m, dicha falla puede estar acompañado de agrietamiento superficial, usualmente, causado por el congelamiento en la sub rasante o por los suelos potencialmente expansivos” (Vásquez, 2002, p. 43).

- **Meteorización / desprendimiento de agregados**

La meteorización o desprendimiento de agregados es: “la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante y de las partículas sueltas del agregado, este tipo de falla es un indicador que el ligante se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla es de pobre calidad. Del mismo modo, dicho desprendimiento puede ser

causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo: vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se considera como desprendimiento” (Vásquez, 2002, p. 44).

2.2.7. Serviciabilidad e Índice de Rugosidad Internacional IRI

De acuerdo con el Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), define a la serviciabilidad como “la capacidad de un pavimento para servir al tránsito para el cual fue diseñado” (p.195), dicho de otro modo, “la satisfacción de los usuarios se refleja en la calidad en que se encuentra la superficie de rodadura y todos sus elementos relacionado con la seguridad vial”.

Según AASHTO “American Association of State Highways and Transportation Official”, fueron los primeros en organizar y clasificar una metodología para el cálculo del nivel de deterioro de las superficies de rodadura, relacionando las condiciones funcionales con las estructurales. Para ello importaron el término PSI “Present Serviciability Index”, que tuvo orígenes en un sondeo realizado en los años 60 entre transportistas de las vías de los EE.UU., la cual se clasificó en un rango que varía desde cero 0, para una superficie de rodadura intransitable, hasta un cinco 5, para superficies en perfectas condiciones de uso – situación ideal.

En la siguiente tabla se muestra el índice de serviciabilidad que varía entre 0 a 5 con su respectivo índice cualitativo:

Tabla 2

Escala de índice de serviciabilidad

Índice de serviciabilidad	Calidad
5	Muy buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mal
0	Pésima

Fuente: Guía AASHTO

La calificación de la metodología PSI “Present Serviciability Index” o el Índice de Serviciabilidad es una evaluación visual de las condiciones en las que se encuentra la superficie de un pavimento.

A partir de los estudios realizados por la Empresa Brasileña de Planificación de Transporte GEIPOT en 1982 y (Paterson, 1987), analizaron y configuraron las consecuencias físicas de deterioro y mantenimiento de una vía, definiendo un nuevo indicador al cual se le designó como IRI “Índice de Rugosidad Internacional”, el cual hace referencia a la regularidad superficial del pavimento en el que se ve afectado la circulación de automóviles en términos de seguridad, confort, velocidad de viaje y desgaste de partes del vehículo (Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p. 196).

Los múltiples estudios realizados por el Banco Mundial permitieron determinar: “la rugosidad tanto con equipos correctamente calibrados, como

a partir de evaluaciones visuales que guardan relación con el tipo y estado general del pavimento con la velocidad operación de los vehículos”.

En la siguiente tabla se observa el rango de rugosidad para distintos tipos de pavimento de acuerdo a la condición en las que se encuentra:

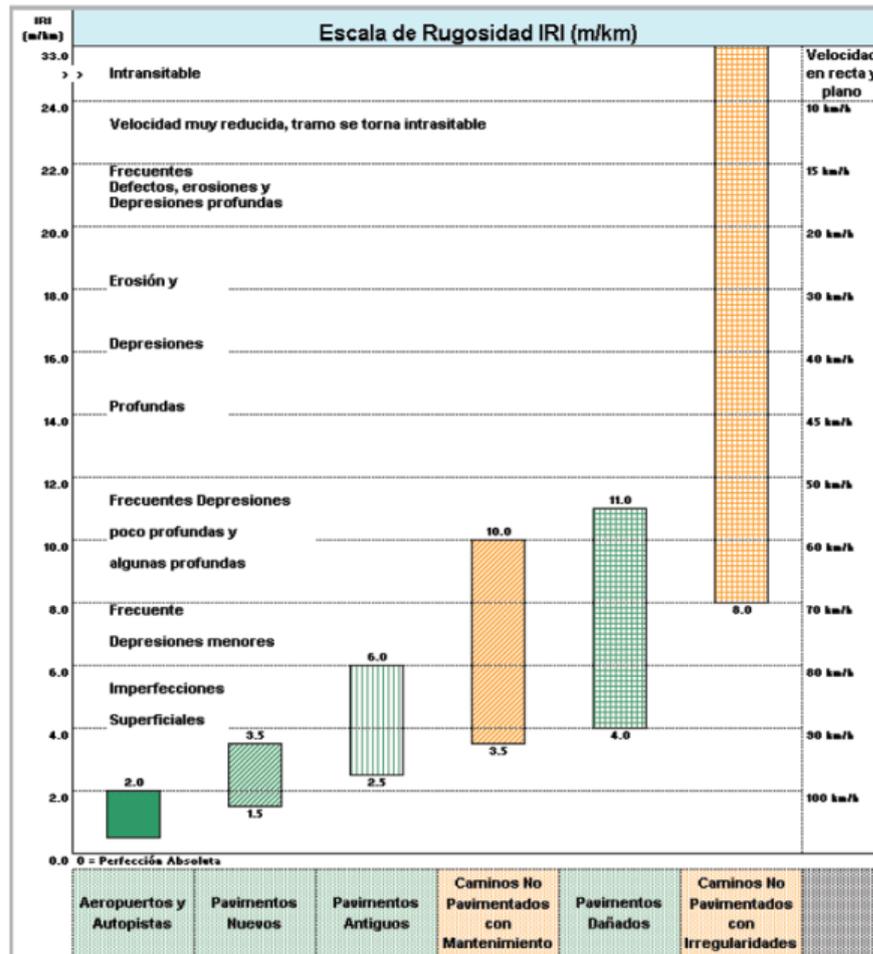


Figura 7 Escala de rugosidad IRI (m/km)

Fuente: “Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements, Sayers M.W. Gillespie T.D., Paterson W.D; World Bank Technical Paper Number No. 46, 1986”.

Para la presente investigación se optó realizar el cálculo de IRI con la metodología de nivel ingeniero y mira de nivel, apoyado con el software ProVAL 3, programa especializa para el análisis y visualización de perfiles (profile viewing and analysis software).

Una regularidad superficial óptima permite condiciones de seguridad y comodidad, ya que las vibraciones del vehículo serán mínimas, lo cual se relaciona al costo de operación de los vehículos, esto a raíz de un mayor desgaste de los neumáticos, aumento del tiempo de viaje, incremento en el consumo de combustible. Además, de los efectos dinámicos no solo reflejan en los vehículos, sino también en modificaciones de estado de esfuerzos y deformaciones en la estructura del pavimento, lo que aumenta el costo de conservación del pavimento. En otras palabras, si la superficie del pavimento presenta una buena rugosidad, la vida útil será mayor a comparación de otro pavimento que cuente con mayores deformaciones (Badilla, 2009, p. 30).

2.2.8. Deflexión de un pavimento flexible – viga Benkelman.

Según el Manual de “Ensayo de Materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2017), define a la deflexión como “deformación elástica que sufre un pavimento bajo la acción de una carga rodante normalizada” (p. 962), por medio de la cual es factible determinar el agotamiento adelantado de la estructura a causa de las cargas efectuadas por el tránsito vehicular.

Las deflexiones causadas en la carpeta asfáltica de la vía, por acción de las cargas de los automóviles, podrían ser establecidas haciendo uso de deflectómetros tales como el reconocido ensayo “Viga Benkelman”, denominado así en honor al Ing, A.C. Benkelman, quién fue el que desarrolló en el año 1953 como aporte al programa de ensayos viales de la Western Association of State Highway Officials (WASHO Road Test).

“Desde entonces el uso ha sido difundido ampliamente en diversos proyectos de evaluación estructural de pavimentos flexibles, tanto por su practicidad como por la naturaleza directa y objetiva de los resultados que nos proporciona” (Hoffman & Del Aguila, 1985, p. 15).

El campo de aplicación del ensayo de la viga Benkelman es muy extenso, empleándose de manera principal en: “determinar la vida útil permanente de un pavimento, evaluar estructuralmente los pavimentos con fines de mantenimiento, mejoramiento o rehabilitación, evaluar los métodos de diseño de los pavimentos y el control de ejecución de obras, del mismo modo evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura debido a las solicitantes del tránsito que lo utiliza, y finalmente para poder establecer si el pavimento presente suficiencia sin presentar fatiga estructural de manera creciente” (Manual de “Ensayo de Materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” , 2017, p. 962).

De acuerdo Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2013), los valores de deflexión serán comparados con el valor límite admisible, que está definida como: “la deflexión tolerable que garantiza un comportamiento satisfactorio del pavimento en relación con el tráfico que debe soportar, para las normas Peruanas”, se han adoptado la relación propuesta para el parquet estructural del pavimento haciendo referencia a la “CONREVIAL (Estudio de Rehabilitación de Carreteras del País. MTC – Perú)”, llegando a la siguiente formula:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N}\right)^{0.25}$$

Donde:

D_{adm} : Deflexión admisible en mm (a comparar con deflexiones viga Benkelman).

N : Número de repeticiones de eje equivalente en millones.

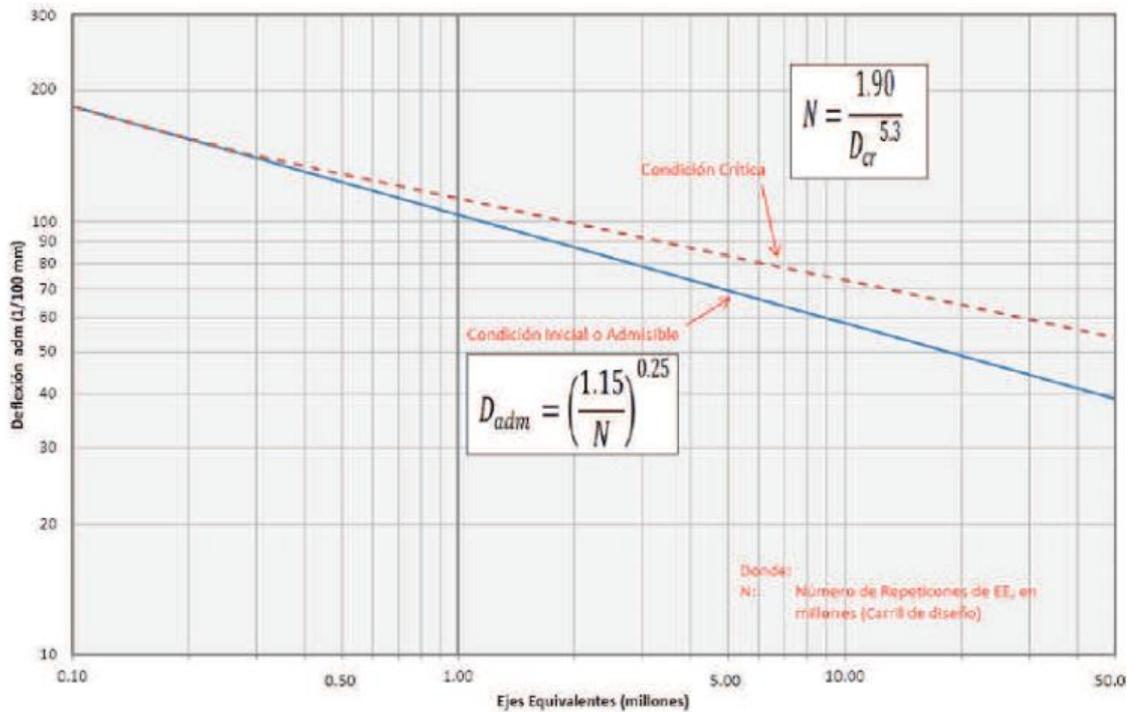


Figura 8 Gráfico de deflexiones admisibles

Fuente: Manual de carreteras – “Suelos, Geología y Pavimentos – Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2013)

En el gráfico mostrado, las deflexiones características y admisibles serán comparadas mediante un análisis combinado de los resultados de la evaluación, presentándose una serie de posibilidades que serán analizadas con la finalidad de: “establecer la capacidad estructural del pavimento existente en relación al tráfico y cargas vehiculares que recibe dicha estructura, para luego definir si la estructura del pavimento es adecuada o

sólo requiere de algún tipo de mantenimiento superficial, o se encuentra fatiga requiriendo un esfuerzo estructural, o la estructura se encuentra deficiente y requiere una reconstrucción parcial o total”.

2.2.9. Resistencia al deslizamiento en el pavimento – péndulo británico.

La resistencia al deslizamiento está definida como: “la fuerza que se desarrolla a lo largo de la superficie de un pavimento, cuando una rueda está frenada o impedida de girar, usualmente, la resistencia al deslizamiento es entendida como la propiedad de una superficie que impide el deslizamiento de un cuerpo sobre ella” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2017, p. 975).

Por consiguiente, el termino descrito en líneas anteriores está relacionado directamente con el coeficiente de fricción que es: “una razón entre la resistencia al deslizamiento y la fuerza normal a la superficie donde el cuerpo se desliza”.

Las características al deslizamiento del pavimento, podría ser definida como: “la adherencia superficial” la cual está establecida por dos principales tipos de condiciones que a continuación son explicadas:

- **Microtextura**

De acuerdo con (Roco, Fuentes, & Valverde, 2016) define a la microtextura de la siguiente manera: “correspondiente a la textura superficial propia de la superficie de los agregados pétreos, las cuales pueden presentar características de tipo áspero o pulida”.

- **Macrotextura**

Se refiere a: “la textura superficial del pavimento, proveniente del efecto conjunto de las partículas de los agregados pétreos que sobresalieron de la superficie, dicho de otro modo, son las que conforman el tipo de mezcla que exista en la superficie, en el caso de tratamientos superficiales, la macrotextura será de agregado grueso, mientras en el caso de mezclas densas convencionales, la macrotextura será más fina” (Roco, Fuentes, & Valverde, 2016).

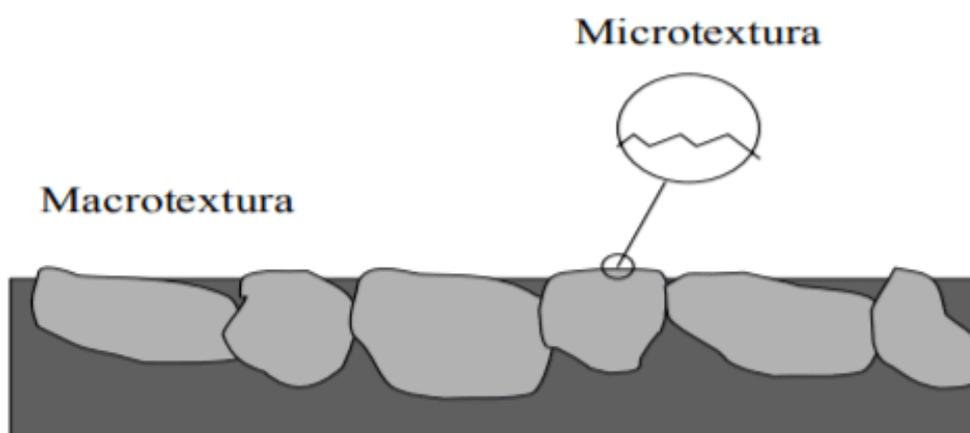


Figura 9 Diferencia entre macrotextura y microtextura
Fuente: Roco, Fuentes & Valverde (2016)

En otras palabras, el resultado de la combinación entre la microtextura y la macrotextura será lo que denominamos como resistencia al deslizamiento que presenta un pavimento.

- **Mediciones de resistencia al deslizamiento**

Para calcular las cualidades antideslizantes de un pavimento, se obtiene el C.R.D. “coeficiente de resistencia al deslizamiento” mediante el ensayo del péndulo Británico (TRRL) perteneciente al MTC E 1004.

El método para calcular el C.R.D. debe seguir una secuencia de medidas resistentes al deslizamiento con el péndulo Británico, este péndulo es: “dinámico ya que se utiliza para cuantificar la energía perdida cuando el borde de un patín de goma se desliza sobre la superficie del pavimento”.

El ensayo MTC E 1004 “Determinación del coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento con péndulo Británico”, consta en: “la medición de la pérdida de energía de un péndulo de características conocidas provisto en su extremo de una zapata de goma, cuando la arista de la zapata roza, con una presión determinada sobre la superficie a ensayar, y en una longitud fija, esta pérdida de energía se mide por el ángulo suplementario de la oscilación de dicho péndulo” (Manual de ensayo de materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2017, p. 975).

La unidad que mide el coeficiente de roce del pavimento es el BTN - British Pendulum Number (Número de Péndulo Británico), el cual tiene un rango que va desde 0 a 100. Los resultados de los ensayos se expresan en tanto por uno, de la siguiente manera:

$$\text{Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento CRD} = \frac{\text{Lectura efectiva de BPN}}{100}$$

En la siguiente figura se muestra la corrección del coeficiente obtenido, para expresar los resultados a 20°C, debido a lo siguiente: “las medidas efectuadas sobre los pavimentos siempre están afectadas por las variaciones de temperatura de la zapata y de la superficie ensayada, lo cual las uniformidades de las medidas se realizan bajo cualquier condición climática exigiendo los coeficientes de corrección”.

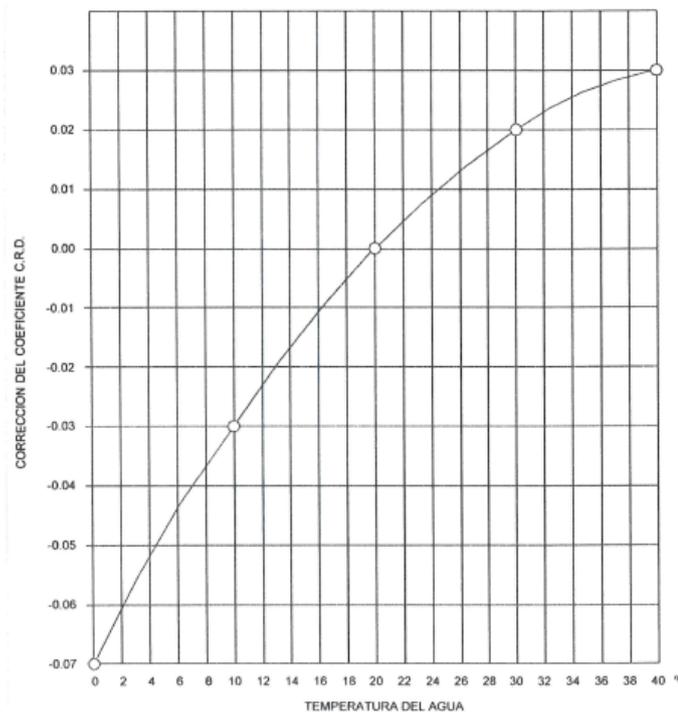


Figura 11 Corrección del coeficiente de resistencia al deslizamiento a distintas temperaturas para obtener el valor correspondiente a 20°C

Fuente: Manual de “ensayo de materiales – Ministerio de Transportes y Comunicaciones”

2.2.10. Textura superficial del pavimento – círculo de arena.

Definida como la características geométrica de la superficie de la carpeta de rodadura conformada por la unión de agregado y asfalto. definida como “la geometría más fina del perfil longitudinal de una carretera” (Archútegieta, 1996).

Según (Robinson , Arancibia, & Wahr, 2003) define a la textura superficial del pavimento como “la característica que debe tener la carpeta de rodadura para alcanzar un nivel de seguridad en su resistencia al deslizamiento ya sea al momento de frenado, controlando al vehiculo en zona de curvas o en diferentes maniobras”.

De acuerdo con (AIPCR – 1995) “Asociación Internacional de Congreso de Carreteras”, la textura superficial se clasifica en: megatextura, macrotextura y microtextura, que dependen de la longitud de onda, como se muestra en la siguiente imagen:

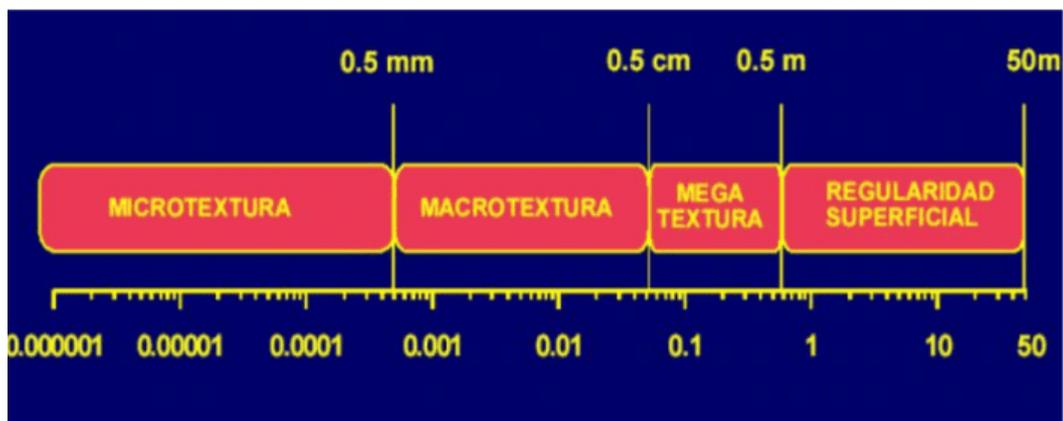


Figura 12 Clasificación del perfil según la AIPCR
Fuente: Asociación Internacional de Congreso de Carreteras

Tabla 3
Clasificación de textura superficial según AIPCR

Textura	Longitud de onda
Mega Textura	50 – 500 mm
Macro Textura	0.5 – 50 mm
Micro Textura	0.0 – 0.5 mm

Fuente: Asociación Internacional de Congreso de Carreteras

Según (Achútegui, Crespo, Sánchez, & Sánchez, 2003) “la longitud de onda de textura está definida como la distancia mínima existente entre partes de la curva que se repiten periódicamente en dirección longitudinal al plano del pavimento”.

A lo largo de distintos estudios, llegaron a la conclusión que los factores que dependen de un pavimento para lograr niveles adecuados de fricción entre un neumático depende de dos, la macrotextura y microtextura.

La diferencia entre macrotextura y microtextura es que ésta última influye en la fricción, mientras que la macrotextura en la capacidad de evacuación del agua, lo que a su vez ayuda a mejorar la fricción.

(Pagola, 1995) explica que “es de suma importancia evacuar el agua de la superficie de rodadura de un pavimento, de tal manera que exista un mayor contacto entre el neumático del vehículo y el pavimento”.

- **Círculo de arena**

Con el siguiente ensayo, se logra: “determinar la profundidad de la macrotextura de la superficie del pavimento, mediante la aplicación de un volumen conocido de material y subsecuente medición del área total

cubierta por éste” (Manual de “Ensayo de Materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” , 2017, p. 989).

La presente metodología es adecuada para ensayos insitu con lo cual se pretende calcular el promedio de profundidad de macrotextura de una superficie de un pavimento. “El conocimiento de la profundidad de macrotextura del pavimento sirve como herramienta para caracterizar la textura de la superficie. Cuando es utilizado conjuntamente con otros ensayos, los valores de profundidad de macrotextura derivados de este método pueden ser utilizados para determinar las capacidades de resistencia al deslizamiento del pavimento”, es el caso del presente trabajo de investigación, se realizó conjuntamente con el ensayo del péndulo Británico (Manual de “Ensayo de Materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2017, p. 989).

Para los cálculos del ensayo, se presenta a continuación la siguientes formulas:

Para el volumen interno del cilindro:

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

Donde:

- V : Volumen interno del cilindro, mm³.
- D : Diámetro interno del cilindro, mm³.
- h : Altura del cilindro, mm³.

Para el promedio de profundidad de macrotextura del pavimento, se utiliza la siguiente ecuación:

$$MDT = \frac{4V}{\pi D^2}$$

Donde:

- MDT : Porfundidad media de macrotextura, mm.
- V : Volumen de arena utilizada, mm³
- D : Diámetro promedio del área cubierta por la arena, mm.

En la siguiente figura, se muestra los instrumentos para realizar dicho ensayo:

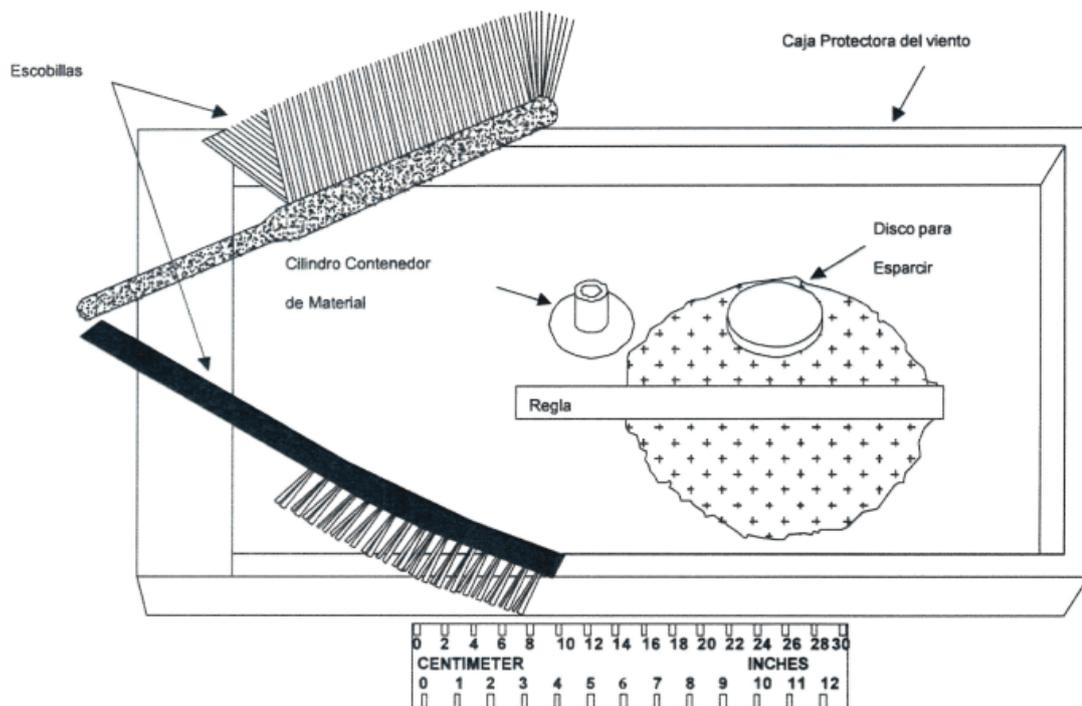


Figura 13 “Instrumentos para medir la profundidad de macrotextura de la superficie del pavimento”
Fuente: Manual de “Ensayos de Materiales – Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2017)

2.2.11. Alternativas de mantenimiento recurrente.

- **Mortero asfáltico – slurry seal**

Mortero asfáltico consiste en: “una mezcla de asfalto emulsionado, agregado mineral, agua y aditivos, proporcionado, mezclado y uniformemente repartidas en una superficie adecuadamente preparada”. El sello en suspensión se aplicará como una estera homogénea, se adhieren firmemente a la superficie preparada, y tienen una textura resistente al deslizamiento a lo largo de su vida de servicio (International Slurry Surfacing Association - ISSA, 2010).

- **Agregados pétreos y polvo mineral**

El material agregado pétreo y polvo mineral para la fabricación de slurry seal tendrá las siguientes características:

Tabla 4

Requerimiento para los agregados - mortero asfáltico - slurry seal

Ensayos	Norma	Requerimiento
Perdida en sulfato de Mg	MTC E 209	18 % máx.
Desgaste los Ángeles	MTC E 207	25 % máx.
Índice de plasticidad	MTC E 111	NP
Equivalente de arena	MTC 114	40% min
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.
Adherencia (Riedel Weber)	MTC E 220	4 min.

Fuente: (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013)

El agregado y filler deberá tener las siguientes características granulométricas:

Tabla 5
Requerimiento para los agregados - mortero asfáltico - slurry seal

Tipo	I	II	III
Tamaño de tamiz	% Pasa	% Pasa	% Pasa
3/8" (9,50 mm)	100	100	100
N°. 04 (4,75 mm)	100	90-100	70-90
N°. 08 (2,36 mm)	90-100	65-90	45-70
N°. 16 (1,18 mm)	65-90	45-70	28-50
N°. 30 (0,60 μ m)	40-60	30-50	19-34
N°. 50 (0,30 μ m)	25-42	18-30	12-25
N°. 100 (0,15 μ m)	15-30	10-21	7-18
N°. 200 (0,075 μ m)	10-20	5-15	5-15

Fuente: ISSA A 105

La arena deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales. “La proporción de arena natural no podrá exceder del 25% de la masa total del agregado combinado. El polvo mineral incluido en los agregados podrá complementarse o suplirse con un producto comercial o especialmente preparado, cuya misión sea controlar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión del mortero asfáltico” (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013”, p.532).

- **Emulsión asfáltica**

Definida como: “un producto bituminoso compuesto por cemento asfáltico, emulsificante y agua, que al ponerse en contacto con el material pétreo produce un desequilibrio que ocasiona su rotura, llevando las partículas del asfalto a adherirse a la superficie del material pétreo, que pueden ser utilizados en riegos de imprimación y liga, sellos de arena – asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfálticos asfáltico” (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013).

El asfalto es hidrófobo por naturaleza, es decir, repulsivo al agua, lo cual obliga a usar productos emulsificantes durante el proceso de fabricación de la emulsión, formando de tal manera una solución jabonosa con agua y otros aditivos como el cloruro de calcio y/o ácido clorhídrico (Talavera, 2001).

Los composición de una emulsión asfáltica es la siguiente; cemento asfáltico, comprende entre un 50% a 70% siendo el elemento principal; agua, es de suma importancia que sea pura y que no contenga minerales u otros elementos que afecten a la producción de la emulsión; emulsificante, tiene como función principal estabilizar la emulsión, con lo cual evita la formación de varias fases y de ser necesario; los aditivos.

Las emulsiones asfálticas; tienen una estructura química que se clasifican, por el tipo de emulsificante, de la siguiente manera:

- **Emulsión aniónica**, “en este tipo de emulsiones el agente emulsificante confiere una polaridad negativa a los glóbulos, osea que éstos adquieren una carga negativa”.
- **Emulsión catiónica**, “en este tipo de emulsiones el agente emulsificante confiere una polaridad positiva a los glóbulos, en otras palabras adquieren una carga positiva”.
- **Emulsiones no iónicas**, “tienen partículas de asfalto neutras y no migran a ningún polo”.

También se clasifican por la velocidad de rotura, de la siguiente manera; rotura rápida (Rapid Setting – RS), rotura media (Medium Setting – MS) y finalmente rotura lenta (Slow Setting – SS).

La rotura es: “una propiedad de cada emulsión que puede facilitar el mezclado. Una emulsión RS tiene mínima o carece de habilidad para mezclarse con un agregado, una emulsión MS se espera que se mezcle con agregados gruesos, pero no finos y una emulsión SS permite la mezcla con agregados finos” (Vera, 2015).

Adicionalmente, tiene una subdivisión la cual mediante la incorporación de número indican la viscosidad y dureza de los cementos asfálticos empleados como base. Se antepone la letra “C” al tipo de emulsión, lo que significa “Emulsión catiónica”, si no se

antepone ninguna letra significa que es una emulsión aniónica o no iónica.

- **Agua**

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas, el pH, de acuerdo a la norma NTP 339.073, deberá estar comprendida entre los valores 5.5 y 8.0 y el contenido de sulfatos, denominado como SO₄ y determinando de acuerdo a la norma NTP 339.074, no podrá ser mayor a 3.000 ppm, determinado de acuerdo a la norma NTP 339.072. En otras palabras, se considera idóneo el agua potable y se utilizará sin la necesidad de efectuar ensayos de calificación descritos anteriormente (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p. 553).

- **Tratamientos superficiales**

Este tipo de mantenimiento consiste en: “la colocación de una (tratamiento superficial monocapa) o más capas de tratamiento (asfalto, agregados y de ser el caso, aditivos si es necesario) sobre una superficie de una base imprimada o cualquier otra, preparada con tal finalidad. Para el caso de tratamientos múltiples, a partir de la segunda capa se repite el riego asfáltico y la colocación de agregado pétreo” (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013”, p. 507).

- **Agregados pétreos**

Los agregados pétreos para la realización de los tratamientos superficiales deberán cumplir con las siguientes exigencias de calidad:

Tabla 6
Exigencias de calidad para agregados - tratamientos superficiales

Ensayos	Especificaciones
1. Partículas fracturadas del agregado grueso con un cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.
2. Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
3. Partículas chatas y alargadas (ASTM D 4791 – NTP 400.4)	15% máx.
4. Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
5. Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
6. Adherencia (ASTM D 1664 – AASHTO T 182)	+95
7. Terrones de arcilla y partículas friables (MTC E 212)	3% máx.
8. Sales solubles total (MTC E 219)	0.5% máx.

Fuente: (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013)

Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7

Rangos de la gradación de agregados para tratamientos superficiales

N°	Tamaño	Tipo de material (porcentaje que pasa)								
		1 ½''	1''	¾''	½''	3/8''	N°4	N°8	N°16	N°50
5	1'' a 1½''	100	90-100	20-55	0-10	0-5				
6	¾'' a 3/8''		100	90-	20-55	0-15	0-5			
				100						
7	½'' a N°4			100	90-100	40-70	0-15	0-5		
8	3/8'' a N°8				100	85-100	10-30	0-10	0-5	
9	N°4 a N°16					100	85-100	10-40	0-10	0-5

Fuente: ASTM D 448

▪ Emulsión asfáltica

Definida como: “un producto bituminoso compuesto por cemento asfáltico, emulsificante y agua, que al ponerse en contacto con el material pétreo produce un desequilibrio que ocasiona su rotura, llevando las partículas del asfalto a adherirse a la superficie del material pétreo, que pueden ser utilizados en riegos de imprimación y liga, sellos de arena – asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfáltico” (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013).

El asfalto es hidrófobo por naturaleza, es decir, repulsivo al agua, lo cual obliga a usar productos emulsificantes durante el

proceso de fabricación de la emulsión, formando de tal manera una solución jabonosa con agua y otros aditivos como el cloruro de calcio y/o ácido clorhídrico (Talavera, 2001).

La composición de una emulsión asfáltica es la siguiente; cemento asfáltico, comprende entre un 50% a 70% siendo el elemento principal; agua, es de suma importancia que sea pura y que no contenga minerales u otros elementos que afecten a la producción de la emulsión; emulsificante, tiene como función principal estabilizar la emulsión, con lo cual evita la formación de varias fases y de ser necesario; los aditivos.

Las emulsiones asfálticas; tienen una estructura química que se clasifican, por el tipo de emulsificante, de la siguiente manera:

- **Emulsión aniónica**, “en este tipo de emulsiones el agente emulsificante confiere una polaridad negativa a los glóbulos, osea que éstos adquieren una carga negativa”.
- **Emulsión catiónica**, “en este tipo de emulsiones el agente emulsificante confiere una polaridad positiva a los glóbulos, en otras palabras adquieren una carga positiva”.
- **Emulsiones no iónicas**, “tienen partículas de asfalto neutras y no migran a ningún polo”.

También se clasifican por la velocidad de rotura, de la siguiente manera; rotura rápida (Rapid Setting – RS), rotura media (Medium Setting – MS) y finalmente rotura lenta (Slow Setting – SS).

“La rotura es una propiedad de cada emulsión que puede facilitar el mezclado. Una emulsión RS tiene mínima o carece de habilidad para mezclarse con un agregado, una emulsión MS se espera que se mezcle con agregados gruesos, pero no finos y una emulsión SS permite la mezcla con agregados finos” (Vera, 2015).

Adicionalmente, tiene una subdivisión la cual mediante la incorporación de número indican la viscosidad y dureza de los cementos asfálticos empleados como base. Se antepone la letra “C” al tipo de emulsión, lo que significa “Emulsión catiónica”, si no se antepone ninguna letra significa que es una emulsión aniónica o no iónica.

- **Tratamiento superficial monocapa / simple**

La dosificación para el tratamiento superficial monocapa son dadas en cantidades semejantes de los materiales, que deberán estar ajustados para las condiciones de cada proyecto, para la presente investigación se aplicó las recomendadas por el MTC, que son expuestas en la siguiente tabla:

Tabla 8

Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple

Tamaño agregado	N° huso	Cantidad	Cantidad de asfalto l/m2	Tipo y grado de asfalto	
		agregado m3/m2		Tiempo cálido (+26.7°C)	Tiempo frío (06-26.7°C)
1'' a ½''	5	0.017	1.90	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 2 PEN 120-150	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150
¾'' a 3/8''	6	0.012	1.68	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150	MC 800 RC 800 RS 2 CRS 1,2
½'' a N°4	7	0.008	1.04	MC 3000 RC 800, 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 200-300	MC 800 RC 250, 800 RS 2 CRS 1,2
3/8'' a N°8	8	0.006	0.86	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2
N°4 a N°16	9	0.004	0.59	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2

Fuente: ASTM D 1369.

Se recomienda incrementar entre un 5 a 10 % las cantidades de material bituminoso cuando sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

- **Tratamiento superficial bicapa**

Consiste en la aplicación de dos capas del ligante bituminoso y del agregado pétreo, la dosificación para la presente investigación fue aplicada de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la cual se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 9

Cantidades aproximadas de materiales para tratamiento superficial bicapa.

Aplicaciones	Tamaño agregado	N° huso granulométrico	Cantidad agregado m ³ /m ²	Cantidad asfalto l/m ²
1° aplicación	1'' a ½''	5	0.017	1.90
2° aplicación	½'' a N° 04	7	0.008	1.18
1° aplicación	¾'' a 3/8''	6	0.012	1.68
2° aplicación	3/8'' a N° 08	8	0.006	0.91

Fuente: ASTM D 1369.

Se recomienda incrementar entre un 5 a 10 % las cantidades de material bituminoso cuando sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

- **Apertura al tráfico**

Se recomienda: “evitar todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las 24 horas siguientes a su culminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad mayor a 30 km/h. En ningún caso se permitirá el tránsito vehicular antes de las 2 horas de concluida la compactación” (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013).

2.3. Definición de términos

- **BPN;** son las siglas correspondientes a British Pendulum Number (Número de Péndulo Británico), definida como: “la unidad de medida del coeficiente de roce del pavimento, cuyo rango varia desde 0 a 100” (Manual de Ensayo de Materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2017).
- **Emulsión asfáltica;** definidas como: “un producto bituminoso compuesto por cemento asfáltico, emulsificante y agua, que al ponerse en contacto con el material pétreo produce un desequilibrio que ocasiona su rotura, llevando las partículas del asfalto a adherirse a la superficie del material pétreo, que pueden ser utilizados en riegos de imprimación y liga, sellos de arena – asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfáltico” (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013).
- **Macrotextura;** se refiere a la “textura superficial del pavimento, proveniente del efecto conjunto de las partículas de los agregados pétreos que sobresalieron de la superficie”, dicho de otro modo, “son las que conforman el tipo de mezcla que exista en la superficie, en el caso de tratamientos superficiales, la macrotextura será de agregado grueso, mientras en el caso de mezclas densas convencionales, la macrotextura será mas fina “ (Roco, Fuentes, & Valverde, 2016).
- **Mantenimiento recurrente;** definida como: “el requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas” (“Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos”).

- **Microtextura;** correspondiente a la textura superficial propia de la superficie de los agregados pétreos, las cuales pueden presentar características de tipo áspero o pulida (Roco, Fuentes, & Valverde, 2016).
- **Mortero asfáltico – slurry seal;** consiste en una mezcla de asfalto emulsionado, agregado mineral, agua y aditivos, proporcionado, mezclado y uniformemente repartidas en una superficie adecuadamente preparada (International Slurry Surfacing Association - ISSA, 2010).
- **Niveles de servicio;** son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad (Manual de carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial - Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- **Pavimento flexible;** definida como: “una estructura compuesta por capas granulares (sub base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente” (Manual de carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013, p.24).

- **Tratamientos superficial bicapa;** consiste en la colocación de dos capas de la mezcla de asfalto, agregados y de ser el caso de aditivos, sobre la superficie de una base imprimada o cualquier otra, preparada con tal finalidad (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013).
- **Tratamientos superficial monocapa;** consiste en la colocación de una capa de la mezcla de asfalto, agregados y de ser el caso de aditivos, sobre la superficie de una base imprimada o cualquier otra, preparada con tal finalidad (Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013).
- **Vías locales;** son aquellas que tiene por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas (“Norma Técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos”).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La alternativa de mantenimiento recurrente mortero asfáltico – slurry seal, genera resultados satisfactorios frente a las demás alternativas tales como tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en las vías locales pavimentadas del sector C del distrito de Chilca.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El mortero asfáltico – slurry seal genera resultados satisfactorios al devolverle los valores de rugosidad a las vías locales pavimentadas en relación a las otras alternativas estudiadas.

- b) El mortero asfáltico – slurry seal y tratamiento superficial monocapa favorecen significativamente al incrementar los valores de resistencia al deslizamiento en las vías locales pavimentadas con respecto a las otras alternativas mencionadas.
- c) El tratamiento superficial bicapa genera mejores valores significativos en la macrotextura de las vías locales pavimentadas en cuanto a las otras alternativas estudiadas.

2.4.3. Definición conceptual de la variable

- **Variable independiente (X): Mantenimiento recurrente**

Requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen de tráfico. Por ejemplo; reparación de baches y bordes sellado de grietas (“Norma técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento”, 2010).

- **Variable dependiente (Y): Pavimentadas**

Superficie de rodadura que se encuentra revestida por mezcla bituminosa (pavimento flexible) o de concreto portland (pavimento rígido) (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial – Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013). Para la presente investigación se tomó en cuenta solo los pavimentos flexibles.

2.4.4. Definición operacional de la variable

- **Variable independiente (X): Mantenimiento recurrente**

Se consideraron tres tipos de mantenimientos recurrentes: mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa.

- **Variable dependiente (Y): Pavimentadas**

Se realizaron pruebas insitu, antes y despues de colocar los tipos de mantenimientos recurrentes, las pruebas fueron: índice de rugosidad internacional (nivel de ingeniero), resistencia al deslizamiento (péndulo Británico) y textura superficial – macrotextura (método círculo de arena).

2.4.5. Operacionalización de las variables

DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES (FACTORES)	INDICADORES (DEFINICION CONCEPTUAL)	UNIDAD DE MEDICION
<p>Variable independiente (x) Mantenimiento recurrente: Requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen de tráfico. Por ejemplo; reparación de baches y bordes sellado de grietas (“Norma técnica de Edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento”, 2010).</p>	Mortero asfáltico - slurry seal	Agregados pétreos	%
		Material bituminoso - emulsión asfáltica	%
		Agua	%
	Tratamiento superficial monocapa	Agregados pétreos	%
		Material bituminoso - emulsión asfáltica	%
	Tratamiento superficial bicapa	Agregados pétreos	%
Material bituminoso - emulsión asfáltica		%	
<p>Variable dependiente (y) Pavimentadas: Superficie de rodadura que se encuentra revestida por mezcla bituminosa (pavimento flexible) o de concreto portland (pavimento rígido) (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial – Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, 2013).</p>	Rugosidad	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	m/km
	Resistencia al deslizamiento	Péndulo Británico (TRRL)	%
	Textura superficial - macrotextura	Método del círculo de arena	mm

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método general de investigación que se aplicó en el presente trabajo de investigación fue el método científico, ya que se empleó un conjunto de procedimientos y planes las cuales están definidas como: el planteamiento del problema, formulación de la hipótesis, diseño del experimento, recopilación de datos, interpretación de resultados y obtención de conclusiones lo cual nos conllevó a un conocimiento universal válido.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicó en el presente trabajo de investigación fue aplicado, ya que se busco la consolidación del saber, la aplicación de conocimientos científicos básicos con la finalidad de solucionar problemas y producir cambios en un determinado sector de la realidad, en nuestro caso las vías pavimentadas en mal estado del sector C del distrito de Chilca.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación que se aplicó en el presente trabajo de investigación fue descriptivo comparativo, ya que busca identificar y describir las propiedades y características relevantes de cualquier fenómeno que este en estudio, describiendo tendencias de un grupo o población, respondiendo a las preguntas ¿Cuáles son?, ¿Cómo es? Es decir pretende recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a la que se refiere, la cual no tiene como objetivo indicar como se relacionan.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación que se aplicó en el presente trabajo de investigación fue causi-experimental, ya que hubo manipulación de variables para conocer las relaciones entre ellas y poder medir los resultados todo ello con una muestra ya determinada.

En tal sentido, la manipulación de variables fueron determinadas como las vías locales de pavimento flexible del sector C del distrito de Chilca, a lo cual se le realizaron análisis previos, el PCI en este caso, para luego ser relacionada a través de los mantenimientos recurrentes propuestos en el presente trabajo de investigación.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población que se intervino en el presente trabajo de investigación fue el sector C del distrito de Chilca.

3.5.2. Muestra

La muestra será no probabilística según (Hernández, Fernández , & Baptista, 2014, pág. 388), en tal sentido, la muestra se encuentra conformada por las vías locales pavimentadas del sector C del distrito de Chilca, por lo cual se realizó la evaluación del índice de condición del pavimento (PCI) a todas las vías locales de pavimento flexible, con la ayuda de fichas de observación para posteriormente ser procesadas mediante el software EvalPav, los resultados se encuentran en la sección de anexos, finalmente se logró determinar cómo unidad de muestra al Jr. Augusto B. Leguía tramo Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- **Observación de campo**

La observación de campo definida como: “el recurso principal de la observación descriptiva, se realiza de manera insitu, en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados”.

Para el presente trabajo de investigación se hizo un recorrido por todas las vías locales del sector C de pavimento flexible identificando visualmente los diferentes tipos de fallas que se encuentran en dichas vías.

- **El fichaje**

El fichaje es: “una técnica auxiliar de todas las demás técnicas empleada en una investigación científica, consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente

elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorrar mucho tiempo, espacio y dinero” (Oseda, y otros, 2018, p. 183-184).

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron fichas de evaluación, para los diferentes análisis previos antes de la aplicación de los mantenimientos recurrentes, como por ejemplo; ficha de evaluación para el conteo vehicular, ficha de evaluación para PCI y por último ficha de comparación de resultados entre los tres tipos de mantenimientos recurrentes aplicados; mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa.

- **Pruebas estandarizadas:**

Las pruebas realizadas a los agregados son de suma importancia, ya que estos resultados arrojados indican la calidad de dicho material, para luego ser comparado con las especificaciones que nos brinda el Manual de carreteras – “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - Ministerio de Transportes y Comunicaciones” lo cual indicará si el agregado es apto o no, en términos de calidad, para luego poder ser analizado si es utilizado en los mantenimientos recurrentes (mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa) los cuales fueron planteados en el presente trabajo de investigación.

La selección de los agregados, fue la cantera ubicada en el distrito de Apata – río Seco, estos agregados fueron sometidos a los ensayos que son descritos a continuación con la finalidad que cumplan los estándares de calidad que son proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su manual de Especificaciones Técnicas Generales para la construcción, los ensayos fueron realizados en el laboratorio “Constructora Ingenieros y Arquitectos asesores Santa Cruz S.C.R.L.” (Ingeniería y Geotecnia) ubicada en la provincia de Concepción, adicionalmente los ensayos como adherencia método Riedel Weber, azul de metileno y sales solubles totales fueron hechos en la ciudad de Lima por el laboratorio “Geolab M&M tecnología y calidad – Proyectos, servicio de laboratorio, mecánica de suelos y pavimentos – ensayos geotécnicos – asesoría – consultoría”.

✓ **MTC E 204: “Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos”.**

El análisis granulométrico se hizo para el mortero asfáltico – slurry seal utilizando el tipo II, mientras que para el tratamiento superficial monocapa se utilizó el N° de huso granulométrico 6, y finalmente para el tratamiento superficial bicapa se utilizaron los N° de huso granulométrico 6 y 8.

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos facilita la determinación de gradación de materiales que cumplirán los requisitos de gradación de las especificaciones técnicas.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Balanza

- Estufa

- Tamices

○ **Procedimiento:**

Obtener la muestra de agregado seco y cuartearlo. Escoger la serie de tamices de tamaños y aberturas correctas para obtener la curva granulométrica que deseamos, realizar el tamizado manualmente y pesar el material retenido en cada tamiz.



Figura 14 Ensayo “análisis granulométrico para agregados gruesos y finos”
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se puede observar el secado del agregado, el tamizado del mismo por los tamices correspondientes para cada tipo de alternativa de mantenimiento recurrente, el pesado de los agregados y finalmente la selección de cada uno de ellos.

✓ **MTC E 207: “Abrasión los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½”)”**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos facilita la determinación de desgaste, trituración y gradación de los agregados gruesos los cuales cumplirán los requisitos de gradación de las especificaciones técnicas. Estas serán sometidas a una trituración en un tambor con una determinada cantidad de esferas de acuerdo al tipo.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Máquina los Ángeles
- Balanza
- Tamices
- Cargas

○ **Procedimiento:**

Colocar la muestra en la máquina los Ángeles, colocar la carga de acuerdo al tipo de abrasión a realizar (A, B, C y D) y rotar 500 revoluciones a 30 rpm, una vez acabado las revoluciones descargar la muestra y tamizar en el tamiz N° 12, pesar la muestra y hacer el

cálculo en porcentajes (sustracción entre masa inicial y final de la muestra).



Figura 15 Ensayo abrasión los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 1/2")

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se puede observar la selección de agregado para el tipo de abrasión B, seguido de la colocación del agregado conjuntamente con las cargas en la máquina Los Ángeles, finalmente se realiza el pesaje del material proveniente de la máquina.

✓ **MTC E 210: “Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso”.**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos especifica requerimientos del agregado en cuanto el porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso, tiene como justificación maximizar el esfuerzo cortante mediante incremento de fricción inter-partícula para la mezcla de agregados gruesos y proporcionar estabilidad a los tratamientos superficiales.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Separador o cuarteador

- Balanza

- Tamices

- Espátula

○ **Procedimiento:**

Secar la muestra y obtener la separación del material fino del grueso en el tamizado, extender la muestra en una superficie plana, limpia y observar cada partícula y observar las caras fracturadas, pesar y hacer el cálculo del porcentaje de la masa.



Figura 16 Método de “ensayo estándar para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso”

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se visualiza la selección del agregado fracturado después de haber sido secado y tamizado, para luego ser calculo el porcentaje de partículas fracturadas por diferencia de masa.

✓ **MTC E 209: “Durabilidad al sulfato de sodio y magnesio”.**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos especifica el modo operativo para medir la desintegración de los agregados gruesos por medio del sulfato de sodio o magnesio, la cual nos proporciona información de la alterabilidad de los agregados sometidos al aire libre.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Separador o cuarteador

- Balanza

- Tamices

- Espátula

- Horno de secado

- Envases

○ **Procedimiento:**

Se introducirá las muestras en sulfato de sodio durante 16 horas tal que está cubierta por 1.5 cm, tapar los envases para evitar la evaporación, deben mantener una temperatura de 21 °C mientras se encuentre introducida, luego escurrir la muestra del sulfato durante 15 min y poner a secar en el horno a 105° C, sacar la muestra cada 2 horas para controlar el peso constante y repetir hasta obtener los ciclos requeridos.



Figura 17 Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y magnesio
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa las muestras de agregados mezclado con el sulfato de sodio, para luego ser escurrida y secadas en el horno.

✓ **MTC E 212: “Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables) en agregados”.**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos establece los pasos para determinar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables de la muestra que servirán para la elaboración de morteros.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Separador o cuarteador

- Balanza

- Tamices

- Estufa

- Recipientes

○ **Procedimiento:**

Seleccionar material retenido en el tamiz N° 200, secar hasta obtener un peso constante, se extiende una capa fina sobre el recipiente, recubrir con agua destilada y remojar al menos 24 horas, el desmenuzamiento de los terrones de arcilla serán por comprensión con las yemas de los dedos, las partículas que sean desmenuzadas serán consideradas como terrones de arcilla, tamizar haciendo pasar agua sobre el tamiz, secar el material retenido y pesar.



Figura 18 Ensayo de “arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables) en agregados”
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se observa la mezcla de agua destilada al material seleccionado para el ensayo, lo cual será dejado hasta el día siguiente, y el resultado será visualizado por el tacto para luego ser secado y pesado.

✓ **MTC E 219: “Sales solubles en agregados”.**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos determina la metodología de cristalización para obtener el contenido de cloruros y sulfatos, solubles de agua de la muestra de agregados utilizados para mezclas asfálticas.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Separador o cuarteador
- Balanza
- Tamices
- Estufa
- Recipientes

○ **Procedimiento:**

La muestra de agregados es sometida a lavados con agua destilada a una temperatura de ebullición para extraer el total de las sales solubles, detectada por reactivos químicos, que al encontrar las sales solubles esta forma precipitaciones y se procede a cristalizar y determinar la cantidad de sales en la muestra de agregado.

Como se mencionó en los limitantes, el presente ensayo fue realizado en la ciudad de Lima, debido al estado sanitario en que nos encontramos, el laboratorio se vió con la autoridad para no ingresar a ningún de sus ensayos, es por ello que no se encuentran evidencias

fotográficas, el resultado del ensayo se encuentra en la sección de anexos.

✓ **MTC E 220: “Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (procedimiento riedel – weber)”**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos establece los métodos de ensayo para calcular el grado de afinidad del agregado fino y el ligante. Esta metodología se aplica a todo tipo de ligante (emulsiones, betunes y alquitranes).

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Separador o cuarteador

- Balanza

- Tamices

- Estufa

- Tubos de ensayo

- Recipientes

○ **Procedimiento:**

Se extrae una muestra de 200 g, tamizar con los tamices número (N°30 – N°70) y solo conservar el material retenido de la malla N°70, lavar la muestra para eliminar el polvo sobre el tamiz ya mencionado y secar hasta obtener una masa constante. Mezclar la emulsión bituminosa y el agregado en una proporción 71/95

volúmenes a una temperatura ambiente, para lograr una mezcla completa del agregado y ligante usar un recipiente y agitar con una varilla de vidrio hasta conseguir una masa homogénea, descansar durante 24 horas. Pesar 11 porciones de 0.50 g e introducir en recipientes enumerando de 0 a 10, mezclar el primer frasco en 6 cm³ de agua destilada, calentar cuidadosamente hasta lograr una ebullición suave, aumentar agua destilada ya que en la ebullición se perdió por la evaporación, agitar el tubo de ensayo y hacer la visualización del desplazamiento entre agregado y ligante.

Como se mencionó en los limitantes, el presente ensayo fue realizado en la ciudad de Lima, debido al estado sanitario en que nos encontramos, el laboratorio se vio con la autoridad para no ingresar a ningún de sus ensayos, es por ello que no se encuentran evidencias fotográficas, el resultado del ensayo se encuentra en la sección de anexos.

✓ **MTC E 223: “Partículas chatas y alargadas en agregados”.**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos indica el método para verificar si cumple las especificaciones o características del agregado grueso.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Separador o cuarteador
- Balanza
- Bandeja

○ **Procedimiento:**

Se requiere que la muestra se encuentre libre de humedad, seleccionar una porción de toda la muestra cuarteándola, no tendrá un peso determinado, seleccionar las partículas chatas y alargadas de la muestra cuarteada, pesar y calcular el porcentaje.



Figura 19 Ensayo de “partículas chatas y alargadas en agregados”
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se visualiza el conteo de los agregados que tengan una relación de 1:3 en ancho y largo, para ser seleccionadas y pesadas.

✓ **MTC E 114: “Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino”.**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos establece el método de ensayo para indicar las proporciones de suelos arcillosos o finos y agregados finos pasantes del tamiz N° 4. Este indica un valor relativo de fineza y material arcilloso en la muestra.

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Lata de medición

- Tamiz N° 04

- Embudo

- Botellas

- Platillo

- Reloj

- Papel filtro

○ **Procedimiento:**

Preparar 4 muestras del material pasante del tamiz N°4 como mínimo 1500 g, usando el recipiente de medida llenar el material, golpear el extremo inferior, sacudir ligeramente redondeándolo. Llevar al horno, tomar la probeta y colocar la solución de cloruro de cálcico en caso el agua no tenga ninguna alteración se puede utilizar, colocar dentro de la probeta la muestra, dejar remojando, sacudir 90

veces en 30 seg y después de 10 min tapar con el corcho de jebe y dejar descansar. Insertar el tubo de irrigación, lavar el material de las paredes de la probeta con el irrigador y dejar que se llene hasta los 38 cm o 15 pulg. extraer el irrigador cuidadosamente. Esperar 20 min donde se dará la sedimentación y hacer la lectura de la arcilla y la arena. Volver hacer este procedimiento con las demás muestras y hacer los cálculos respectivos.



Figura 20 Método de “ensayo estándar para el valor equivalente de arena para suelos y agregado fino”
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se visualiza la adición de cloruro de sodio al material seleccionado y secado previamente, para luego ser sacudido y dejar reposar.

✓ **AASHTO TP 57: Azul de metileno**

○ **Alcance:**

La presente norma nos muestra los pasos a seguir para determinar la cantidad de material dañado presente en la mínima muestra del agregado mediante el ensayo. Este método puede requerir materiales y métodos peligrosos

○ **Equipos y/o accesorios:**

- Tamiz N° 200
- Agua destilada
- Vaso
- Agitador magnético
- Varilla de vidrio
- Papel filtro
- Azul de metileno
- Balanza

○ **Procedimiento:**

El ensayo de azul de metileno consistió en conseguir un gramo de muestra del material pasante de la malla 200, en el que agregaremos 30 gramos de agua destilada en un vaso, con el agitador magnético agitar y lograr que la muestra este totalmente mojada y dispersa, después dejar caer 1ml de azul de metileno, dejar otro minuto en el agitador magnético, pasado el tiempo succionar una gota con la

varilla de vidrio y colocar en el papel filtro, este proceso se realizo hasta obtener alrededor del agua el aro azul.

Como se mencionó en los limitantes, el presente ensayo fue realizado en la ciudad de Lima, debido al estado sanitario en que nos encontramos, el laboratorio se vio con la autoridad para no ingresar a ningún de sus ensayos, es por ello que no se encuentran evidencias fotográficas, el resultado del ensayo se encuentra en la sección de anexos.

✓ **Diseño del mortero - asfáltico slurry seal**

○ **Tipo II**

Este mortero protege la superficie de rodadura del envejecimiento y el daño por la filtración de agua, mejorando la fricción superficial. Recomendado para sello de grietas, relleno de huecos y reparar la erosión de la superficie. El contenido de asfalto debe residual debe encontrarse entre el 7.5 y el 13.5% del peso del agregado seco. Es recomendable aplicarlo en una relación de 5.4 y 9.8 kg/m². Utilizado en pavimentos afectados por la erosión, numerosas grietas y cubrir una superficie bituminosa desgastada o sellador de capa base estabilizada.

○ **Diseño**

Consistencia adecuada del mortero, determinada por el cono de consistencia (MTC E 416), en cuanto al ligante son determinados mediante el ensayo de abrasión de pista húmeda (MTC E 417) y el ensayo de absorción de arena en la máquina de rueda cargada, para la selección del óptimo, tener en cuenta los siguientes criterios:

- Pérdida máxima admisible en el ensayo de abrasión 0.065 g/cm²
- Cohesión en húmedo, para 30 min 12 kg/cm mínimo, para 60 min 20 kg/cm mínimo
- Exceso de asfalto 538 g/m² máximo
- Desprendimiento en húmedo 90% mínimo
- Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de rueda cargada

Tabla 10
Absorción admisible de arena - ensayo de rueda cargada

Transito medio diario (vehículos)	Absorción admisible (g/cm ²)
Menos de 300	0.08
300- 1500	0.07
Mas de 1500	0.06

Fuente: Manual de “especificaciones técnicas generales para la construcción – Ministerio de Transportes y Comunicaciones”

En la tabla anterior, se observa la absorción admisible mínima para cada tipo de tránsito media diario de vehículos, dato proveniente del estudio de tráfico.

- **Trabajo en campo**

Para el presente trabajo de investigación se realizaron las siguientes pruebas antes de la aplicar los tres tipos de mantenimiento recurrentes, con la finalidad de analizar a la carpeta de rodadura de los pavimentos flexibles:

- ✓ **Análisis del Índice de Condición del Pavimento (PCI - Pavement Condition Index)**

Este análisis se hizo para todas las vías de pavimento flexible del sector C del distrito de Chilca, con la finalidad de analizar en que condiciones se encuentran dichos pavimentos, para posteriormente obtener un índice de integridad del pavimento y de la condición operacional en la que se encuentra la superficie.

Las unidades de muestreo para pavimentos flexibles deberán tener un ancho menor a 7.30 m, y un área de muestreo en el rango de 230 ± 93 m².

Para este análisis se hizo uso de formatos de exploración de condición para vías con superficie asfáltica que se muestra a continuación en la siguiente figura:

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						
Ubicación						
Carril	Izquierda		Derecha		Diagrama	
Unidad de muestra	Área de muestra					
	Longitud (m)					
	Ancho (m)					
Prog. Inicial	Prog. Final					
Fecha						
Inspeccionado por	Bach. Lloclla Choque, Marilu					
	Bach. Mucha Mayta, Ciro					
	Daño			Daño		
1. Piel de cocodrilo	11 Parcheo					
2. Exudación	12. Pulimiento de agregados					
3. Agrietamiento en bloque	13. Huecos					
4. Ahuellamiento y hundimientos	14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación	15. Ahuellamiento					
6. Depresión	16. Desplazamiento					
7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica (slippage)					
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregado					
10. Grietas long y transversales						
TIPO	SEVERIDAD	UBICACIÓN		LONGITUD	ANCHO	ÁREA
		X	Y			

Figura 21 Formato de exploración de condición para vías de pavimento flexible
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se muestran un formato de exploración que contiene las 19 fallas para un pavimento flexible, las cuales serán identificadas de manera insitu, colocando su severidad (baja, media o alta) de acuerdo a la intensidad del daño, la ubicación de las fallas y sus respectivas dimensiones.



Figura 22 Evaluación del Índice de Condición del Pavimento PCI
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el desarrolló del método del PCI en las vías locales pavimentadas del sector C del distrito de Chilca.

✓ **Conteo vehicular en el Jr. Augusto B. Leguia tramo: Jr. Pedro Peralta y Jr. Paraíso**

El conteo vehicular se realizaron 6 días de la semana (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado), no se consideró el día domingo, debido a la pandemia, ya que los días domingos fueron días denominados aislamiento social obligatorio a nivel nacional; los horarios que realizaron fueron de 12 horas desde las 06:00 horas hasta las 18:00 horas.



Figura 23 Conteo vehicular - vehículo con configuración 3S3
Fuente: Elaboración propia



Figura 24 Conteo vehicular - vehículo con configuración 3S3
Fuente: Elaboración propia

En las imágenes anteriores, se observan el paso de vehículos pesado de configuración 3S3, que no son comunes por la vía seleccionada como muestra, pero esto sucede a raíz que cerca del lugar se ubica una balanza electrónica para vehículos pesados.

✓ **Índice de Rugosidad Internacional – IRI en el Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta – Jr. Paraíso.**

Para el ensayo del IRI, se realizó por el método del nivel ingeniero, se tomaron lecturas cada 20 centímetros, en donde el pavimento mostraba ahuellamiento a causa del tránsito vehicular.

En el Jr. Augusto B. Leguía consta de 210 metros lineales y cuenta con dos carriles, en los cuales fueron tomados por el ensayo del IRI, para ello se necesito un nivel ingeniero, mira topográfica, gps y un formato de recolección de información.



Figura 25 Medición del Índice de Rugosidad Internacional IRI, método nivel de ingeniero
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa la lectura por medio del nivel ingeniero para la medición del IRI por el método de nivel ingeniero, la presente figura fue tomada en la intersección del Jr. Augusto B. Leguía y Jr. Ciro Alegría.

PROGRESIVA	V. ATRÁS	ALT. INST.	V. ADELANTE	COTA
0.000	1.456	3245.093		3243.637
0.200		3245.093	1.458	3243.635
0.400		3245.093	1.462	3243.631
0.600		3245.093	1.465	3243.628
0.800		3245.093	1.467	3243.626
1.000		3245.093	1.468	3243.625
1.200		3245.093	1.470	3243.623
1.400		3245.093	1.471	3243.622
1.600		3245.093	1.472	3243.621
1.800		3245.093	1.476	3243.617
2.000		3245.093	1.480	3243.613
2.200		3245.093	1.481	3243.612
2.400		3245.093	1.481	3243.612
2.600		3245.093	1.483	3243.610
2.800		3245.093	1.484	3243.609
3.000		3245.093	1.482	3243.611
3.200		3245.093	1.482	3243.611
3.400		3245.093	1.483	3243.610
3.600		3245.093	1.485	3243.608
3.800		3245.093	1.485	3243.608
4.000		3245.093	1.486	3243.607

Figura 26 Formato de recopilación de información para IRI

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se visualiza el formato de recopilación de información para el ensayo del IRI por el método nivel ingeniero, en el cual se realizó cada 20 cm.

✓ **MTC E 1002: “Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga Benkelman”.**

○ **Alcance:**

La siguiente norma nos facilita la determinación de la deflexión o deformación en un pavimento flexible y radio de curvatura producidos por una carga estática. Donde utilizaremos un camión con llantas duales y una presión determinada. Utilizado generalmente para determinar la vida útil de un pavimento, evaluar su estructura para realizar algún tipo de mantenimiento o mejoramiento.

○ **Equipos:**

- Viga Benkelman
- Camión de 8.2 toneladas
- Manómetro
- Cuña
- Pintura
- Termómetro

○ **Procedimiento**

Se deberá preparar el pavimento marcando cada 50 m y medir la temperatura para realizar el ensayo. El camión con un peso en el eje trasero de 8.2 toneladas con una presión de 80 libras en sus neumáticos, se deberá colocar en el primer punto de la prueba y de la misma forma se colocará la viga entre las llantas duales, el camión avanzará lentamente de 30, 40, 70 cm para hacer las lecturas de la deflexión del pavimento. Realizar esta acción en cada punto de la superficie que tenemos como muestra, realizar los cálculos en el Excel y se obtendrá el diagrama de deflexión.



Figura 27 Ensayo para el cálculo de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga Benkelman
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el pesaje del camión que debe tener un peso de 8.2 ton en el eje posterior, en las demás figuras se observa el procedimiento del ensayo de viga Benkelman, el cual primero pasa el camión y en la parte posterior se va tomando datos.

✓ **Aplicación de las alternativas de mantenimiento recurrente**

Para la aplicación de las alternativas de mantenimiento recurrente como mortero asfáltico – slurry y los tratamientos superficiales, la zona a intervenir el Jr. Augusto B. Leguia tramo: Jr. Pedro Peralta hasta el Jr. Paraíso tiene una longitud de 210 metros, a lo cual se ha dividido de la siguiente manera:

- Progresiva 0+000.00 – 0+075.00 se aplicó tratamiento superficial monocapa.

- Progresiva 0+075.00 – 0+150.00 se aplicó mortero asfáltico – slurry seal.
- Progresiva 0+150.00 -0+210.00 se aplicó tratamiento superficial bicapa.

○ **Aplicación de los tratamientos superficiales monocapa y bicapa**

Para la aplicación de los tratamientos superficiales, en primer lugar se seleccionó los agregados con el N° de huso granulométrico 6 para el tratamiento superficial bicapa y los N° de huso granulométrico 6 y 8 para el tratamiento superficial bicapa, luego se preparó la superficie existente, limpiando y barriendo el polvo u otro material que se encuentre en la superficie, antes de la aplicación del material bituminoso se demarcó los límites en el cual se aplicó dicho tratamiento, una vez esparcido la emulsión asfáltico que trabajó como ligante, se añadió el agregado de manera uniforme, para el caso del tratamiento superficial bicapa, la segunda capa se aplicó después de compactar la primera capa de agregado, y se siguió el mismo procedimiento para la primera capa. La apertura al tráfico no se dio hasta el día siguiente.



Figura 28 Esparcido del agregado pétreo para los tratamientos superficiales
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el esparcido del agregado sobre la superficie previamente regada con emulsión asfáltica que actúa como ligante en los tratamientos aplicados.



Figura 29 Compactación de los agregados en los tratamientos superficiales
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el compactado después de aplicar el agregado, todo ello con fines de obtener una mejor adherencia entre el ligante – emulsión asfáltica y el agregado.



Figura 30 Trabajo final después de la aplicación de los tratamientos superficiales
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa la superficie final después de aplicar los tratamientos superficiales.

- **Aplicación del mortero asfáltico – slurry seal**

Para la aplicación del mortero asfáltico – slurry seal, en primer lugar se seleccionó el agregado de tipo II perteneciente a una granulometría ya explicada en el marco teórico, el proceso constructivo inició con la preparación de la superficie existente, el cual fue limpiado de polvo y todo material que pudo ser perjudicial para la colocación del tratamiento. El mortero preparado con la dosificación correcta, fue aplicada en el tramo seleccionado, el

material se esparció con la ayuda de bota aguas, material de jebe, nivelando para que tenga un espesor adecuado y no haya desnivel en toda la zona. La apertura del tráfico no se dió hasta el día siguiente.



Figura 31 Preparación del mortero asfáltico - slurry seal
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el batido de la emulsión asfáltica, que consta, de agregado seleccionado del tipo II, emulsión asfáltica y agua.



Figura 32 Aplicación y esparcido de la emulsión asfáltica
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el esparcido del mortero asfáltico sobre la superficie previamente barrida, libre de polvo o cualquier otro material que pueda ser perjudicial para el proceso constructivo.

✓ **MTC E 1004: “Determinación del coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento con péndulo Británico”.**

○ **Alcance**

La siguiente norma nos facilita la determinación de medidas a la resistencia al deslizamiento con el Péndulo Británico ya que es dinámico y mide la energía perdida con el borde de un patín de goma que se desplaza sobre la superficie del pavimento.

○ **Equipos y accesorios**

- Péndulo Británico
- Agua
- Cepillo
- Regla graduada

○ **Procedimiento**

Se deberá marcar los puntos donde se realizará la prueba y limpiarlos previamente con el cepillo para obtener mejores resultados y retirar el material suelto. Armar el péndulo británico y nivelar con los tornillos en cada pie de su base hasta lograr ingresar la burbuja al círculo y sobre el eje se ajusta la zapata de goma, una vez nivelado se debe calibrar el brazo de la palanca, mojar la

superficie donde se trabajará y soltar el brazo con la zapata de goma la cual nos dará un valor tras la fricción de la zapata, se realizará 5 mediciones en cada punto si hay una variación se debe calibrar el equipo.



Figura 33 Ensayo del “péndulo Británico para determinar el coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento”

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el procedimiento para el ensayo del péndulo Británico, en primer lugar se nivela el equipo, luego se humedece la zona a ser evaluada y finalmente se toma lectura del ensayo.

✓ **MTC E 1005: “Determinación de la textura superficial del pavimento mediante el ensayo del círculo de arena”.**

○ **Alcance**

La siguiente norma nos facilita la determinación de la macro textura de la superficie de los pavimentos, con el volumen conocido de un material y el área cubierta.

- **Equipos y accesorios**

- Arena tamizada
- Cepillo
- Agua
- Regla graduada

- **Procedimiento**

Se deberá marcar los puntos donde se realizará la prueba, limpiarlos previamente con el cepillo, en el cual se utilizará un determinado volumen (72 cm³) de arena preparada previamente en el laboratorio siendo arena pasante de la malla 100 y retenida en el tamiz N°200, la cual se ira esparciendo y midiendo el área cubierta, se aplicarán en superficies con huecos menores a 25 mm de profundidad.



Figura 34 Ensayo del “circulo de arena para determinar la textura superficial del pavimento”
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se divisa el procedimiento del ensayo círculo de arena, inicialmente se limpia la zona a evaluar, seguido se coloca el material fino seleccionado para ser esparcido y finalmente se medirá.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron para la presente investigación son los establecidos por el “Manual de ensayo de Materiales – Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, a causa de que estos ensayos se encuentran normatizados, tales como:

Mortero asfáltico (ensayo de pérdida en sulfato de magnesio, desgaste de los Ángeles, índice de plasticidad, equivalente de arena, azul de metileno, adherencia (Riedel Weber)

Tratamiento superficial monocapa y bicapa (ensayo de partículas del agregado grueso con una cara fracturada, partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas, partículas chatas y alargadas, abrasión, pérdida en sulfato de magnesio, terrones de arcilla y partículas friables, sales solubles totales)

Para el caso del PCI (Pavement Condition Index) se utilizaron fichas de observación la cual se presenta en la siguiente figura:

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)																										
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																										
Ubicación	Km. 00+000 - 00+020																									
Carril	01	Diagrama																								
Unidad de muestra	01	Area de muestra	213	2.2	m ²																					
Prog. Inicial	0+000-00	Longitud (m)	52	04																						
Fecha	25-08-2020	Ancho (m)	4	05																						
Inspeccionado por	Bach. Lidia Choque, Merli	Prog. Final	0+052-04																							
	Bach. Mucha Mayta, Ciro																									
Daño	<table border="0"> <tr> <td>1. Pel de coque</td> <td>11 Parchec</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>12. Pulverio de agregado</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>13. Hucos</td> </tr> <tr> <td>4. Ahueamiento y hundimiento</td> <td>14. Cruce de via linea</td> </tr> <tr> <td>5. Comogación</td> <td>15. Ahueamiento</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>7. Grieta de borde</td> <td>17. Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexion de junta</td> <td>18. Hincamiento</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel canilberma</td> <td>19. Desprendimiento de agregado</td> </tr> <tr> <td>10. Grietas long y transversales</td> <td></td> </tr> </table>						1. Pel de coque	11 Parchec	2. Exudación	12. Pulverio de agregado	3. Agrietamiento en bloque	13. Hucos	4. Ahueamiento y hundimiento	14. Cruce de via linea	5. Comogación	15. Ahueamiento	6. Depresión	16. Desplazamiento	7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica (slippage)	8. Grieta de reflexion de junta	18. Hincamiento	9. Desnivel canilberma	19. Desprendimiento de agregado	10. Grietas long y transversales	
1. Pel de coque	11 Parchec																									
2. Exudación	12. Pulverio de agregado																									
3. Agrietamiento en bloque	13. Hucos																									
4. Ahueamiento y hundimiento	14. Cruce de via linea																									
5. Comogación	15. Ahueamiento																									
6. Depresión	16. Desplazamiento																									
7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica (slippage)																									
8. Grieta de reflexion de junta	18. Hincamiento																									
9. Desnivel canilberma	19. Desprendimiento de agregado																									
10. Grietas long y transversales																										
TIPO	SEVERIDAD	UBICACION		LONGITUD	ANCHO	AREA																				
J3	H	2.52	1.45	0.34	0.62																					
J9	H	0	4.05	30.00	4.05																					
9	M	3.00	10.15	21.33	0.48																					
J2		0	18.20	14.4	4.05																					
J5	M	2.38	15.32	0.84	0.72																					
J7	M	0	32.43	0.60	4.05																					
J3	M	0.24	34.58	0.36	0.78																					

Figura 35 Ficha de observación para el PCI
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el relleno de la ficha de observación para el PCI, en el cual se anota el tipo de falla, la severidad, ubicación y las medidas de dicha falla, para luego ser procesadas.

Para el caso del cálculo de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) por el método del nivel ingeniero, se utilizaron fichas de observación:

PROGRESIVA	V. ATRAS	ALT. INST.	V. ADELANTE	COTA	PROGRESIVA	V. ATRAS	ALT. INST.	V. ADELANTE	COTA
0.000	2.215			2.215.44	7.000			2.315	
0.200			2.508		7.200			2.315	
0.400			2.518		7.400			2.315	
0.600			2.528		7.600			2.315	
0.800			2.537		7.800			2.315	
1.000			2.547		8.000			2.315	
1.200			2.557		8.200			2.315	
1.400			2.567		8.400			2.315	
1.600			2.577		8.600			2.315	
1.800			2.587		8.800			2.315	
2.000			2.597		9.000			2.315	
2.200			2.607		9.200			2.315	
2.400			2.617		9.400			2.315	
2.600			2.627		9.600			2.315	
2.800			2.637		9.800			2.315	
3.000			2.647		10.000			2.315	
3.200			2.657		10.200			2.315	
3.400			2.667		10.400			2.315	
3.600			2.677		10.600			2.315	
3.800			2.687		10.800			2.315	
4.000			2.697		11.000			2.315	
4.200			2.707		11.200			2.315	
4.400			2.717		11.400			2.315	
4.600			2.727		11.600			2.315	
4.800			2.737		11.800			2.315	
5.000			2.747		12.000			2.315	
5.200			2.757		12.200			2.315	
5.400			2.767		12.400			2.315	
5.600			2.777		12.600			2.315	
5.800			2.787		12.800			2.315	
6.000			2.797		13.000			2.315	
6.200			2.807		13.200			2.315	
6.400			2.817		13.400			2.315	
6.600			2.827		13.600			2.315	
6.800			2.837		13.800			2.315	

Figura 36 Ficha de observación para el cálculo del IRI
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se aprecia el relleno de la ficha de observación para el IRI, en el cual fueron anotados las lecturas del nivel ingeniero, cada 20 cm.

3.7. Procesamiento de la información

En la presente investigación para la etapa del procesamiento de información en la etapa de trabajo de campo y laboratorio se realizaron de acuerdo a la normativa que se encuentra en el “Manual de ensayos de materiales – Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, los resultados de dichos ensayos se han presentado en tablas y figuras, con la finalidad que sea mas didactico y entendible, los resultados fueron procesados en los programas del Microsoft Excel, en el caso del IRI fue proceso en el software Proval y para los ensayos del PCI en el software del EvalPav.

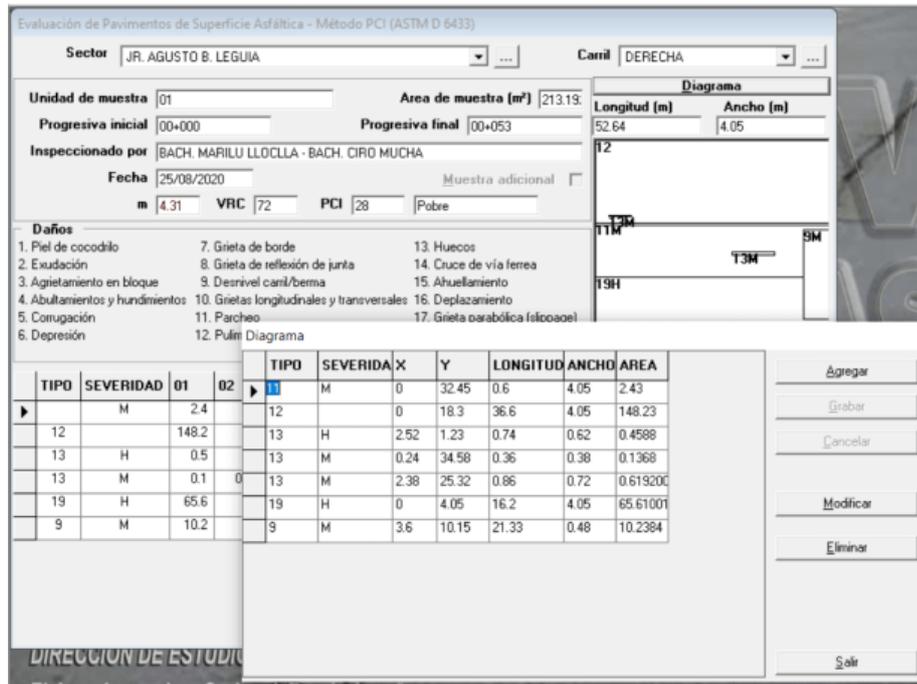


Figura 37 Software Evalpav para el cálculo del PCI
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, registramos el procesamiento de datos para el cálculo del PCI mediante el programa de Evalpav, en el cual se introdujeron datos tomados de campo con la ayuda de la ficha de recolección de datos.

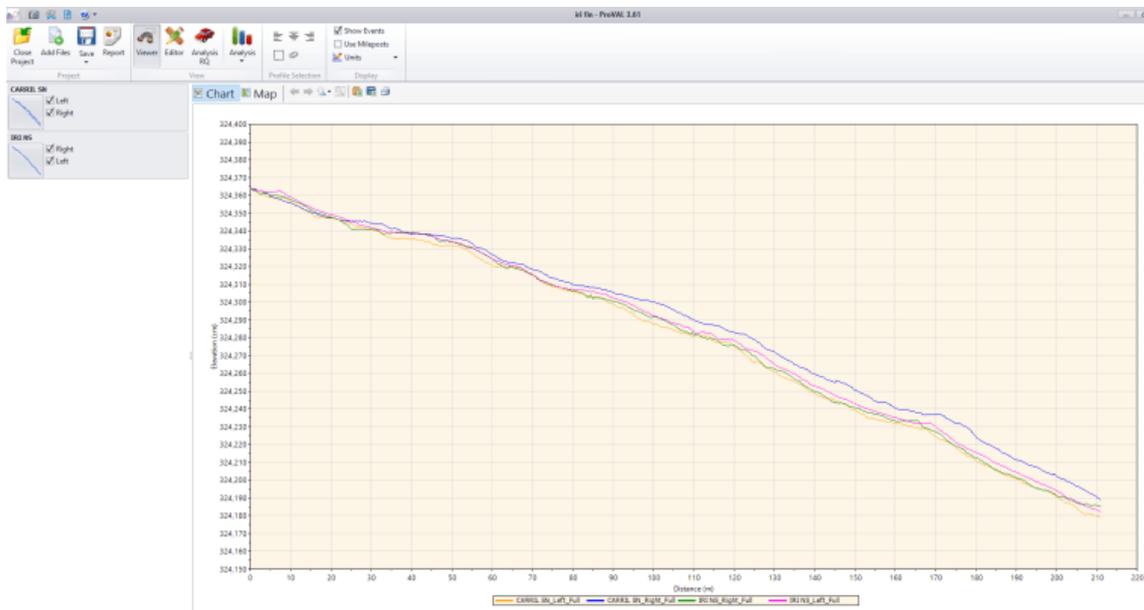


Figura 38 Software Proval para el cálculo del IRI
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa el procesamiento de datos para el cálculo del IRI mediante el programa de Proval en el cual se introdujeron datos tomados de campo con la ayuda de la ficha de recolección de datos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para la presente investigación las técnicas y análisis de los datos tuvieron un enfoque cualitativo - cuantitativo, debido a lo cual se utilizó el análisis estadístico y de esta manera se pueda establecer la correlación correspondiente a las variables en estudio, de acuerdo a los indicadores planteados en la operacionalización de las variables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Ensayos de calidad para los agregados

4.1.1. Análisis granulométrico para el tratamiento superficial monocapa y bicapa.

En el tratamiento superficial monocapa, se utilizó el N° huso granulométrico 6, del mismo modo, para el tratamiento superficial bicapa, en la primera capa se utilizó el huso granulométrico 6, mientras que para la segunda capa se utilizó el huso granulométrico 8, en los cual en las siguientes tablas y figuras hacen mención al análisis granulométrico.

Tabla 11
Huso granulométrico N° 06

N° MALLA	PIEDRA CHANCADA DE 3/4" - 3/8"				ESPECIFICACIONES HUSO 6	
	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	Inf.	Sup.
	1"	0	0	0	100	100
3/4"	150	2.13	2.13	97.87	90	100
1/2"	3500	49.65	51.77	48.23	20	55
3/8"	2850	40.43	92.2	7.8	0	15
N°4	550	7.8	100	0	0	5
FONDO	0	0	100	0	0	0
TOTAL	7050					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se observa que el agregado seleccionado cumple con las especificaciones mínimas propuestas para el huso granulométrico 6, con lo cual el agregado fue apto para la aplicación en los tratamientos superficiales monocapa y bicapa.

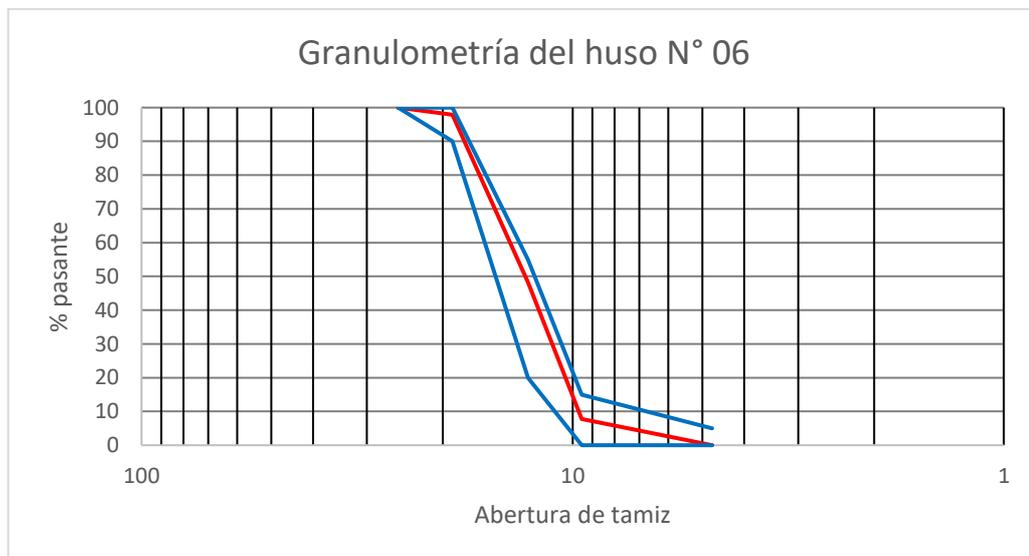


Figura 39 Curva granulométrica del huso N° 06
 Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa de color rojo la curva granulométrica del agregado seleccionado, de color azul, los límites del huso granulométrico 6, lo cual indica que el agregado está dentro de las especificaciones técnicas requeridas.

Tabla 12
Huso Granulométrico N° 08

N° MALLA	PIEDRA CHANCADA DE 3/8" - N°8"				ESPECIFICACIONES HUSO 8	
	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	Inf.	Sup.
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	0	0	0	100	100	100
1/2"	0	0	0	100	100	100
3/8"	150	4.89	4.89	95.11	85	100
N°4	2250	73.29	78.18	21.82	10	30
N°8	550	17.92	96.09	3.91	0	10
N°16	100	3.26	99.35	0.65	0	5
FONDO	20	0.65	100	0	0	0
TOTAL	3070					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, notamos que el material seleccionado cumple con las especificaciones mínimas propuestas para el huso granulométrico 8, con lo cual el agregado fue apto para la aplicación en el tratamiento superficial bicapa, como segunda capa.

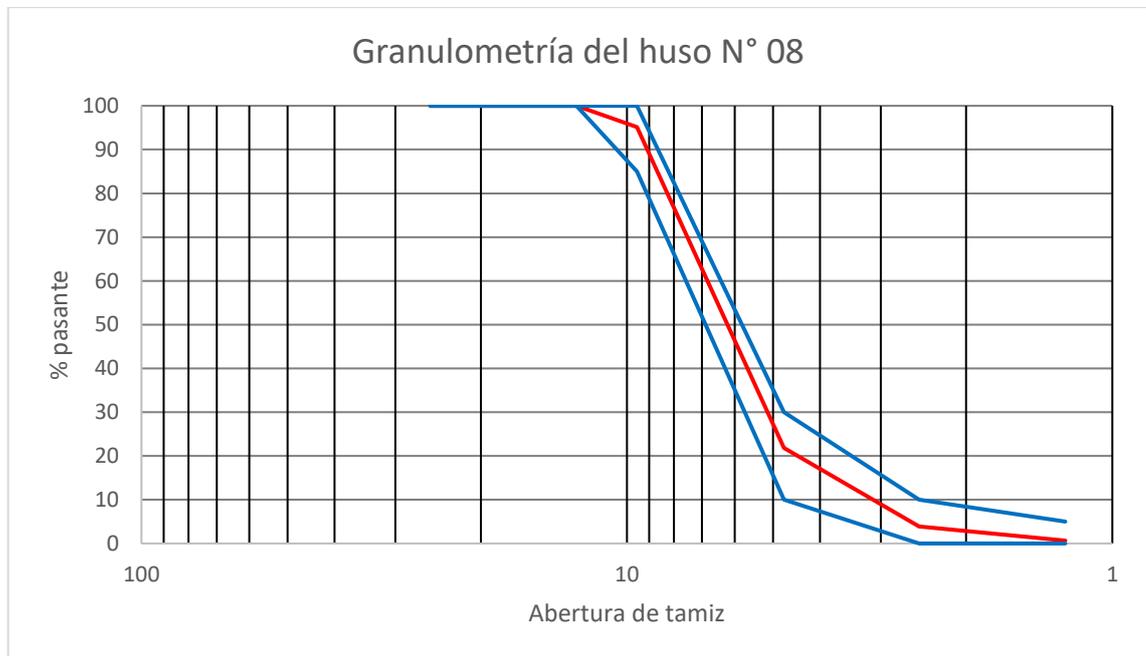


Figura 40 Curva granulométrica del huso N° 08
 Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa de color rojo la curva granulométrica del agregado seleccionado, de color azul, los límites del huso granulométrico 8, lo cual indica que el agregado está dentro de las especificaciones técnicas requeridas.

4.1.2. Análisis granulométrico para el mortero asfáltico - slurry seal

En el mortero asfáltico – slurry seal, se utilizó la granulometría del tipo II, en la siguiente tabla podemos observar que el agregado que se utilizó para el mortero asfáltico – slurry seal cumple con los límites establecidos.

Tabla 13
Granulometría para el mortero asfáltico - slurry seal tipo II

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	GRANULOMETRIA PARA SLURRY			ESPECIFICACIONES TIPO II	
		% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	Inf.	Sup.
		3/8"	0	0	0	100
N°4	125	6.76	6.76	93.24	90	100
N°8	285	15.41	22.16	77.84	65	90
N°16	350	18.92	41.08	58.92	45	70
N°30	300	16.22	57.30	42.7	30	50
N°50	350	18.92	76.22	23.78	18	30
N°100	125	6.76	82.97	17.03	10	21
N°200	100	5.41	88.38	11.62	5	15
FONDO	215	11.62	100.00	0		
TOTAL	1850					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, registramos que el material seleccionado cumple con las especificaciones mínimas propuestas para la granulometría del mortero asfáltico – slurry seal tipo II, con lo cual el agregado fue apto para la aplicación de la alternativa de mantenimiento mortero asfáltico – slurry seal.

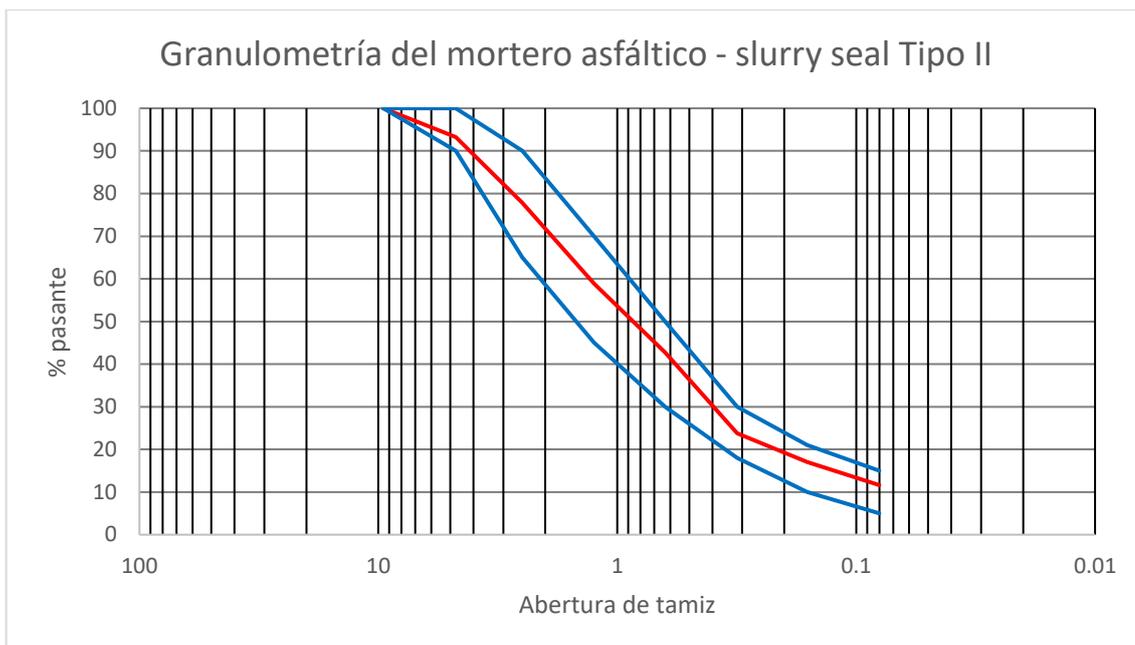


Figura 41 Curva granulométrica del mortero asfáltico - slurry seal tipo II
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa de color rojo la curva granulométrica del agregado seleccionado, de color azul, los límites granulométricos para el mortero asfáltico – slurry seal tipo II, lo cual indica que el agregado está dentro de las especificaciones técnicas requeridas.

4.1.3. Resistencia a la abrasión los Ángeles

Para el presente ensayo, se utilizaron dos tipos de gradaciones, el tipo B y C que cuentan con las siguientes características:

Tabla 14

Gradación tipo B y C para la resistencia a la abrasión los Ángeles

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra la cantidad de esferas y la masa de la carga de cada esfera, para cada tipo de gradación.

La cantidad de agregado, se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 15

Cantidad de agregado según la gradación para la prueba de abrasión los Ángeles

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g	
Que pasa	Retenido sobre	Gradación	
		B	C
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	2500 ± 10	--
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	2500 ± 10	--
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	--	2500 ± 10
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)	--	2500 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra la granulometría que exige cada tipo de gradación conjuntamente con la cantidad de agregado.

En las siguientes tablas, se encuentran los resultados de los ensayos tanto para la gradación B y C respectivamente:

Tabla 16

Resultado de la prueba de resistencia al desgaste por abrasión - gradación tipo B

		Resistencia al desgaste por abrasión	
		Grava chancada	
Método		Pesos y granulometrías requeridas(gr)	Pesos y granulometrías empleados(gr)
Pasa	Retiene	B	
3/4"	1/2"	2500	2500
1/2"	3/8"	2500	2500
Peso total		5000	5000
Num. De esferas		11	
Peso de esferas		391-445	
		Peso retenido en la malla N°12 (gr)	4168
		Peso que pasa en la malla N°12 (gr)	832
		% De desgaste	16.64 %
		Requerimiento según norma (máximo)	25.00 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo para la gradación tipo B, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 16.64% de desgaste, mientras que el máximo requerido por la norma es del 25%.

Tabla 17

Resultado de la prueba de resistencia al desgaste por abrasión - gradación tipo C

Resistencia al desgaste por abrasión			
Gravilla chancada			
Método	Pesos y granulometrías requeridas(gr)		Pesos y granulometrías empleados(gr)
Pasa	Retiene	C	
3/8"	1/4"	2500	2500
1/4"	N°4	2500	2500
	Peso total	5000	5000
	Num. De esferas	8	
	Peso de esferas	392-445	
		Peso retenido en la malla n°12 (gr)	4023
		Peso que pasa en la malla n°12 (gr)	977
		% de desgaste	19.54 %
		Requerimiento según norma	25.00 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo para la gradación tipo C, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 19.54% de desgaste, mientras que el máximo requerido por la norma es del 25%.

4.1.4. Equivalente de arena

En el ensayo de equivalente de arena, nos indica las proporciones relativas del polvo, suelos arcillosos o finos plásticos de los agregados, que pasen por el tamiz N° 4.

Tabla 18
Resultado del ensayo de equivalente de arena

Equivalente de arena		
N° de muestras	M1	M2
Muestra secada pasante la malla n°4	4.75	4.75
Lectura de arcilla	5.60	5.50
Lectura de arena	3.50	3.60
Equivalente de arena	63	65
Equivalente de arena promedio	64%	
Requerimiento según norma (mínimo)	40% min	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo de equivalente de arena, el cual satisface el estándar de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 64% de equivalente de arena promedio, mientras que el mínimo requerido por la norma es del 40%.

4.1.5. Adherencia por el método de Riedel Weber

En el ensayo de adherencia – Riedel Weber, se utilizó una emulsión asfáltica tipo CSS – 1h, con una proporción del 13% y un 100% del agregado, el cual tiene una característica de arena chancada, en el ensayo se hace una concentración de la emulsión con el agregado seleccionado, en el cual de manera visual se calcula el índice de adhesividad que tiene un rango de 0 a 9.

Tabla 19

Resultado del ensayo de adherencia - Riedel Weber

Riedel weber		
Concentración (gr/lit na₂co₃)	Índice de adhesividad	Observación
Agua destilada	0	No hay desprendimiento
M/256=0.414	1	No hay desprendimiento
M/128=0.828	2	No hay desprendimiento
M/64=1.656	3	No hay desprendimiento
M/32=3.312	4	No hay desprendimiento
M/16=6.625	5	Desprendimiento parcial
M/8=13.25	6	Desprendimiento parcial
M/4=0.419	7	Desprendimiento parcial
M/2=0.420	8	Desprendimiento parcial
M/1=0.421	9	Desprendimiento parcial
Diseño de mezcla áridos		Proporción
Arena chancada	1/4"	100%
Emulsión	Css-1h	13%
Índice de adhesividad		5
Índice de adhesividad según norma		4 min

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo de adherencia – Riedel Weber, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado conjuntamente con la emulsión asfáltica tiene un índice de adhesividad de 5, mientras que el mínimo requerido por la norma es de 4.

4.1.6. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio

Para el presente ensayo, se hicieron a los agregados gruesos, en el rango de abertura de los tamices desde los 3/4’’ hasta el N° 04, y para los agregados finos en el rango de abertura de tamices desde el N° 04 hasta el N° 50, los resultados se encuentran en las siguientes tablas:

Tabla 20

Ensayo de inalterabilidad del agregado grueso (sulfato de magnesio)

Inalterabilidad del agregado grueso (sulfato de magnesio)								
Tamiz astm e-11		Peso requerido (gr)	Tamaño del árido	Granul. original %ret.	Peso fracción		%pasante después de ensayo	% pérdida peso
Pas	Ret				Antes	Después		
3/4"	1/2"	670	1/2"	49.7	684.00	605.00	11.55	5.73
1/2"	3/8"	330	3/8"	40.4	350.00	345.00	1.43	0.58
3/8"	N°4	300	N°4	6.8	300.00	295.00	1.67	0.11
Totales								6.42
Requerimiento de la norma (máximo)				96.84				18% máx.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo de inalterabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado grueso seleccionado tiene un 6.42% de inalterabilidad, mientras que el máximo requerido por la norma es de 18%.

Tabla 21

Ensayo de inalterabilidad del agregado fino (sulfato de magnesio)

Inalterabilidad del agregado fino (sulfato de magnesio)								
Tamiz astm e-11		Peso requerido (gr)	Tamaño del árido	Granul. original %ret	Peso fracción		%pasante después de ensayo	%de pérdida en peso
Pas	Ret				Antes	Después		
N°4	N°8	100	N°8	15.41	100	95.00	5	0.77
N°8	N°16	100	N°16	18.92	100	92.65	7.35	1.39
N°16	N°30	100	N°30	16.22	100	90.10	9.9	1.61
N°30	N°50	100	N°50	18.92	100	88.50	11.5	2.18
Totales								5.94
Requerimiento de la norma (máximo)				69.47				18% máx.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo de inalterabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino, donde este cumple con los límites

de la norma, debido a que el agregado fino seleccionado tiene un 5.94% de inalterabilidad, mientras que el máximo requerido por la norma es de 18%.

4.1.7. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados

Para el ensayo de porcentaje de caras fracturadas en los agregados, se seleccionó agregado pétreo con la granulometría; pasante de la ¾" a ½" y retenida en la ½" y 3/8", se hicieron para una cara fracturada y para dos caras fracturadas, el ensayo es visual y conteo de agregado, con el cual la diferencia de pesos vendrían a dar los resultados.

Tabla 22

Porcentaje de agregado con una cara fracturada

Tamaño de agregado		Con una cara de fractura				
Pasa t.	Retenido t.	Peso de muestra	Peso mat. con caras fract.	%caras fracturadas	%ret. gradacion orig.	%prom. caras fract.
¾"	½"	2840	2777	87.8	49.7	4854.86
½"	3/8"	3313	3295	99.46	40.4	4021.03
Sub total		6153	6072		90.1	8875.9
				Total %		98.53
				Requerimiento de la norma		85%min

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del porcentaje de agregado con una cara fracturada, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 98.53% con una cara fracturada, mientras que el mínimo requerido por la norma es del 85%.

Tabla 23
Porcentaje de agregado con dos caras fracturadas

Tamaño de agregado		Con dos caras de fractura				
Pasa t.	Retenido t.	Peso de muestra	Peso mat. con caras fract.	%caras fracturadas	%ret. gradacion orig.	%prom. caras fract.
3/4"	1/2"	2840	2777	87.8	49.7	4854.86
1/2"	3/8"	3313	3295	99.46	40.4	4021.03
Sub total		6153	6072		90.1	8875.9
				Total %		98.53
				Requerimiento de la norma		60%min

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del porcentaje de agregado con dos caras fracturadas, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 98.53% con dos caras fracturadas, mientras que el mínimo requerido por la norma es del 60%.

4.1.8. Partículas chatas y alargadas

En el ensayo de partículas chatas y alargadas, es un ensayo visual y de conteo del agregado, para luego calcular la cantidad de partículas de agregado pétreo que cumplen con las características de chatas y alargadas, para ser consideradas chatas y alargadas, deben estar en una relación de 1 : 3 en cuanto a ancho y largo.

Tabla 24

Ensayo de partículas chatas y alargadas

Partículas chatas y alargadas							
Tamaño agregado Past .	Ret t.	Granul.		Peso part. muestr (pi)	Peso part. chatas/alargadas Relacion peso/longitud 1:3	%part. Chatas/alargadas E	Prom. ponderado
		Peso ret A	% ret B				
2"	1 1/2"	1850	23.12	C	D	E:100*d/c	A+d+e
1 1/2"	1"	0	0	0	0	0	0
1"	3/4"	0	0	0	0	0	0
3/4"	1/2"	28.4	35.49	28.4	85	2.99	123.48
1/2"	3/8"	3313	41.4	3313	35	1.06	77.45
Total		8003	100	6153	120		2.01
Requerimiento de la norma (máximo)							15% máx

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se divisa el resultado del ensayo de partículas chatas y alargadas, el cual satisface el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 2.01% de partículas chatas y alargadas, mientras que el máximo requerido por la norma es del 15%.

4.1.9. Terrones de arcilla en agregado grueso

El presente ensayo determina la contracción de suelos a través de factores, los cuales son realizados con el método del mercurio, para el presente ensayo se utiliza una porción de la muestra de agregado pasante por el tamiz N° 40, a continuación, se presenta la tabla con los resultados de laboratorio.

Tabla 25

Ensayo de terrones de arcilla en agregado grueso

Pasa	Ret	Peso inicial	Peso final	% fracción	% ret. parcial	M inicial (kg)	M final (kg)	% fracción terrones	% parcial terrones
3/4"	3/8"	2898	2897	0.035	4.89	2.898	2.897	1	0.002
3/8"	4"	1880	1878	0.106	79.92	1.88	1.878	2	0.085
4"	Base				0.65			0.65	0
%total									0.09
Requerimiento de la norma (máximo)									3% max

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo de terrones de arcilla en agregado grueso, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 0.09% de terrones de arcilla, mientras que el máximo requerido por la norma es del 3%.

Tabla 26

Ensayo de terrones de arcilla en el agregado grueso - material triturado

Material triturado			
Masa inicial	M	267.88	
Masa retenida	R	266.5	P= 0.52 %
Requerimiento de la norma (máximo)			3% max

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo de terrones de arcilla en agregado grueso – material triturado, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, el agregado seleccionado tiene un 0.52%, mientras que el máximo requerido por la norma es del 3%.

4.1.10. Sales solubles totales

El ensayo de sales solubles, tiene como finalidad analizar la cristalización de los agregados pétreos en la que se determina la cantidad de sulfatos y cloruros solubles en agua, en la siguiente tabla se muestra los resultados de dicho ensayo.

Tabla 27

Ensayo de sales solubles totales

Piedra	Sales totales
Grava	0.0103
Arena	0.0071
Requerimiento de la norma (máximo)	0.5% max

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del ensayo de sales solubles totales, el cual cumple con el requerimiento de la norma, ya que, la grava seleccionada tiene un 0.0103% y la arena seleccionada tiene un 0.0071% de sales solubles totales, mientras que el máximo requerido por la norma es del 0.5%.

4.2. Evaluación de la población

4.2.1. Resultados del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Para el análisis del PCI, se realizaron en todas las vías locales de pavimento flexible del sector C del distrito de Chilca, los resultados mostrados a continuación corresponden a la zona tomada como muestra, la cual corresponde al Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso, esto debido a que en los resultados obtenidos la vía en mención fue la más adecuada para la aplicación de mantenimientos recurrentes, tales como, mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa, la cual fue tomada como muestra en el presente estudio de investigación.

Los resultados que nos dieron la presente evaluación visual serán contrastados con un índice a escala para el análisis del PCI, para el cálculo se utilizó el software denominada: Evalpav.

Tabla 28

Resultados de PCI – Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso del carril derecho

N°	Área (m2)	Unidad de muestreo	Progresiva	m	VDC	PCI	Calificación
1	213.20	01	0+000 – 0+053	4.3	72	28	Pobre
2	213.20	02	0+053 – 0+105	3.9	73	27	Pobre
3	213.20	03	0+105 – 0+158	6.2	45	55	Pobre
4	213.20	04	0+158 – 0+210	5.0	69	31	Pobre
Promedio						35	Pobre

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del análisis del PCI del carril derecho de la vía en estudio, ya procesada con la ayuda del software Evalpav, la cual nos dio un resultado de 35, lo cual indica una calificación pobre en la escala de severidad del PCI, requiriendo mantenimiento.

En la siguiente tabla hace referencia al análisis del PCI del lado izquierdo del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso:

Tabla 29

Resultados de PCI – Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso del carril izquierdo

N°	Área (m2)	Unidad de muestreo	Progresiva	m	VDC	PCI	Calificación
1	213.20	01	0+000 – 0+053	6.4	48	52	Regular
2	213.20	02	0+053 – 0+105	5.0	69	31	Pobre
3	213.20	03	0+105 – 0+158	3.9	73	27	Pobre
4	213.20	04	0+158 – 0+210	4.5	68	32	Pobre
PROMEDIO						36	Pobre

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado del análisis del PCI del carril izquierdo de la vía en estudio, ya procesada con la ayuda del software Evalpav, la cual nos dio un resultado de 36, lo cual indica una calificación pobre en la escala de severidad del PCI, requiriendo mantenimiento.

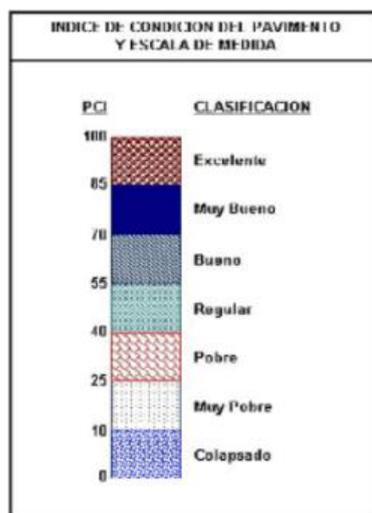


Figura 42 Escala de medida para el índice de condición del pavimento
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se observa la representación a escala, con lo cual fue comparada los resultados del análisis del PCI, este indicador varia de 0 a 100, teniendo una clasificación de 0 para pavimentos colapsados, es decir, que necesitan reconstrucción y 100 para los pavimentos en un excelente estado.

De acuerdo con la escala del análisis del PCI, la vía del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso se encuentra en una escala pobre, es por ello que en dicha zona se aplicaron los tres tipos de mantenimientos recurrentes.

4.3. Diagnóstico de la muestra

4.3.1. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico realizado en el Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso, contempla 6 días: lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado, el día domingo no se consideró debido a la

pandemia y la fecha en que se realizó fue declarado como día de aislamiento social obligatorio a nivel nacional. Los resultados fueron los siguientes:

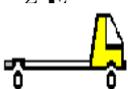
Tabla 30
Conteo vehicular para vehículos livianos

Dia / diagrama	Camionetas					
	Auto 	Station wagon 	Pick up 	Panel 	Rural combi 	Micro 
Dia 1	409	266	359	165	243	118
Dia 2	381	253	387	174	238	112
Dia 3	385	244	364	177	248	109
Dia 4	414	261	381	163	233	115
Dia 5	393	272	361	189	244	121
Dia 6	380	233	372	176	255	138
IMDs	393.66667	254.83333	370.66667	174	243.5	118.83333
IMDa	387.77	251.01	365.11	171.39	239.85	117.05
IMDa	388	251	365	171	240	117

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resumen de conteo vehicular para 6 días de vehículos livianos, además de los resultados del IMDs y IMDa.

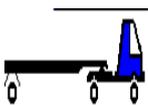
Tabla 31
Conteo vehicular para vehículos pesados

Dia / diagrama	Bus		Camión		
	2 E 	>=3 E 	2 F. 	3 E 	4 E 
Dia 1			73	61	
Dia 2			69	47	
Dia 3			71	65	
Dia 4			63	54	
Dia 5			64	48	
Dia 6			70	59	
IMDs	0	0	68.333333	55.666667	0
IMDa	0	0	66.73	54.36	0
IMDa	0	0	67	54	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se considera el resumen de conteo vehicular para 6 días de vehículos pesados tales como bus y camión, además de los resultados del IMDs y IMDa.

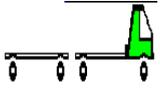
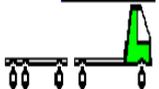
Tabla 32
Conteo vehicular para vehículos pesados

Dia / diagrama	Semi trayler				
	2S1	2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3
					
Dia 1	3	0	0		1
Dia 2	1	1	1		0
Dia 3	0	0	0		2
Dia 4	3	0	0		0
Dia 5	1	3	1		1
Dia 6	4	1	3		2
IMDs	2	0.8333333	0.8333333	0	1
IMDa	1.95	0.81	0.81	0	0.98
IMDa	2	1	1	0	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resumen de conteo vehicular para 6 días de vehículos pesados como es el caso de semi trayler, además de los resultados del IMDs (índice media diario semanal) y IMDa (índice medio diario anual).

Tabla 33
Conteo vehicular para vehículos pesados

Trayler				
Dia / diagrama	2T2	2T3	3T2	>=3T3
Dia 1				
Dia 2				
Dia 3				
Dia 4				
Dia 5				
Dia 6				
IMDs	0	0	0	0
IMDa	0	0	0	0
IMDa	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, realizamos el resumen del conteo vehicular para 6 días de vehículos pesados como es el caso de trayler, además de los resultados del IMDs y IMDa.

Para el cálculo de IMDs es de la siguiente manera:

$$IMDs = \frac{Dia\ 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6}{\# de\ días}$$

Para el cálculo de IMDa es de la siguiente manera:

$$IMDa = IMDs \times Factor\ correlacional\ estacional$$

Para el presente trabajo, se considero el peaje de Quiulla, debido a que éste peaje es el más cercano a la ubicación donde se realizo la presente investigación.

Tabla 34

Factor correlacional estacional

Ubicación estacional	<i>Peaje de Quiulla</i>	
Factor correlacional estacional	Vehículos livianos	0.985014856
	Vehículos pesados	0.976602299

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el factor correclacional estacional del peaje de Quiulla, en el cual nos dan factores para cada tipo de vehiculos, ya sea livianos o pesados, esta información nos brinda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Cálculo de los Ejes Equivalentes EE

Tabla 35

Cálculo de los Ejes Equivalente EE

Tipo de vehículo	IMDa	Factor vehículo liviano / pesado	Factor direccional	Factor carril	Factor presión de inflado	Eje carril	Factor de presión acumulado	Por año	EE
		FVP	FD	FC	FP		(Fca)		
Ligero	1532	0.0010	0.50	1.00	1.00	0.77	10.35	365.00	2908.87
C2	67	4.5037	0.50	1.00	1.00	150.87	11.95	365.00	658057.22
C3	54	3.2846	0.50	1.00	1.00	88.68	11.95	365.00	386799.99
T2S1	2	7.7420	0.50	1.00	1.00	7.74	11.95	365.00	33759.95
T2S2	1	6.5229	0.50	1.00	1.00	3.26	11.95	365.00	14219.31
T2S3	1	6.2097	0.50	1.00	1.00	3.10	11.95	365.00	13521.43
T3S2	1	5.3038	0.50	1.00	1.00	2.65	11.95	365.00	11558.64
Sumatoria									1,120,825.41

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el resultado de Ejes Equivalentes para la vía del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso, la cual nos dió un resultado de 1 120 825.41 EE.

4.3.2. Resultados del ensayo de la viga Benkelman

Los resultados que nos arrojó el ensayo de la viga Benkelman son los siguientes:

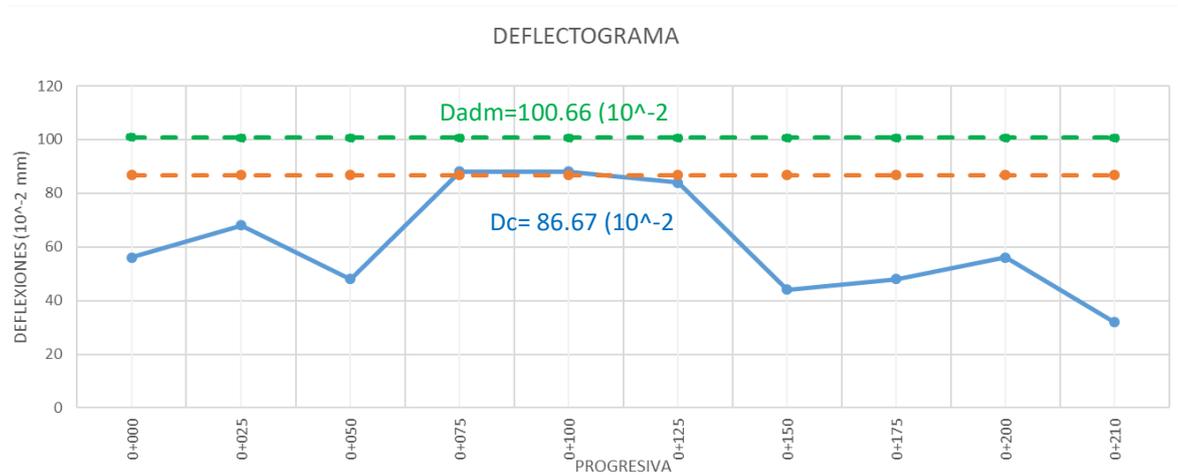


Figura 43 Deflectograma - ensayo viga Benkelman
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se divide cuáles son las deflexiones a las cuales ha sido sometida el pavimento, con el ensayo de la viga Benkelman, la línea azul indica el resultado de la deflexión actuante cuando se realizó el ensayo, la línea verde indica la deflexión admisible, es decir, la permitida para el pavimento. En otras palabras, el pavimento del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso, estructuralmente no presenta fallas, solo se requiere mantenimiento a la carpeta de rodadura.

Tener en cuenta, en las progresivas 0+075.00 – 0+125.00, está pasando la línea naranja, esto se debe a que en la zona se encuentra en un deterioro más avanzado que el resto de la vía.

Tabla 36

Resultados de las deflexiones con el método de la viga Benkelman

MEDIDA DE LA DEFLEXION DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E 1002)		
ANALISIS DE LA DEFLEXION CARACTERISTICA Y ADMISIBLE		
DC	=	86.67 (10 ⁻² mm)
Dadm	=	100.66 (10 ⁻² mm)
Verificacion	=	Dc < Dadm
Estado	=	CONFORME !!!

Fuente: Elaboración propia

En tabla anterior, se muestra los resultados de las deflexiones característica (DC) y admisible (Dadm), en el cual nos indica que la deflexión admisible es mayor que la deflexión característica, esto nos indica que el pavimento no presenta fallas estructurales, solo son fallas superficiales, pero como se mencionó anteriormente en el tramo de las progresivas 0+075.00 – 0+125.00, el pavimento tienda a presentar fallas estructurales, esto se debe a que en esa zona ya desapareció la carpeta asfáltica.

4.4. Resultado de las alternativas de mantenimiento recurrente

4.4.1. Resultados del Índice de Rugosidad Internacional IRI

En las siguientes tablas, se darán a conocer los resultados del IRI que fue aplicado en la vía del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso.

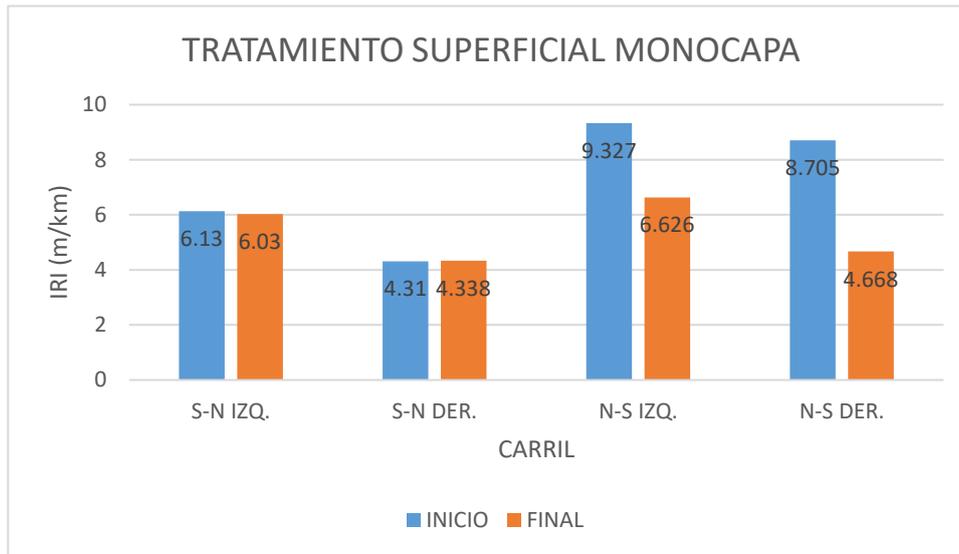


Figura 44 Valores iniciales y finales de IRI en el tramo 0+000.00 - 0+075.00
Fuente: Elaboración propia

El tratamiento superficial monocapa se aplicó en la progresiva 0+000.00 hasta la 0+075.00, en el gráfico podemos observar de color celeste fueron los resultados patrones, es decir, resultados antes de aplicar el tratamiento superficial monocapa, y de color naranja los resultados alterados, dicho de otro modo, después de aplicar dicha alternativa de mantenimiento recurrente.

- Para el lado S-N IZQ inicialmente tuvo un IRI de 6.13 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 6.03.
- Para el lado S-N DER inicialmente tuvo un IRI de 4.31 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 4.338.
- Para el lado N-S IZQ inicialmente tuvo un IRI de 9.327 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 6.626.
- Para el lado N-S DER inicialmente tuvo un IRI de 8.705 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 4.668.

Finalmente, para el tratamiento superficial monocapa tenemos un IRI promedio inicial de 7.118 y un IRI promedio final de 5.415, término de porcentaje tenemos un 24% de mejora de rugosidad en la superficie de rodadura.

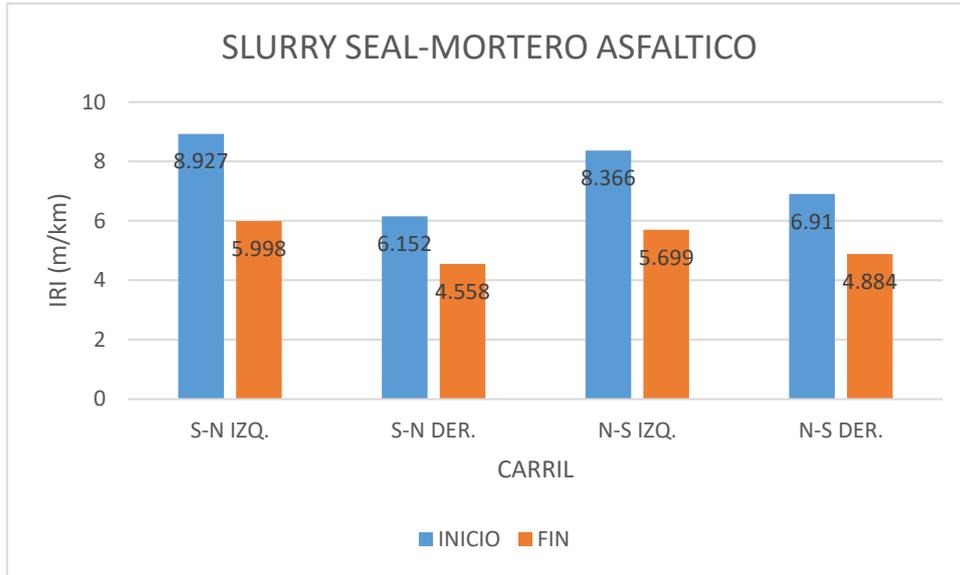


Figura 45 Valores iniciales y finales de IRI en el tramo 0+075.00 - 0+150.00
Fuente: Elaboración propia

El mortero asfáltico – slurry seal se aplicó en la progresiva 0+075.00 hasta la 0+150.00, en el gráfico podemos observar de color celeste fueron los resultados patrones, es decir, resultados antes de aplicar el “mortero asfáltico – slurry seal”, y de color naranja los resultados alterados, dicho de otro modo, después de aplicar dicha alternativa de mantenimiento recurrente.

- Para el lado S-N IZQ inicialmente tuvo un IRI de 8.927 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 5.998.
- Para el lado S-N DER inicialmente tuvo un IRI de 6.152 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 4.558.

- Para el lado N-S IZQ inicialmente tuvo un IRI de 8.366 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 5.699.
- Para el lado N-S DER inicialmente tuvo un IRI de 6.91 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 4884.

Finalmente, para el mortero asfáltico – slurry seal tenemos un IRI promedio inicial de 7.589 y un IRI promedio final de 5.285, término de porcentaje tenemos un 31% de mejora de rugosidad en la superficie de rodadura.

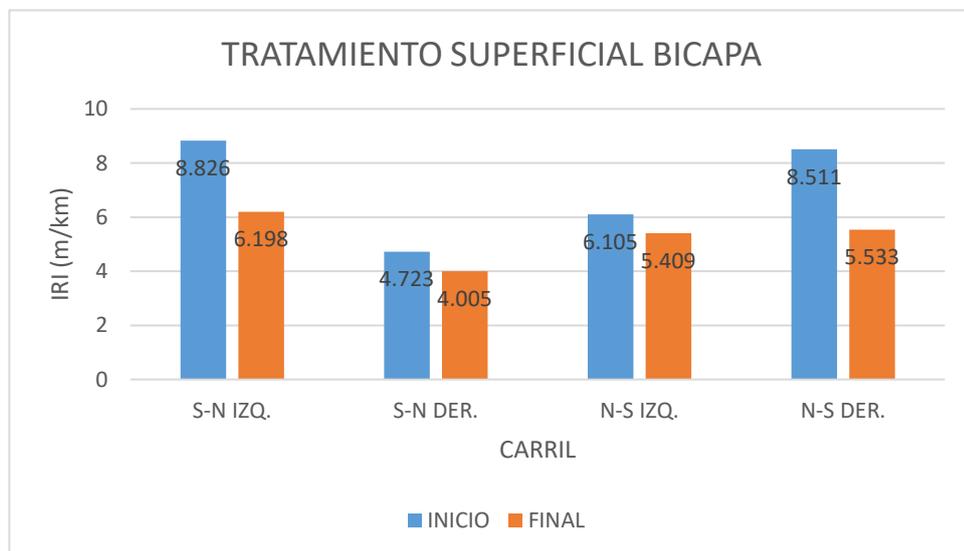


Figura 46 Valores iniciales y finales de IRI en el tramo 0+150.00 - 0+210.00
Fuente: Elaboración propia

El tratamiento superficial bicapa se aplicó en la progresiva 0+150.00 hasta la 0+210.00, en el gráfico podemos observar de color celeste fueron los resultados patrones, es decir, resultados antes de aplicar el tratamiento superficial bicapa, y de color naranja los resultados alterados, dicho de otro modo, después de aplicar dicha alternativa de mantenimiento recurrente.

- Para el lado S-N IZQ inicialmente tuvo un IRI de 8.826 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 6.198.
- Para el lado S-N DER inicialmente tuvo un IRI de 4.723 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 4.005.
- Para el lado N-S IZQ inicialmente tuvo un IRI de 6.105 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 5.409.
- Para el lado N-S DER inicialmente tuvo un IRI de 8.511 y después de haber aplicado el tratamiento tenemos un valor de 5.533.

Finalmente, para el tratamiento superficial bicapa tenemos un IRI promedio inicial de 7.041 y un IRI promedio final de 5.286, término de porcentaje tenemos un 25% de mejora de rugosidad en la carpeta asfáltica.

4.4.2. Ensayo del círculo de arena – macrotextura de la superficie

El ensayo del círculo de arena nos ayuda a analizar la hondura de la macro textura de capa de rodadura, en los pavimentos es de suma importancia la textura superficial, debido a que nos permitirá un mejor contacto entre el neumático de los vehículos y la superficie de rodadura de la vía en estudio.

Para la presente investigación se hizo una comparación teniendo como dato patrón a los resultados obtenidos antes de la aplicación de las alternativas de mantenimiento recurrentes, y datos comparativos a los resultados después de la aplicación de dichas alternativas de mantenimiento.

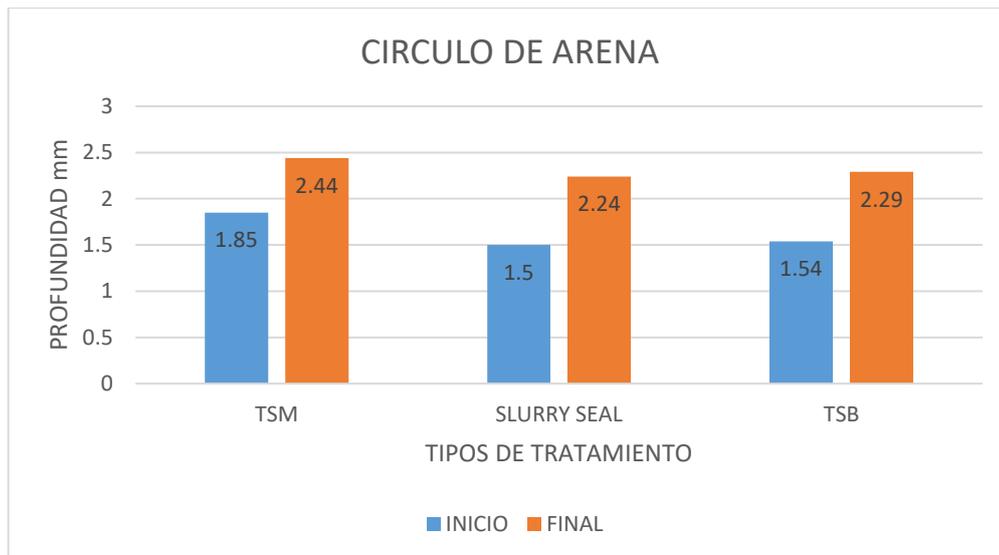


Figura 47 Cuadro comparativo del ensayo de círculo de arena
Fuente: Elaboración propia

De la figura observamos el análisis comparativos de las alternativas de mantenimiento las cuales son explicadas a continuación:

- Tratamiento superficial monocapa tramo: 0+000.00 – 0+075.00, tenemos un resultado inicial de 1.85 mm. en términos de profundidad de macrotextura y un resultado final de 2.44 mm, en otras palabras, hubo una mejora del 32% entre un resultado inicial y final.
- Mortero asfáltico – slurry seal tramo: 0+075.00 – 0+150.00, tenemos un resultado inicial de 1.50 mm. en términos de profundidad de macrotextura y un resultado final de 2.24 mm, en otras palabras, hubo una mejora del 49% entre un resultado inicial y final.
- Tratamiento superficial bicapa tramo: 0+150.00 – 0+210.00, tenemos un resultado inicial de 1.54 mm. en términos de profundidad de macrotextura y un resultado final de 2.29 mm, en otras palabras, hubo una mejora del 49% entre un resultado inicial y final.

4.4.3. Ensayo de péndulo británico (TRRL) – coeficiente de resistencia al deslizamiento

El ensayo del péndulo británico nos ayuda a obtener el coeficiente de resistencia al deslizamiento (C.D.R.) este evalúa las propiedades antideslizantes de la capa de rodadura.

La resistencia al deslizamiento definida como la fuerza que desarrolla sobre la capa de rodadura del pavimento, cuando un neumático intenta frenar.

Para la presente investigación se hizo una comparación teniendo como dato patrón a los resultados previamente obtenidos de la aplicación de las alternativas de mantenimiento recurrentes, y datos comparativos a los resultados después de la aplicación de dichas alternativas de mantenimiento.

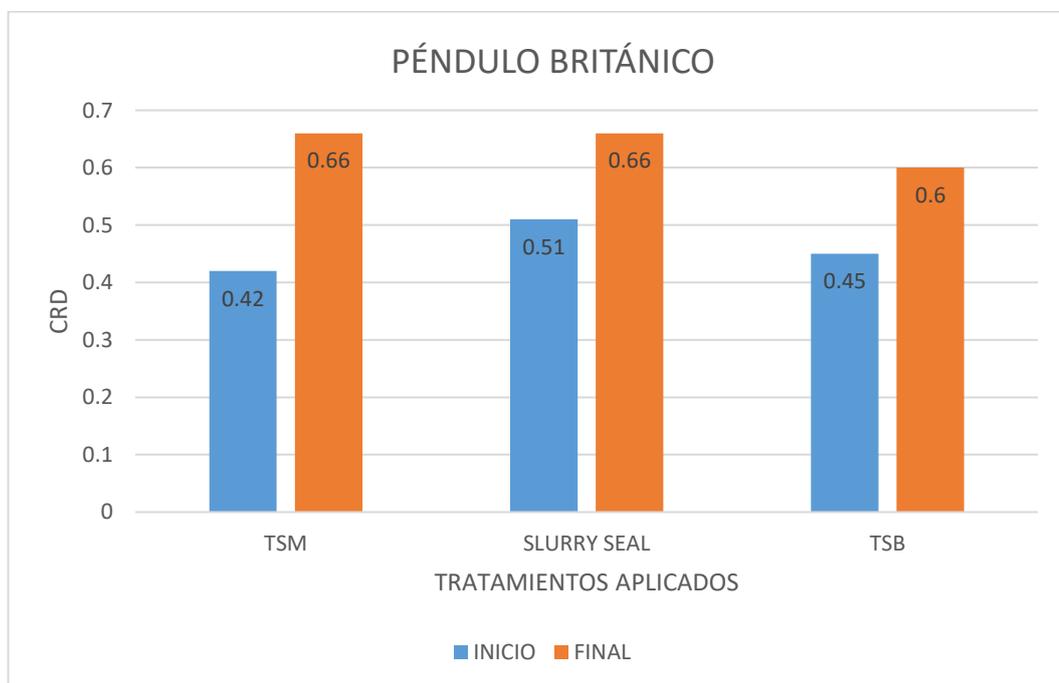


Figura 48 Cuadro comparativo del ensayo de péndulo Británico
Fuente: Elaboración propia

- Tratamiento superficial monocapa tramo: 0+000.00 – 0+075.00, tenemos un resultado inicial de 0.42%. en términos del coeficiente de resistencia al deslizamiento y un resultado final de 0.66%, en otras palabras, hubo una mejora del 57% entre un resultado inicial y final.
- Mortero asfáltico – slurry seal tramo: 0+075.00 – 0+150.00, tenemos un resultado inicial de 0.51%. en términos del coeficiente de resistencia al deslizamiento y un resultado final de 0.66%, en otras palabras, hubo una mejora del 29% entre un resultado inicial y final.
- Tratamiento superficial bicapa tramo: 0+150.00 – 0+210.00, tenemos un resultado inicial de 0.45%. en términos del coeficiente de resistencia al deslizamiento y un resultado final de 0.60%, en otras palabras, hubo una mejora del 33% entre un resultado inicial y final.

4.4.4. Comparativo de las alternativas de mantenimiento

A continuación se presenta el resumen de los resultados patrones, es decir, antes de aplicar las alternativas de mantenimiento:

Tabla 37

Comparativo de las alternativas de solución - resultados inicial y final

Ensayos de caracterización		Tratamiento superficial monocapa		Tratamiento superficial bicapa		Mortero asfáltico - slurry seal	
		Resultados de campo	Limites de la norma	Resultados de campo	Limites de la norma	Resultados de campo	Limites de la norma
Rugosidad m/km	Inicial	7.118		7.041		7.589	
	Final	5.286	≤ 2.5 m/km	5.415	≤ 2.5 m/km	5.285	< 2.5 m/km
Resistencia al deslizamiento (%)	Inicial	0.42		0.45		0.51	
	Final	0.66	> 0.45	0.66	> 0.45	0.6	> 0.45
Macrotextura (mm)	Inicial	1.85		1.54		1.5	
	Final	2.44	Min 1.2 mm	2.29	Min 1.2 mm	2.24	Min 0.6 mm

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestran los resultados de los ensayos de caracterización, comparando resultados patrones, los cuales fueron tomados inicialmente antes de ser aplicados las alternativas de mantenimiento recurrente, y los resultados finales, los cuales fueron tomados después de aplicar las alternativas de mantenimiento.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. La alternativa de mantenimiento recurrente mortero asfáltico – slurry seal, genera resultados satisfactorios frente a las demás alternativas tales como tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en las vías locales pavimentadas del sector C del distrito de Chilca. Estos resultados se obtuvieron después de realizar un análisis de serviciabilidad del pavimento con las características de condición en cuanto rugosidad, resistencia al deslizamiento y macrotextura, después se aplicó las tres alternativas de mantenimiento (mortero asfáltico- tratamiento superficial monocapa- tratamiento superficial bicapa) y se realizó los ensayos de calidad tales como IRI (Índice de Rugosidad Internacional) a través del método nivel de ingeniero obteniendo una mejora de 31%, coeficiente de resistencia al deslizamiento a través del ensayo del péndulo británico teniendo una mejora de 29% y la macrotextura con el ensayo del Circulo de arena una mejora de 49%. Siendo el mortero asfáltico la mejor alternativa para recuperar las

características de calidad de un pavimento. Según (Fleitas, 2017) se obtuvo los siguientes resultados de los ensayos para determinar el CRD y la macrotextura, siendo los resultados para el péndulo británico 0.44% de CRD y para el círculo de arena 0.254 mm. en la macrotextura, en el cual requiere mantenimiento siendo este el mortero asfáltico o slurry seal ambas determinandolo como la mejor alternativa para un mantenimiento recurrente.

2. El mortero asfáltico – slurry seal genera resultados satisfactorios al devolverle los valores de rugosidad a las vías locales pavimentadas en relación a las otras alternativas estudiadas. Para determinar la rugosidad se hizo empleo del método de nivel de ingeniero para determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) teniendo como resultado de porcentaje de mejora para las tres alternativas de mantenimiento: Mortero asfaltico 31%, tratamiento superficial monocapa 24% y para el tratamiento superficial bicapa 25%. Siendo el mortero asfaltico la mejor opción para mejorar la rugosidad de una vía. Según (Acero, 2011) en el cuál obtiene resultados para el IRI “índice de rugosidad internacional” un valor de 4.62 m/km para el tratamiento superficial monocapa y 3.66 m/km para el mortero asfáltico, con estos resultados podemos contrastar que el mortero asfáltico ayuda a recuperar la rugosidad en las vías pavimentadas.
3. El mortero asfáltico – slurry seal y tratamiento superficial monocapa favorecen significativamente al incrementar los valores de resistencia al deslizamiento en las vías locales pavimentadas con respecto a las otras alternativas mencionadas. Para determinar los valores de resistencia al deslizamiento se hizo empleo del ensayo de péndulo británico, para determinar el coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) teniendo como porcentaje de mejora para las tres alternativas de

mantenimiento: Mortero asfáltico 29%, tratamiento superficial monocapa 57% y para el tratamiento superficial bicapa 33%. Siendo el tratamiento superficial monocapa la mejor opción para mejorar la resistencia al deslizamiento de una vía. De la misma manera (Ramírez, 2017) obtuvo como resultado un valor de 0.73% como coeficiente de resistencia al deslizamiento, con estos datos conseguidos podemos cotejar que ambas investigaciones coinciden en que el mortero asfáltico cumple con el requerimiento estipulado para la resistencia al deslizamiento especificado en el manual de “Especificaciones técnicas generales para construcción” EG-2013.

4. El tratamiento superficial bicapa genera mejores valores significativos en la macrotextura de las vías locales pavimentadas en cuanto a las otras alternativas estudiadas. Para determinar los valores de macrotextura se hizo empleo del ensayo de círculo de arena, donde se determinó la macrotextura de la vía en estudio, teniendo el porcentaje de mejora para las tres alternativas de mantenimiento: Mortero asfáltico 49%, tratamiento superficial monocapa 32% y para el tratamiento superficial bicapa 49%. Siendo el mortero asfáltico y el tratamiento superficial bicapa las alternativas de mantenimiento recurrente con las mejores opciones para mejorar la macrotextura de una vía. De acuerdo con la investigación de (Arriaga, 2008) los resultados del análisis para el slurry seal en el parámetro de macrotextura 1.3 mm. En el caso del tratamiento superficial bicapa se tuvo como resultados para la macrotextura 2.3 mm., con los datos recopilados podemos determinar como resultado para la recuperación de la macrotextura en la carpeta asfáltica es el tratamiento superficial bicapa.

CONCLUSIONES

1. Conforme a los resultados del análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico – slurry seal, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa se concluye, que la alternativa del mortero asfáltico – slurry seal es el más adecuado frente a las demás alternativas de mantenimiento recurrente, debido a la recuperación de rugosidad en un 31%, macrotextura en 49% y resistencia al deslizamiento en 29%, en vías locales.
2. De acuerdo a los resultados del ensayo Índice de Rugosidad Internacional (IRI) por el método del nivel ingeniero, realizado en la vía local del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso, se obtuvieron resultados positivos en las alternativas de mantenimiento recurrente, para el tratamiento superficial monocapa se obtuvo un 24% de mejora, mientras tanto para el mortero asfáltico – slurry seal un 31% y finalmente para el tratamiento superficial bicapa un 25% de mejora, con todo lo descrito, se concluye que el mortero asfáltico – slurry seal como mantenimiento recurrente genera mejores resultados en la recuperación de la rugosidad en vías locales.
3. Según los resultados del ensayo círculo de arena, realizado en la vía local del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso, se obtuvieron resultados positivos en las alternativas de mantenimiento recurrente, para el tratamiento superficial monocapa se obtuvo un 32% de mejora, mientras tanto para el mortero asfáltico – slurry seal un 49% y finalmente para el tratamiento superficial bicapa un 49% de mejora, con todo lo descrito, se concluye que el mortero asfáltico slurry seal y el tratamiento superficial bicapa generan mejores resultados en la recuperación de macrotextura en vías locales.

4. Conforme a los resultados del ensayo péndulo Británico (TRRL), realizado en la vía local del Jr. Augusto B. Leguía tramo: Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso, se obtuvieron resultados positivos en las alternativas de mantenimiento recurrente, para el tratamiento superficial monocapa se obtuvo un 57% de mejora, mientras tanto para el mortero asfáltico – slurry seal un 29% y finalmente para el tratamiento superficial bicapa un 33% de mejora, con todo lo descrito, se concluye que el tratamiento superficial monocapa como mantenimiento recurrente genera mejores resultados en la recuperación de resistencia al deslizamiento en vías locales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para futuras investigaciones similares, realizar un conteo vehicular por 7 días, ya que, en la presente investigación solo se realizó por 6 días, debido a la crisis sanitaria que estamos viviendo (Covid-19).
2. Se recomienda a los municipios locales y provinciales, tener en cuenta como alternativa de mantenimiento al tratamiento superficial monocapa si se requiere mejorar la resistencia al deslizamiento, el mortero asfáltico – slurry seal y tratamiento superficial bicapa si se requiere mejorar la macrotextura de las vías y finalmente al mortero asfáltico – slurry seal si se requiere mejorar la rugosidad en las vías.
3. Se recomienda a los bachilleres de Ingeniería Civil, desarrollar comparativos con otras alternativas de mantenimiento recurrente en la cual se requiera obtener resultados significativos en cuanto a la rugosidad, macrotextura y resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles con características similares al presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acero, E. (2011). Evaluación del desempeño de tratamientos superficiales en carreteras de bajo volumen de tránsito tramo: Zuñiga - dv. Yauyos. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Civil.
2. Achútegui, F., Crespo, R., Sánchez, B., & Sánchez, I. (2003). El Índice de fricción internacional (IFI). Obtención y aplicaciones. España: Rutas: Revista de la Asociación Técnica de Carreteras.
3. Armijos, C. (2015). Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
4. Arriaga, G. (2008). Seguimiento de tramos de pavimento asfáltico del tipo cape seal en la III región. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
5. Asociación Internacional de Congreso de Carreteras. (1995). Asociación mundial de carreteras. París: PIARC.
6. Badilla, G. (2009). Determinación de la regularidad superficial del pavimento mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI). San José - Costa Rica: E.L. Estructurales - Publicación N° 21 Infraestructura Vial.
7. Borja, M. (2016). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Lima: Manuel Borja.
8. Fleitas, L. (2017). Resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles en la carretera rural Santa Clara - Manicaragua Diplomante. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de las Villas facultad de construcciones departamento de Ingeniería Civil.
9. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación . México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

10. Hoffman, M., & Del Aguila, P. (1985). Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexiones (ensayos no destructivos). Pensilvania: Louis Berger International Inc. - LAGESA Ingenieros Consultores.
11. Instituto de la Construcción y Gerencia. (2005). Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas . Lima: MDGVU.
12. International Slurry Surfacing Association - ISSA. (2010). Norma de rendimiento recomendada para el Slurry Seal. Estado de Texas: Preserving Pavement.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2013). Manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG. Lima - Perú: MTC.
14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Lima: MTC.
15. Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2017). Manual de Ensayo de Materiales. Lima - Perú: MTC.
16. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Lima: El Peruano.
17. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima - Perú: MTC.
18. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de carreteras - Mantenimiento o Conservación vial. Lima - Perú: MTC.
19. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de Inventarios Viales. Lima - Perú: MTC.
20. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Norma técnica de edificación C.E. 010 Pavimentos urbanos. Lima - Perú: MVCS.

21. Oseda, D., Santacruz, A., Zevallos, L., Sangama, J., Cosme, L., & Mendivel, R. (2018). Fundamentos de la investigación. Huancayo: Soluciones gráficas.
22. Pagola, M. (1995). La situación en Argentina respecto a la valoración de la adherencia. Rosario: Comisión permanente del asfalto.
23. Ramirez, M. (2017). Comportamiento del slurry seal a altitudes mayores de 3500 m.s.n.m. en mantenimiento de pavimentos flexibles de la ciudad de Puno. Juliaca: Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez .
24. Rivera, C. (2017). Evaluación del tratamiento superficial bicapa a nivel de ejecución, de la obra mejoramiento de la ruta AM-100, Bagua La Peca; del circuito vial II - Amazonas. Cajamarca: Universidad de Cajamarca.
25. Robinson , L., Arancibia, C., & Wahr, C. (2003). Estudio de Fricción en pavimentos. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María.
26. Roco, V., Fuentes, C., & Valverde, S. (2016). Evaluación de la resistencia al deslizamiento en pavimento chilenos. Valdivia - Chile: Gauss S.A. Chile - Laboratorio Nacional de Vialidad, Chile.
27. Rodriguez, R., Castaño, V., & Martínez, M. (2001). Emulsiones asfálticas. Sanfandila - Mexico: Instituto Mexicano del Transporte.
28. Sornoza, Y. (2019). Evaluación de las condiciones de seguridad y comodidad de la capa de rodadura de la avenida de los choferes (km. 1+044.62). Jipijapa - Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí Facultad de Ciencias Técnicas - carrera de ingeniería civil.
29. Talavera, R. (2001). Emulsiones asfálticas. Sanfandila: Instituto Mexicano del transporte.

30. Vásquez, L. (2002). Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
31. Vera, J. (2015). Mejoramiento con emulsiones asfálticas de bases granulares, para mantenimiento en la región Lambayeque. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:			<p>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN: * Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: * Aplicado</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: * Explicativo</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: * Cuasi experimental</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA: * POBLACIÓN: La población que se intervino en el presente trabajo de investigación fue el sector C del distrito de Chilca.</p>
¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en vías locales pavimentadas del sector C en el distrito de Chilca?	Determinar los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en vías locales pavimentadas del sector C en el distrito de Chilca.	La alternativa de mantenimiento recurrente mortero asfáltico – slurry seal, genera resultados satisfactorios frente a las demás alternativas tales como tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en las vías locales pavimentadas del sector C del distrito de Chilca.	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Mantenimiento Recurrente	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:			
¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa a la rugosidad de las vías locales pavimentadas?	Evaluar los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la rugosidad de las vías locales pavimentadas.	El mortero asfáltico – slurry seal genera resultados satisfactorios al devolverle los valores de rugosidad a las vías locales pavimentadas en relación a las otras alternativas estudiadas.	DIMENSIONES:	Mortero asfáltico - slurry seal Tratamiento superficial monocapa Tratamiento superficial bicapa	

<p>¿En qué medida favorecen los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la resistencia al deslizamiento en las vías locales pavimentadas?</p>	<p>Establecer los resultados del análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la resistencia al deslizamiento en las vías locales pavimentadas.</p>	<p>El mortero asfáltico – slurry seal y tratamiento superficial monocapa favorecen significativamente al incrementar los valores de resistencia al deslizamiento en las vías locales pavimentadas con respecto a las otras alternativas mencionadas.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p>	<p>Pavimentadas</p>	<p>* MUESTRA: La muestra será no probabilística, el tipo de muestra será homogénea, según (Hernández, Fernández , & Baptista, 2014, pág. 388) la muestra se encuentra conformada por las vías locales pavimentadas del sector C del distrito de Chilca, por lo cual se realizó la evaluación del índice de condición del pavimento (PCI) a todas las vías locales de pavimento flexible, con la ayuda de fichas de observación para posteriormente ser procesadas mediante el software EvalPav, los resultados se encuentran en la sección de anexos, finalmente se logró determinar cómo unidad de muestra al Jr. Augusto B. Leguía tramo Jr. Pedro Peralta hasta Jr. Paraíso.</p>
<p>¿Cómo influyen los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la macrotextura de las vías locales pavimentadas?</p>	<p>Determinar los resultados del análisis comparativo de las alternativas de mantenimiento recurrente tales como mortero asfáltico, tratamiento superficial monocapa y tratamiento superficial bicapa en la macrotextura de las vías locales pavimentadas.</p>	<p>El tratamiento superficial bicapa genera mejores valores significativos en la macrotextura de las vías locales pavimentadas en cuanto a las otras alternativas estudiadas.</p>	<p>DIMENSIONES:</p>	<p>Rugosidad Resistencia al deslizamiento Macrotextura</p>	<p><u>TECNICAS E INSTRUMENTOS:</u> TÉCNICAS: * Observación * Diagrama de flujo * Escala de medición INSTRUMENTOS: * Ficha de observación * Ficha de procesos continuos * Ficha de escala de medición</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 02: Ensayos de laboratorio – Calidad de agregados

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA (HUSO N° 06)



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO AGREGADO GRUESO

PROYECTO / OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENT EN VIAS LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO

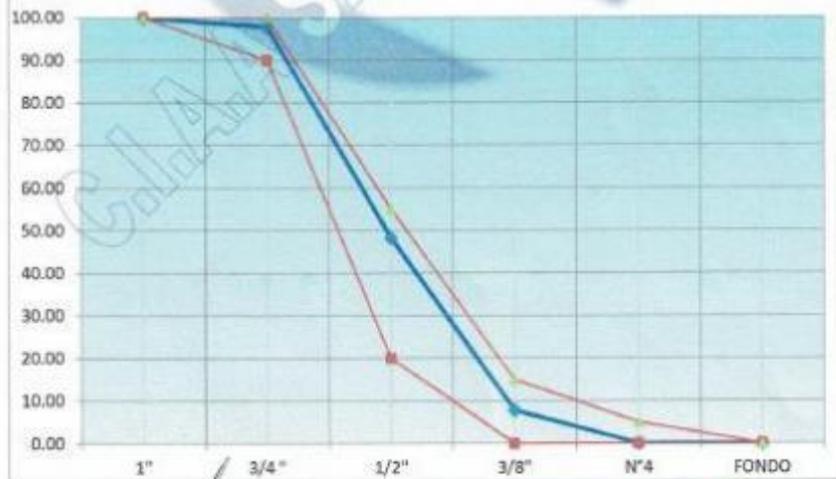
CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO HUAMALI

UBICACIÓN DE OBRA

Distrito	CHILCA	TECNICO	J.S.C.V
Provincia	HUANCAYO	FECHA	02/10/2020
Region	JUNIN		

PIEDRA CHANCADA DE 3/4" -3/8"

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULAD O	%ACUMUL QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	150.0	2.13	2.13	97.87	90	100
1/2"	3500.0	49.65	51.77	48.23	20	55
3/8"	2850.0	40.43	92.20	7.80	0	15
N°4	550.0	7.80	100.00	0.00	0	5
FONDO	0.0	0.00	100.00	0.00	0	0
TOTAL	7050					



C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
LABORATORIO DE SUELOS/CONCRETO/ASfalto
Javier Santa Cruz Veliz
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

C.I.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUELOS/CONCRETO/ASfalto
JUAN GONZALEZ BELA
INGENIERO CIVIL
GR 120103

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA (HUSO N° 06 – HUSO N° 08)



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AGREGADO GRUESO

PROYECTO / OBRA : ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTES EN VÍAS LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO

CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO HUAMALI

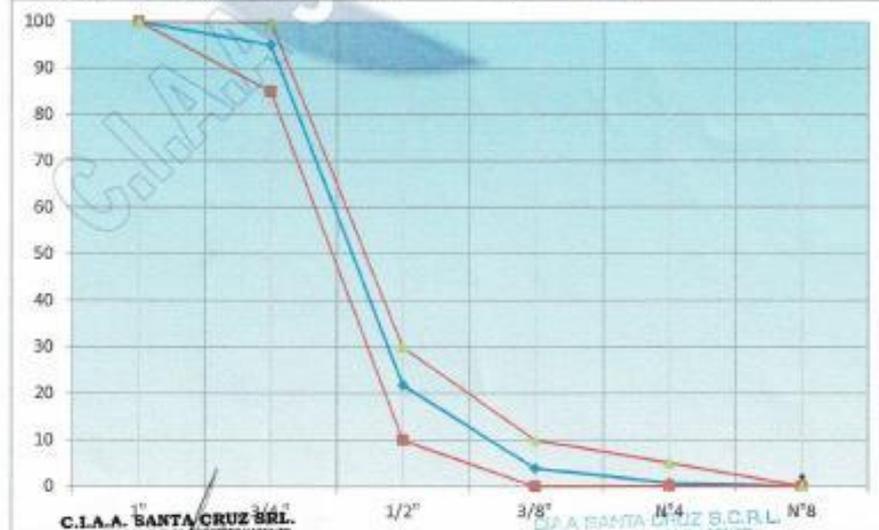
UBICACIÓN DE OBRA

Distrito CHILCA
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V
FECHA : 02/10/2020

GRAVILLA CHANCADA DE 3/8 - N° 8

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO 8	
					inf.	Sup.
1"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4 "	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	150.0	4.89	4.89	95.11	85	100
N°4	2250.0	73.29	78.18	21.82	10	30
N°8	550.0	17.92	96.09	3.91	0	10
N°16	100.0	3.26	99.35	0.65	0	5
FONDO	20.0	0.65	100.00	0.00	0	0
TOTAL	3070					



C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Javier Santa Cruz Veliz
TFC ESP - SUELOS Y PAVIMENTOS

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
INGENIERO CIVIL
JUAN G. GONZALEZ ISLA
CIP 155103

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – MORTERO ASFÁLTICO SLURRY SEAL (TIPO II)



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AGREGADO GRUESO

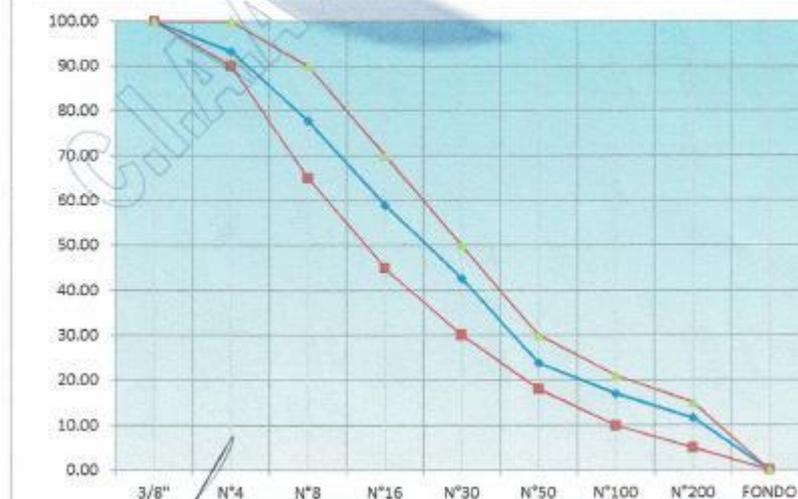
PROYECTO / OBRA : ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VÍAS LOCALES,
DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO
SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO
CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA
UBICACIÓN DE OBRA

Distrito CHILCA
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V.
FECHA : 02/10/2020

GRANULOMETRIA PARA SLURRY

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL QUE PASA	ESPECIFICACIONES TIPO II	
					inf.	Sup.
3/8"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
N°4	125.0	6.76	6.76	93.24	90	100
N°8	285.0	15.41	22.16	77.84	65	90
N°16	350.0	18.92	41.08	58.92	45	70
N°30	300.0	16.22	57.30	42.70	30	50
N°50	350.0	18.92	76.22	23.78	18	30
N°100	125.0	6.76	82.97	17.03	10	21
N°200	100.0	5.41	88.38	11.62	5	15
FONDO	215.0	11.62	100.00	0.00		
TOTAL	1850					



C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Javier Santa Cruz Veliz
TEC. FÍS. QUÍMICA Y PAGAMENTOS

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISIO ISLA
INGENIERO CIVIL
CIR. 130103

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES (GRADACIÓN B)



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

Metodo Máquina de los Angeles

MTC E 207

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO
PROYECTO / OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VIAS LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO
CANTERA N° / UBICACIÓN : PLANTA CHANCADORA APATA
MUESTRA M-01
UBICACIÓN DE OBRA : Distrito CHILCA
 Provincia HUANCAYO **TECNICO :** J. Santa Cruz V.
 Departamento JUNIN **FECHA :** 05/10/2020

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDAS (gr)				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS (gr)		
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	B		
1 1/2"	1"	1250+- 25				0		
1"	3/4"	1250+- 25				0		
3/4"	1/2"	1250+- 10	2500+-10			2500		
1/2"	3/8"	1250+- 10	2500+- 10			2500		
3/8"	1/4"			2500+-10				
1/4"	N°4			2500+-10				
N°4	N°8				5000+-10			
PESO TOTAL		5000+-10	5000+-10	5000+-10	5000+-10	5000		
N° de esferas		12	11	8	6			
peso de las esferas		390-445	391-445	392-445	393-445			
Peso Retenido en la Malla N° 12 (gr)						4168		
Peso que Pasa en la Malla N° 12 (gr)						832		
% Desgaste						16.64		

PROMEDIO	16.64 %
-----------------	----------------

OBSERVACIONES : GRAVA CHANCADA

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Javier Santa Cruz Veliz
 TEC. PSP. SUELOS Y PAVIMENTOS

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 SUBC. CONTROL ASFALTO
 JUAN G. GONZALEZ ISLA
 INGENIERO CIVIL
 QUIT 120109

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES (GRADACIÓN C)



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES
SANTA CRUZ SRL**

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

Metodo Máquina de los Angeles
MTC E 207

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO
 PROYECTO / OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VIAS LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO
 CANTERA N° / UBICACIÓN : PLANTA CHANCADORA APATA
 MUESTRA M-02
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito CHILCA
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J. Santa Cruz V.
 Departamento JUNIN FECHA : 05/10/2020

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDAS (gr)				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS (gr)		
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	C		
1 1/2"	1"	1250+- 25				0		
1"	3/4"	1250+- 25				0		
3/4"	1/2"	1250+- 10	2500+-10			0		
1/2"	3/8"	1250+- 10	2500+-10			0		
3/8"	1/4"			2500+-10		2500		
1/4"	N°4			2500+-10		2500		
N°4	N°8				5000+-10			
PESO TOTAL		5000+-10	5000+-10	5000+-10	5000+-10	5000		
N° de esferas		12	11	8	6			
peso de las esferas		390-445	391-445	392-445	393-445			
Peso Retenido en la Malla N° 12 (gr)						4023		
Peso que Pasa en la Malla N° 12 (gr)						977		
% Desgaste						19.54		

PROMEDIO 19.54%

OBSERVACIONES : GRAVILLA CHANCADA

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Javier Santa Cruz Veliz
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

C.I.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
BULEVARD OCHO DE ABRIL
JUAN G. DOMESTICO BELLA
INGENIERO CIVIL
CIP 130109

EQUIVALENTE DE ARENA



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

EQUIVALENTE DE ARENA (NORMA MTC E-114, AASHTO T-176)

ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VIAS LOCALES , DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO		CERTIFICAD : TECNICO : J.B.C.V. REVISADO : J.D.I. FECHA : 15/10/2020	
OBRA :			
SOLICITANTE :	BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA GIRO		
MATERIAL :	MEZCLA DE ARENA		
UBICACION :	CANTERA RIO APATA		

CALICATA : - MUESTRA : M-00 PROGRESIVA : CANTERA RIO APATA		IDENTIFICACION			prom.
		1	2		
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación		04:56	04:58		
Hora de salida de saturación (mas 10")		05:06	05:08		
Hora de entrada a decantación		05:08	05:10		
Hora de salida de decantación (mas 20")		05:28	05:30		
Altura máxima de material fino	mm	5.60	5.50		
Altura máxima de la arena	mm	3.50	3.60		
Equivalente de Arena	%	63	65		64

Observaciones:

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Javier Santa Cruz Veliz
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

TECNICO DE LABORATORIO

C.I.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUELOS CONCRETO ASFALTO
Juan G. D. Ontivero Isla
INGENIERO CIVIL
C.R. 130103

ING. RESPONSABLE

ADHERENCIA – MÉTODO RIEDEL WEBER



ENSAYO DE ADHESIVIDAD RIEDEL WEBER NORMA MTC E220 - 1999

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA :	ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VIAS LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO	TECNICO E.V.R.
SOLICITANTE	BACH. LLOCLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO	FECHA 15/10/2020 Certif. 001

Tipo de Asfalto CSS-1H	EMULSION	Tipo de Aditivo	% de Aditivo
---------------------------	----------	-----------------	--------------

Concentración (gr./lt Na ₂ CO ₃)	Indice de Adhesividad	Observación
Agua Destilada	0	No hay desprendimiento
M/256 = 0.414	1	No hay desprendimiento
M/128 = 0.828	2	No hay desprendimiento
M/64 = 1.656	3	No hay desprendimiento
M/32 = 3.312	4	No hay desprendimiento
M/16 = 6.625	5	Desprendimiento Parcial
M/8 = 13.25	6	Desprendimiento Parcial
M/4 = 26.5	7	Desprendimiento Parcial
M/2 = 53.0	8	Desprendimiento Parcial
M/1 = 106.0	9	Desprendimiento Parcial

Observaciones:

Diseño de mezcla de áridos:

Proporción:

Arena chancada 1/4"
Emulsion CSS-1H

100%
13%

Indice de Adhesividad :

5


Edwin Paul Vichy Rivera
 TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS




José María Pérez y Ataujo
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIADO INGENIEROS N° 14800

Dirección: Mza. e lote. 10 A.M. Hiroshima - Distrito Ventanillo - Provincia Constitucional del Callao - Perú
 RUC: 20604870136
 Número telefónico: 01 - 4304931

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. LUCILLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRIO

PROYECTO / OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VIAS LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO

TRAMO

CANTERA / UBICACION N° 01 - RIO SECO APATA MATERIAL CHANCADO

MUESTRA M-1

UBICACION DISTRITO CHILCA TECNICO 15.C.V

PROVINCIA HUANCAYO FECHA 05/10/2020

REGION JUNIN

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO MTC E - 209 - 2000

TABLA N° 01

TAMIZ ASTM E-11		PESO REQUERIDO (gr)	TAMANO DEL ARIDO	TAMIZ. DETERM PERDIDA	GRANUL. ORIGINAL %RET.	PESO FRACCION		% PASANTE DESPUES DE ENSAYO	% DE PERDIDA EN PESO
Pasa Tamiz	Retenido T.					ANTES DEL ENSAYO	DESPUES DEL ENSAYO		
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO (SULFATO DE MAGNESIO)									
2 1/2"	2"	5000.00	2"	1 1/4"					
2"	1 1/2"	2000.00	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000.00	1"	5/8"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	500.00	3/4"		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	670.00	1/2"	5/16"	49.7	684.00	605.00	11.55	5.73
1/2"	3/8"	330.00	3/8"		40.4	350.00	345.00	1.43	0.58
3/8"	N°4	300.00	N°4	N°5	6.8	300.00	295.00	1.67	0.11
TOTALES					96.84				6.42

TABLA N° 02

TAMIZ ASTM E-11		PESO REQUERIDO (gr)	TAMANO DEL ARIDO	TAMIZ. DETERM	GRANUL. ORIGINAL %RET.	PESO FRACCION		% PASANTE DESPUES DE ENSAYO	% DE PERDIDA EN PESO
Pasa Tamiz	Retenido T.					ANTES DEL ENSAYO	DESPUES DEL		
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO (SULFATO DE MAGNESIO)									
3/8"	N°4								
N°4	N°8	100.00			15.41	100.00	95.00	5.00	0.77
N°8	N°16	100.00			18.92	100.00	92.65	7.35	1.39
N°16	N°30	100.00			16.22	100.00	90.10	9.90	1.61
N°30	N°50	100.00			18.92	100.00	88.50	11.50	2.18
N°50	N°100	100.00							
< N°100									
TOTALES					69.47				5.94

Observaciones: MATERIAL TRITURADO

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Javier Santos Cruz Veliz
ING. ESP. SUELOS Y FUNDAMENTOS

C.I.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUBSECTOR DE ASFALTO

JUAN C. GONZALEZ ISLA
INGENIERO CIVIL
CIP: 120103

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES
SANTA CRUZ SCRL**

ELABORACIÓN DE PROYECTOS - EJECUCIÓN DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECÁNICA DE SUELOS

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS							
MTC E-210 - 2000							
SOLICITA / PETICIONARIO:		BACH. LLOLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO					
PROYECTO / OBRA :		ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VIAS LOCALES , DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO					
CANTERA / UBICACIÓN		Nº 01- RIO BECO APATA MATERIAL CHANCADO					
CALICATA		1					
MUESTRA		M-1					
UBICACIÓN		DISTRITO	CHILCA	TECNICO	J.S.C.V		
		PROVINCIA	HUANCAYO	FECHA	05/10/2020		
		REGION	JUNIN				
Con una cara de fractura o mas							
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Obs.
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD	
1 1/2"	1"	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	
1"	3/4"	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	
3/4"	1/2"	2840.00	2777.00	97.8	49.7	4854.86	
1/2"	3/8"	3313.00	3295.00	99.46	40.4	4021.03	
Total:		6153.0	6072.0		90.1	8875.9	
Porcentaje con una o mas caras fracturadas =				TOTAL E	98.53		%
				TOTAL D			
Con dos o mas caras fracturadas							
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Obs.
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD	
1 1/2"	1"	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	
1"	3/4"	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	
3/4"	1/2"	2840.00	2587.00	91.1	49.7	4522.70	
1/2"	3/8"	3313.00	3242.00	97.85	40.4	3956.36	
Total:		6153.0	5829.0		90.1	8479.1	
Porcentaje con dos o más caras fracturadas =				TOTAL E	94.1		%
				TOTAL D			
A		PESO MUESTRA (g)					
B		PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (g)					
C		PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS (%)					
D		PORCENTAJE RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (%)					
E		PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS (%)					
Realizado por:	C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Juzujuy, Santa Cruz Veliz Téc. Esp. SUELOS Y PAVIMENTOS			Revisado por:	C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO JUAN CARLOS ISLA INGENIERO CIVIL CIP 130193		
Firma:	Téc ^o Lab. de Control de Calidad			Firma:	Esp. Suelos y Pavimentos		

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO ASTM D 4751											
SOLICITA / PETICIONARIO:		BACH. ILOCOLA DHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CRO									
PROYECTO / OBRA :		ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTES EN VÍAS LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO									
TRAMO											
CANTERA / UBICACIÓN		N° 01 - PRO SECO APITA MATERIAL CHANCADO									
CALICATA		1									
MUESTRA		M-1									
UBICACIÓN		DISTRITO		PROVINCIA		REGION		CHILCA		HUANCAYO	
		TECNICO		FECHA		I.S.C.V		09/10/2020			
Partículas chatas y alargadas											
Tamaño del Agregado Paso Tamiz	Retenido T.	Granulometría			Peso particular de muestra (P _s)	Peso Partículas Chatas/Alargadas Relación: peso/longitud L3	% partículas chatas/alargadas	promedios ponderados			
		A	B	C							
2"	1 1/2"	1850.00	23.92	0.00	0.00	0.00	0.00	A+D+E			
1 1/2"	1"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
1"	3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
3/4"	1/2"	2840.00	35.49	2840.00	85.00	2.99	123.48				
1/2"	3/8"	3313.00	41.40	3313.00	35.00	1.06	77.45				
3/8"	1/4"										
TOTAL		8003.00	100.00	6153.00	120.00		2.01				

C.I.A. SANTA CRUZ S.R.L.
SUELOS Y GEOTECNIA

JUAN C. CRUZ BELLA
INGENIERO CIVIL
C.R. 130142

C.I.A. SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y ASFALTO

Juan C. Santa Cruz Vela
INGENIERO CIVIL Y PROFESIONISTA

TERRONES DE ARCILLA EN AGREGADO



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO
 PROYECTO / OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VIAS
 TRAMO : LOCALES, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO
 CANTERA N° / UBICACIÓN: MATERIAL TRITURADO DE CANTERA APATA
 MUESTRA N° : M-01
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito CHILACA
 Provincia HUANCAYO
 Departamen JUNIN

TECNICO : J. Santa Cruz V.
 FECHA : 15/10/2020

TERRONES DE ARCILLA EN AGREGADO GRUESO MTC E 212 - 2000									
Pasa	Retiene	peso inicial	peso final	% fraccion	% ret. parcial	M inicial (kg)	M final (kg)	%fracción Terrones	% Parcial Terrones
1"	3/4"								
3/4"	3/8"	2898	2897	0.035	4.89	2,898	2,897	1.00	0.002
3/8"	4"	1880	1878	0.106	79.92	1,880	1,878	2.00	0.085
4"	Base				0.65			0.65	0.00

% TOTA L	0.09 %
----------------	--------

TERRONES DE ARCILLA EN AGREGADO FINO MTC E 212 -2000

MASA INICIAL	M	267.88
MASA RETENIDA	R	268.5

P= % DE TERRONES DE ARCILLA

$$P = \frac{M - R}{M} * 100$$

P=	0.52 %
----	--------

OBSERVACIONES : MATERIAL TRITURADO

C.I.A. SANTA CRUZ SRL.
 LABORATORIO DE SUJECION CONCRETO Y ASFALTO

 Javier Santa Cruz Veliz
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

C.I.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 BUENOS DIAS - HUANCAYO

 JUAN G. LUCASIO IBLA
 INGENIERO CIVIL
 DIP 135103

SALES SOLUBLES



GEOLAB M&M TECNOLOGÍA Y CALIDAD

PROYECTOS - SERVICIO DE LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTECNICOS - ASESORIA
- CONSULTORIA - ALQUILER DE EQUIPOS

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS -
NTP 339.178 (2002)**

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA C IRO
 PROYECTO / OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN VAS LOCALES,
 SECTOR : DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO
 CANTERA N° / UBICACIÓN : N° 01 - RIO APATA - CHANCADORA
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito CHILCA
 Provincia HUANCAYO TECNICO : E.V.R.
 Region JUNIN FECHA : 15/10/2020

RESULTADOS

PIEDRA	CLORUROS CL <small>ASTM D-3370,1999 NTP 339.177,2002</small> %	SULFATOS (SO4) <small>ASTM E-225,2001 NTP 339.178,2002</small> %	SALES TOTALES	PH <small>MTC E - 129 ASTM - 4792</small>
GRAVA	0.0079	0.00240	0.0103	6.57
ARENA	0.0052	0.0019	0.0071	6.98

GEOLAB M&M
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 Edwin Paul Vichy Rivera
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS



 Jose Manuel Ponce Arango
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO INGENIEROS N° 16286

AZUL DE METILENO



GEOLABM&M TECNOLOGÍA Y CALIDAD

PROYECTOS - SERVICIO DE LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTECNICOS - ASESORIA
- CONSULTORIA - ALQUILER DE EQUIPOS

INFORME DE RESULTADOS AZUL DE METILENO

NORMA AASHTO TP 57

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN LAS VIAS LOCALES - DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO

SOLICITA BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO

UBICACIÓN

Distrito	CHILCA		
Provincia	HUANCAYO		
Región	JUNIN	Fecha de ingreso	21-Oct-20

I. Resultados Azul de Metileno

AZUL DE METILENO ISSA TB 145	Identificación de la Muestra:	21-Oct	
	Fecha de Ensayo:	22-Oct	
	Fecha de Elaboracion de Solucion:	22-Oct	
	Masa de Filler:	0.05	
RESULTADOS		REPLICA N°1	REPLICA N°2
(MBV)Valor de Azul de Metileno[mg/g]		5	6
(MBV)Valor de Azul de Metileno promedio [mg/g]		5.5	

GEOLABM&M
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Eduvin Paul Vichy
Vichy / Ing. Eduvin Paul
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

José Manuel Benavente Araujo
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 10800

Dirección: Mza. e Lote. 10 A.H. Hiroshima - Distrito Ventanilla - Provincia Constitucional del Callao - Perú
RUC: 20604870136
Número telefónica: 01 - 4304931

**Anexo N° 03: Ensayos de campo – Evaluación de la población método
PCI**

JR. AUGUSTO B. LEGUIA

TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO – AV. PRÓCERES
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. A.B. LEGUIA TRAMO: J.S. CHOCANO - PROCERES / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	271.4	01	00+000	00+067	5.6	67	33	Pobre
02	271.4	02	00+067	00+134	5.7	51	49	Regular
03	271.4	03	00+134	00+201	5.6	59	41	Regular
04	271.4	04	00+201	00+268	5.7	53	47	Regular
05	252.4	05	00+268	00+330	5.6	54	46	Regular
PROMEDIO:							43	Regular



TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO – AV. PRÓCERES
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. A.B. LEGUIA TRAMO: J.S. CHOCANO - PROCERES / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	271.4	01	00+000	00+067	8.3	38	62	Buena
02	271.4	02	00+067	00+134	8.4	37	63	Buena
03	271.4	03	00+134	00+201	6.0	52	48	Regular
04	271.4	04	00+201	00+268	6.1	49	51	Regular
05	252.4	05	00+268	00+330	5.7	51	49	Regular
PROMEDIO:							55	Buena



TRAMO: AV. PRÓCERES – JR. PEDRO PERALTA
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

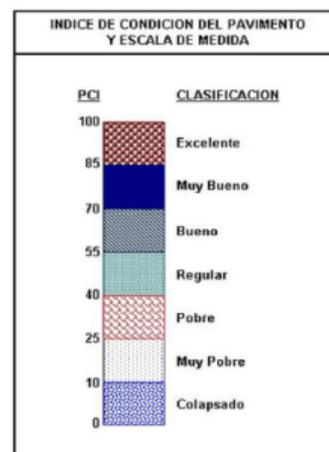
TRAMO: JR. A. B. LEGUIA TRAMO: PROCERES - P. PERALTA / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	230.9	01	00+000	00+057		77	23	Muy Pobre
02	229.7	02	00+057	00+114		77	23	Muy Pobre
03	201.0	03	00+114	00+164		77	23	Muy Pobre
PROMEDIO							23	Muy Pobre



TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO – AV. PRÓCERES
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. A. B. LEGUIA TRAMO: PROCERES - P. PERALTA / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	230.9	01	00+000	00+057		77	23	Muy Pobre
02	230.9	02	00+057	00+114		77	23	Muy Pobre
03	201.0	03	00+114	00+164		77	23	Muy Pobre
PROMEDIO							23	Muy Pobre



TRAMO: JR. PEDRO PERALTA – JR. PARAISO
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. AGUSTO B. LEGUIA / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	213.2	01	00+000	00+053	4.3	72	28	Pobre
02	213.2	02	00+053	00+105	3.9	73	27	Pobre
03	213.2	03	00+105	00+158	6.2	45	55	Bueno
04	213.3	04	00+158	00+211	5.0	69	31	Pobre
PROMEDIO							35	Pobre



TRAMO: JR. PEDRO PERALTA – JR. PARAISO
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. AGUSTO B. LEGUIA / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	213.2	01	00+000	00+053	6.4	48	52	Regular
02	213.2	02	00+053	00+105		69	31	Pobre
03	213.2	03	00+105	00+158	3.9	73	27	Pobre
04	213.3	04	00+158	00+211	4.5	68	32	Pobre
PROMEDIO							36	Pobre



TRAMO: JR. PARAISO – LA UNIÓN
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

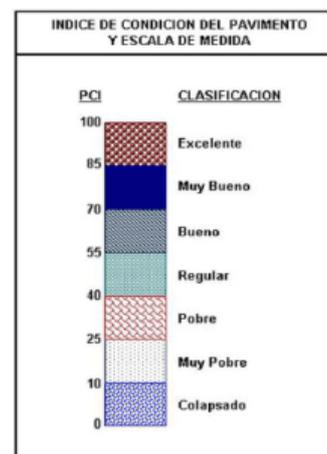
TRAMO: JR. A B. LEGUIA TRAMO: PARAISO - LA UNION / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	283.5	01	00+000	00+070		77	23	Muy Pobre
02	283.5	02	00+070	00+140		77	23	Muy Pobre
03	283.5	03	00+140	00+210		77	23	Muy Pobre
PROMEDIO							23	Muy Pobre



TRAMO: JR. PARAISO – LA UNIÓN AZAPAMPA
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. A B. LEGUIA TRAMO: PARAISO - LA UNION / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	283.5	01	00+000	00+070		77	23	Muy Pobre
02	283.5	02	00+070	00+140		77	23	Muy Pobre
03	283.5	03	00+140	00+210		77	23	Muy Pobre
PROMEDIO							23	Muy Pobre



JR. 28 DE JULIO

TRAMO: JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO – AV. PRÓCERES
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

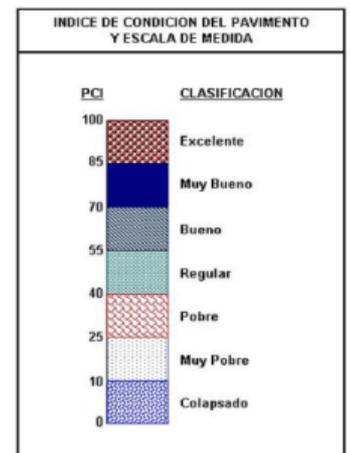
TRAMO: JR. 28 DE JULIO TRAMO: J.S. CHOCANO - PROCERES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	292.0	01	00+000	00+040	8.8	17	83	Muy Bueno
02	292.0	02	00+040	00+080	8.3	23	77	Muy Bueno
03	292.0	03	00+080	00+120	8.5	20	80	Muy Bueno
04	292.0	04	00+120	00+160	8.5	22	78	Muy Bueno
05	292.0	05	00+160	00+200	8.3	27	73	Muy Bueno
06	292.0	06	00+200	00+240	8.2	28	72	Muy Bueno
07	292.0	07	00+240	00+280	7.5	43	57	Buena
08	273.1	08	00+280	00+317		29	71	Muy Bueno
PROMEDIO							74	Muy Bueno



TRAMO: AV. PRÓCERES – JR. CIRO ALEGRÍA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. 28 DE JULIO / CARRIL ÚNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	259.2	01	00+000	00+036	8.2	27	73	Muy Bueno
02	259.2	02	00+036	00+072	3.6	90	10	Muy Pobre
03	259.2	03	00+072	00+108		33	67	Buena
04	259.2	04	00+108	00+144	7.2	35	65	Buena
05	206.4	05	00+144	00+173	7.2	54	46	Regular
PROMEDIO							52	Regular



JR. AREQUIPA

TRAMO: AV. 09 DE DICIEMBRE – AV. PRÓCERES

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. AREQUIPA TRAMO: AV. 9 DIC - AV. PROCERES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	288.0	01	00+000	- 00+040	8.7	18	82	Muy Bueno
02	288.0	02	00+040	- 00+080	9.1	14	86	Excelente
03	288.0	03	00+080	- 00+120	7.7	29	71	Muy Bueno
04	288.0	04	00+120	- 00+160	8.4	24	76	Muy Bueno
05	288.0	05	00+160	- 00+200	7.7	40	60	Bueno
06	288.0	06	00+200	- 00+240	8.9	16	84	Muy Bueno
07	288.0	07	00+240	- 00+280	7.3	42	58	Bueno
08	251.4	08	00+280	- 00+315		8	92	Excelente
PROMEDIO							76	Muy Bueno



TRAMO: AV. PRÓCERES – LA UNIÓN AZAPAMPA

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. AREQUIPA / CARRIL ÚNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	288.0	01	00+000	- 00+040	8.4	27	73	Muy Bueno
02	288.0	02	00+040	- 00+080	4.7	68	32	Pobre
03	288.0	03	00+080	- 00+120	5.6	71	29	Pobre
04	288.0	04	00+120	- 00+160	9.5	15	85	Excelente
05	288.0	05	00+160	- 00+200	8.6	27	73	Muy Bueno
06	288.0	06	00+200	- 00+240	6.8	61	39	Pobre
07	288.0	07	00+240	- 00+280	8.6	22	78	Muy Bueno
08	288.0	08	00+280	- 00+320	7.2	73	27	Pobre
PROMEDIO							54	Regular

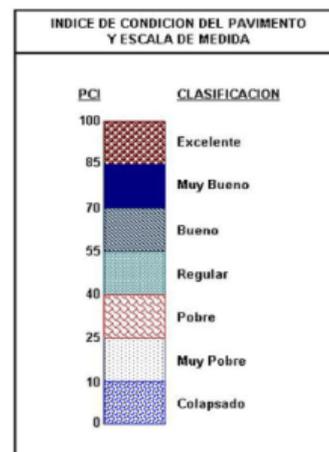


JR. HUMBOLT

TRAMO: AV. 09 DE DICIEMBRE – JR. GARCÍA CALDERON
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA
 ASTM D 6433 (2003)

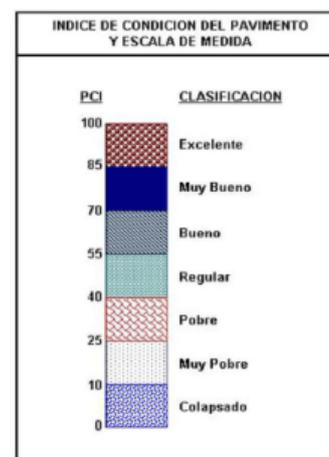
TRAMO: HUMBOLT TRAMO: AV. 9 DIC - G. CALDERON / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	00+042	6.1	47	53	Regular
02	302.4	02	00+042	00+084	6.9	50	50	Regular
03	302.4	03	00+084	00+126	6.7	50	50	Regular
04	302.4	04	00+126	00+168	7.2	47	53	Regular
05	302.4	05	00+168	00+210	7.8	40	60	Bueno
06	284.8	06	00+210	00+250	6.2	45	55	Bueno
PROMEDIO							54	Regular



TRAMO: JR. GARCÍA CALDERON – AV. PRÓCERES
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: HUMBOLT TRAMO: G. CALDERON - AV. PROCERES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	00+042	7.6	37	63	Bueno
02	302.4	02	00+042	00+084	7.3	37	63	Bueno
03	302.4	03	00+084	00+126	7.0	37	63	Bueno
04	302.4	04	00+126	00+168	7.9	32	68	Bueno
05	286.2	05	00+168	00+208	6.9	50	50	Regular
PROMEDIO							61	Bueno



TRAMO: AV. PRÓCERES – JR. SAN MARTIN
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. HUMBOLT TRAMO: PROCERES - SAN MARTIN / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	306.6	01	00+000	00+042	8.6	26	74	Muy Bueno
02	306.6	02	00+042	00+084	8.4	26	74	Muy Bueno
03	306.6	03	00+084	00+126	8.2	24	76	Muy Bueno
04	306.6	04	00+126	00+168	8.2	27	73	Muy Bueno
05	306.6	05	00+168	00+210	7.6	38	62	Bueno
06	306.6	06	00+210	00+252		30	70	Muy Bueno
07	306.6	07	00+252	00+294	7.4	32	68	Bueno
08	306.6	08	00+294	00+336		32	68	Bueno
09	306.6	09	00+336	00+378	7.3	35	65	Bueno
10	306.6	10	00+378	00+420		11	89	Excelente
11	248.6	11	00+420	00+454		30	70	Muy Bueno
PROMEDIO							72	Muy Bueno



JR. JOSÉ BALTA

TRAMO: JR. 09 DE DICIEMBRE – JR. FRANCISCO TORRES
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: SUCRE - JOSE BALTA TRAMO: AV. 9 DIC - F. TORRES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	223.2	01	00+000	00+031	7.4	39	61	Bueno
02	223.2	02	00+031	00+062	7.2	55	45	Regular
03	223.2	03	00+062	00+093	7.5	39	61	Bueno
04	223.2	04	00+093	00+124	8.1	32	68	Bueno
05	223.2	05	00+124	00+155	8.0	35	65	Bueno
06	223.2	06	00+155	00+186	7.9	36	64	Bueno
07	223.2	07	00+186	00+217	7.5	49	51	Regular
PROMEDIO							59	Bueno



TRAMO: JR. FRANCISCO TORRES – ARTERIAL
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: SUCRE - JOSE BALTA TRAMO: F. TORRES - ARTERIAL / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	288.0	01	00+000	00+040	7.7	29	71	Muy Bueno
02	288.0	02	00+040	00+080	7.5	33	67	Bueno
03	288.0	03	00+080	00+120	7.9	31	69	Bueno
04	264.6	04	00+120	00+157	8.0	33	67	Bueno
PROMEDIO							68	Bueno

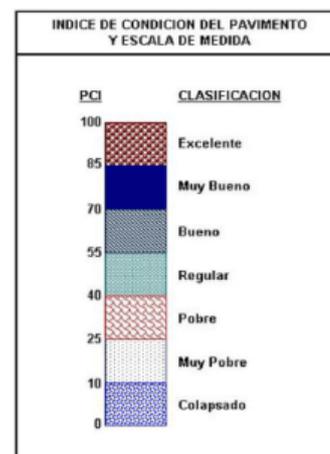


JR. SUCRE

TRAMO: ARTERIAL – AV. PRÓCERES
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

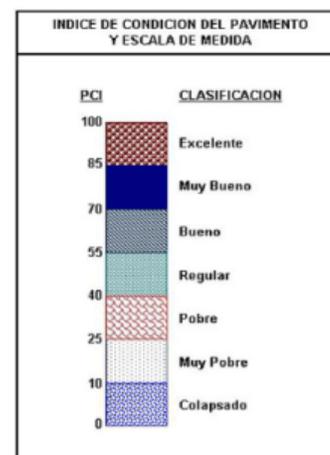
TRAMO: JR. SUCRE TRAMO: PROCERES - ARTERIAL / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	288.0	01	00+000	00+040		11	89	Excelente
02	287.6	02	00+040	00+080		31	69	Bueno
PROMEDIO							79	Muy Bueno



TRAMO: AV. PRÓCERES – JR. SAN MARTÍN
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. SUCRE TRAMO: PROCERES - SAN MARTIN / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	00+048	7.8	35	65	Bueno
02	302.4	02	00+048	00+096	6.7	47	53	Regular
03	302.4	03	00+096	00+144	7.4	41	59	Bueno
04	302.4	04	00+144	00+192	8.1	26	74	Muy Bueno
05	302.4	05	00+192	00+240		12	88	Excelente
06	302.4	06	00+240	00+288		13	87	Excelente
07	302.4	07	00+288	00+336	7.3	39	61	Bueno
08	302.4	08	00+336	00+384	8.2	26	74	Muy Bueno
09	258.3	09	00+384	00+425	8.0	27	73	Muy Bueno
PROMEDIO							70	Muy Bueno



AV. AURAY

AV. AURAY MARGEN ÚNICA

**MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)**

TRAMO: AURAY / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	292.0	01	00+000	00+040		2	98	Excelente
02	292.0	02	00+040	00+080		4	96	Excelente
03	292.0	03	00+080	00+120		3	97	Excelente
04	292.0	04	00+120	00+160		2	98	Excelente
05	292.0	05	00+160	00+200		1	99	Excelente
06	292.0	06	00+200	00+240		2	98	Excelente
07	292.0	07	00+240	00+280		1	99	Excelente
08	292.0	08	00+280	00+320		2	98	Excelente
09	292.0	09	00+320	00+360		1	99	Excelente
10	292.0	10	00+360	00+400		2	98	Excelente
11	292.0	11	00+400	00+440		1	99	Excelente
12	292.0	12	00+440	00+480		2	98	Excelente
13	292.0	13	00+480	00+520		1	99	Excelente
14	292.0	14	00+520	00+560		2	98	Excelente
15	287.5	15	00+560	00+599		2	98	Excelente
PROMEDIO							98	Excelente



JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO

TRAMO: AV. REAL – JR. 28 DE JULIO
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: REAL - 28 DE JULIO / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	263.7	01	00+000	00+064		7	93	Excelente
02	263.7	02	00+064	00+128		20	80	Muy Bueno
03	250.8	03	00+128	00+189		0	100	Excelente
PROMEDIO							91	Excelente



TRAMO: AV. REAL – JR. 28 DE JULIO
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: REAL - 28 DE JULIO / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	263.7	01	00+000	00+064		9	91	Excelente
02	263.7	02	00+064	00+128		16	84	Muy Bueno
03	250.8	03	00+128	00+189	8.4	23	77	Muy Bueno
PROMEDIO							84	Muy Bueno

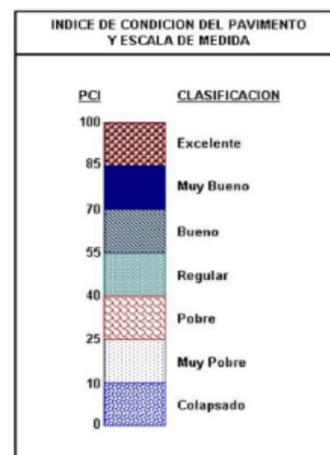


TRAMO: JR. 28 DE JULIO - JR. TORRE TAGLE
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO - 28 DE JULIO - T. TAGLE / CARRIL DERECHA

N°	ÁREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	288.4	01	00+000	00+070	8.5	29	71	Muy Bueno
02	288.4	02	00+070	00+140		3	97	Excelente
03	289.2	03	00+140	00+210		0	100	Excelente
PROMEDIO							89	Excelente

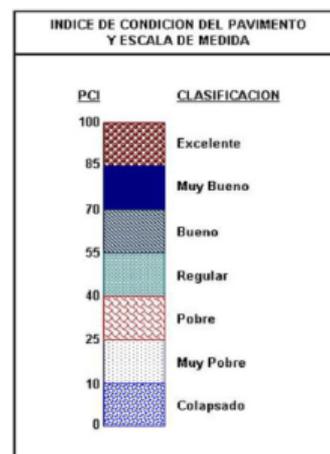


TRAMO: JR. 28 DE JULIO – JR. TORRE TAGLE
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO - 28 DE JULIO - T. TAGLE / CARRIL IZQUIERDA

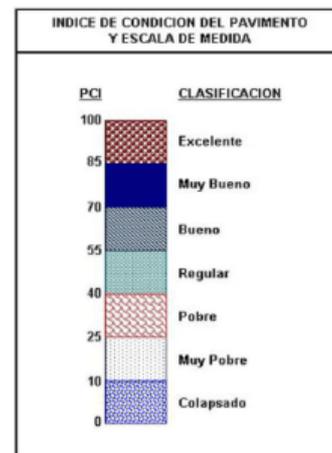
N°	ÁREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	288.4	01	00+000	00+070		29	71	Muy Bueno
02	288.4	02	00+070	00+140	8.9	17	83	Muy Bueno
03	289.2	03	00+140	00+070	8.8	18	82	Muy Bueno
PROMEDIO							79	Muy Bueno



TRAMO: JR. TORRE TAGLE – JR. JOSÉ BALTA
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: T. TAGLE - BALTA / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	259.6	01	00+000	00+063	8.6	19	81	Muy Bueno
02	259.6	02	00+063	00+126		14	86	Excelente
03	259.6	03	00+126	00+189	8.5	20	80	Muy Bueno
04	246.4	04	00+189	00+249		0	100	Excelente
PROMEDIO							87	Excelente



TRAMO: JR. TORRE TAGLE - JR. JOSÉ BALTA
MAGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

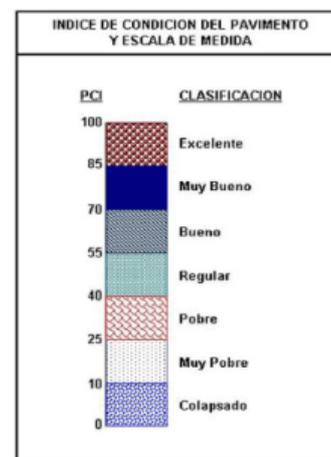
TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: T. TAGLE - BALTA / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	259.6	01	00+000	00+063	9.1	16	84	Muy Bueno
02	259.6	02	00+063	00+126		16	84	Muy Bueno
03	259.6	03	00+126	00+189		14	86	Excelente
04	246.4	04	00+189	00+249		10	90	Excelente
PROMEDIO							86	Excelente



TRAMO: JR. JOSÉ BALTA – AV. HUANCVELICA
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: BALTA - HVCA / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	251.3	01	00+000	- 00+061		15	85	Excelente
02	251.3	02	00+061	- 00+122	8.9	17	83	Muy Bueno
03	251.3	03	00+122	- 00+183		0	100	Excelente
04	220.5	04	00+183	- 00+237		8	92	Excelente
PROMEDIO							90	Excelente



TRAMO: JR. JOSÉ BALTA – AV. HUANCVELICA
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

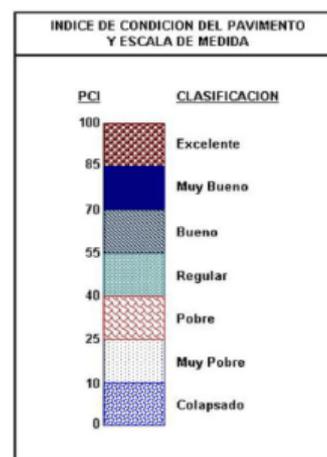
TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: BALTA - HVCA / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	251.3	01	00+000	- 00+061		0	100	Excelente
02	251.3	02	00+061	- 00+122	8.7	20	80	Muy Bueno
03	251.3	03	00+122	- 00+183		7	93	Excelente
04	220.5	04	00+183	- 00+054		10	90	Excelente
PROMEDIO							91	Excelente



TRAMO: AV. HUANCVELICA – ARTERIAL
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: HVCA - ARTERIAL / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	255.5	01	00+000	00+035		16	84	Muy Bueno
02	255.5	02	00+035	00+070		5	95	Excelente
03	255.5	03	00+070	00+105		16	84	Muy Bueno
04	255.5	04	00+105	00+140		8	92	Excelente
05	255.5	05	00+140	00+175		10	90	Excelente
06	255.5	06	00+175	00+210		0	100	Excelente
07	255.5	07	00+210	00+245		14	86	Excelente
08	206.6	08	00+245	00+273		0	100	Excelente
PROMEDIO							91	Excelente



TRAMO: ARTERIAL – JR. NICOLAS DE PIEROLA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JOSE SANTOS CHOCANO TRAMO: ARTERIAL - PIEROLA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	233.6	01	00+000	00+032		17	83	Muy Bueno
02	233.6	02	00+032	00+064		0	100	Excelente
03	233.6	03	00+064	00+096		0	100	Excelente
PROMEDIO							94	Excelente



ARTERIAL

TRAMO: AV. REAL – JR. 28 DE JULIO
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. ARTERIAL TRAMO: REAL - 28 DE JULIO / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	244.8	01	00+000	00+034		8	92	Excelente
02	244.8	02	00+034	00+068		4	96	Excelente
03	244.8	03	00+068	00+102	9.3	12	88	Excelente
04	244.8	04	00+102	00+136		11	89	Excelente
05	244.8	05	00+136	00+170		17	83	Muy Bueno
06	227.1	06	00+170	00+202		10	90	Excelente
PROMEDIO							90	Excelente



TRAMO: JR. 28 DE JULIO – JR. TORRE TAGLE
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. ARTERIAL TRAMO: 28 DE JULIO - T. TAGLE / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	259.2	01	00+000	00+036		11	89	Excelente
02	259.2	02	00+036	00+072		4	96	Excelente
03	259.2	03	00+072	00+108		2	98	Excelente
04	259.2	04	00+108	00+144	9.2	13	87	Excelente
05	259.2	05	00+144	00+180		10	90	Excelente
06	216.4	06	00+180	00+210		15	85	Excelente
PROMEDIO							91	Excelente



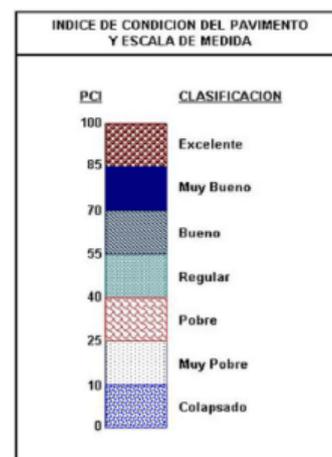
TRAMO: JR. TORRE TAGLE – JR. FRANCISCO TOLEDO

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. ARTERIAL TRAMO: T. TAGLE - F. TOLEDO / CARRIL ÚNICO

N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	259.2	01	00+000	00+036		1	99	Excelente
02	259.2	02	00+036	00+072		20	80	Muy Bueno
03	259.2	03	00+072	00+108	9.7	7	93	Excelente
04	259.2	04	00+108	00+144		14	86	Excelente
05	259.2	05	00+144	00+180	9.5	10	90	Excelente
06	259.2	06	00+180	00+216		3	97	Excelente
07	220.8	07	00+216	00+247	8.6	19	81	Muy Bueno
PROMEDIO							89	Excelente



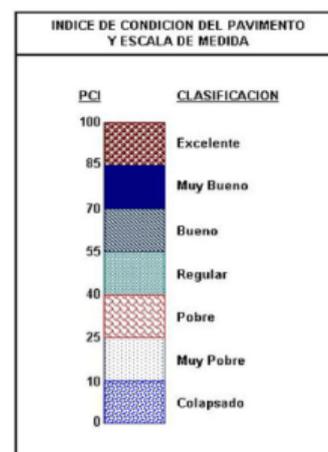
TRAMO: JR. FRANCISCO TOLEDO – AV. GENERAL CÓRDOVA

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. ARTERIAL TRAMO: F. TOLEDO - G. CORDOVA / CARRIL ÚNICO

N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	273.6	01	00+000	00+038		14	86	Excelente
02	273.6	02	00+038	00+076		0	100	Excelente
03	273.6	03	00+076	00+114		15	85	Excelente
04	273.6	04	00+114	00+152	8.6	19	81	Muy Bueno
05	237.7	05	00+152	00+185		1	99	Excelente
PROMEDIO							90	Excelente



TRAMO: PSJE. HUAMÁN – AV. 09 DE DICIEMBRE
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. ARTERIAL TRAMO: PJE. HUAMAN - AV. 9 DE DIC / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	273.6	01	00+000	00+038	8.6	22	78	Muy Bueno
02	273.6	02	00+038	00+076		16	84	Muy Bueno
03	273.6	03	00+076	00+114		19	81	Muy Bueno
04	273.6	04	00+114	00+152		26	74	Muy Bueno
05	267.4	05	00+152	00+189		7	93	Excelente
PROMEDIO							82	Muy Bueno



JR. PEDRO PERALTA

TRAMO: AV. REAL – JR. SUCRE

MARGEN ÚNICA

**MÉTODO ESTANDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)**

TRAMO: PEDRO PERALTA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	- 00+042	8.5	21	79	Muy Bueno
02	302.4	02	00+042	- 00+084		32	68	Bueno
03	302.4	03	00+084	- 00+126	7.9	27	73	Muy Bueno
04	302.4	04	00+126	- 00+168	7.9	27	73	Muy Bueno
05	302.4	05	00+168	- 00+210	8.6	20	80	Muy Bueno
06	302.4	06	00+210	- 00+252		32	68	Bueno
07	302.4	07	00+252	- 00+294		19	81	Muy Bueno
08	302.4	08	00+294	- 00+336	8.5	23	77	Muy Bueno
09	302.4	09	00+336	- 00+378	8.5	23	77	Muy Bueno
10	302.4	10	00+378	- 00+420	6.7	40	60	Bueno
11	302.4	11	00+420	- 00+462		22	78	Muy Bueno
12	302.4	12	00+462	- 00+504	8.4	28	72	Muy Bueno
13	302.4	13	00+504	- 00+546	7.4	32	68	Bueno
14	302.4	14	00+546	- 00+588		27	73	Muy Bueno
15	302.4	15	00+588	- 00+628	7.5	36	64	Bueno
16	302.4	16	00+628	- 00+670		28	72	Muy Bueno
17	302.4	17	00+670	- 00+712	7.4	39	61	Bueno
18	302.4	18	00+712	- 00+754		30	70	Muy Bueno
19	302.4	19	00+754	- 00+796	7.5	39	61	Bueno
PROMEDIO							71	Muy Bueno



PSJE. QUINUA

TRAMO: JR. HUMBOLT – AV. GENERAL CÓRDOVA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE QUINUA / CARRIL UNICO								
Nº	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	294.0	01	00+000	00+042		20	80	Muy Bueno
02	294.0	02	00+042	00+084	8.4	22	78	Muy Bueno
03	294.0	03	00+084	00+126	8.4	25	75	Muy Bueno
04	294.0	04	00+126	00+168		38	62	Bueno
05	294.0	05	00+168	00+210	7.0	45	55	Bueno
06	294.0	06	00+210	00+252		31	69	Bueno
07	263.5	07	00+252	00+290	7.2	35	65	Bueno
PROMEDIO							69	Bueno



JR. CIRO ALEGRÍA

TRAMO: AV. REAL – JR. FRANCISCO TOLEDO

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTANDAR DE EVALUACIÓN DEL INDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: CIRO ALEGRIA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	286.0	01	00+000	00+044	8.3	30	70	Muy Bueno
02	286.0	02	00+044	00+088	8.2	31	69	Bueno
03	286.0	03	00+088	00+132	8.4	31	69	Bueno
04	286.0	04	00+132	00+176	8.4	22	78	Muy Bueno
05	286.0	05	00+176	00+220	8.4	27	73	Muy Bueno
06	286.0	06	00+220	00+264	8.4	26	74	Muy Bueno
07	286.0	07	00+264	00+308		20	80	Muy Bueno
08	286.0	08	00+308	00+352	8.2	31	69	Bueno
09	286.0	09	00+352	00+396	8.4	22	78	Muy Bueno
10	286.0	10	00+396	00+440	8.2	31	69	Bueno
11	286.0	11	00+440	00+484	6.6	44	56	Bueno
12	286.0	12	00+484	00+528	8.4	29	71	Muy Bueno
PROMEDIO							71	Muy Bueno



CENTRO PACÍFICO

TRAMO: AV. REAL – JR. AREQUIPA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: CENTRO PACIFICO / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	- 00+042	6.7	53	47	Regular
02	302.4	02	00+042	- 00+084	8.4	32	68	Bueno
03	302.4	03	00+084	- 00+126	8.5	22	78	Muy Bueno
04	302.4	04	00+126	- 00+168	8.9	16	84	Muy Bueno
05	302.4	05	00+168	- 00+210		41	59	Bueno
06	302.4	06	00+210	- 00+252		32	68	Bueno
07	264.0	07	00+252	- 00+289		24	76	Muy Bueno
PROMEDIO							69	Bueno



JR. FRANCISCO TOLEDO

TRAMO: ARTERIAL – AV. PRÓCERES MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

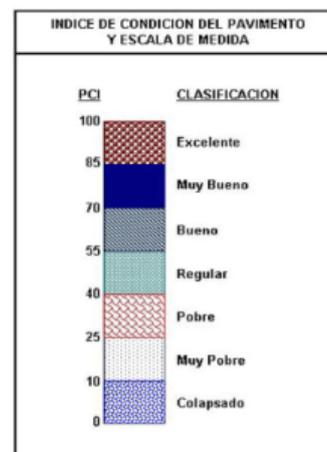
TRAMO: JR. TOLEDO TRAMO: ARTERIAL - PROCERES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	00+042	7.7	29	71	Muy Bueno
02	253.5	02	00+042	00+077	7.2	36	64	Bueno
PROMEDIO							68	Bueno



TRAMO: AV. PRÓCERES – PSJE. QUINUA MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. F. TOLEDO TRAMO: PROCERES - PSJE QUINUA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	252.0	01	00+000	00+036	7.2	37	63	Bueno
02	252.0	02	00+036	00+072		34	66	Bueno
03	252.0	03	00+072	00+108		14	86	Excelente
PROMEDIO							72	Muy Bueno



LA UNIÓN AZAPAMPA

TRAMO: AV. REAL – JR. AUGUSTO B. LEGUÍA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: LA UNION / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	260.4	01	00+000	00+042	7.4	41	59	Bueno
02	260.4	02	00+042	00+084		42	58	Bueno
03	260.4	03	00+084	00+126	7.0	44	56	Bueno
04	248.2	04	00+126	00+166		41	59	Bueno
PROMEDIO							58	Bueno



JR. SAN MARTÍN

TRAMO: PSJE. ESMERALDA – AV. GENERAL CÓRDOVA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: SAN MARTIN / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	300.0	01	00+000	00+050	9.1	15	85	Excelente
02	300.0	02	00+050	00+100	7.5	36	64	Bueno
03	300.0	03	00+100	00+150	7.4	35	65	Bueno
04	300.0	04	00+150	00+200		30	70	Muy Bueno
05	300.0	05	00+200	00+250		31	69	Bueno
06	300.0	06	00+250	00+300		30	70	Muy Bueno
07	300.0	07	00+300	00+350	7.4	35	65	Bueno
08	300.0	08	00+350	00+400	7.4	33	67	Bueno
09	300.0	09	00+400	00+450		30	70	Muy Bueno
PROMEDIO							69	Bueno



JR. NICOLÁS DE PIEROLA

TRAMO: AV. 09 DE DICIEMBRE – AV. PRÓCERES
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. NICOLAS DE PIEROLA TRAMO: 09 DIC - PROCERES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	273.6	01	00+000	00+038	7.9	29	71	Muy Bueno
02	273.6	02	00+038	00+076			13	Excelente
03	273.6	03	00+076	00+114			14	Excelente
04	273.6	04	00+114	00+152			12	Excelente
05	273.6	05	00+152	00+190			10	Excelente
06	213.0	06	00+190	00+220			17	Muy Bueno
PROMEDIO							84	Muy Bueno



MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: NICOLAS DE PIEROLA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	180.2	01	00+000	00+051			15	Excelente
PROMEDIO							85	Excelente



PSJE. LA LIBERTAD

TRAMO: AV. GENERAL CORDOVA – AV. HUANCAMELICA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. LIBERTAD TRAMO: GRAL. CORDOVA - AV. HVCA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	261.0	01	00+000	00+058	9.5	10	90	Excelente
02	257.3	02	00+058	00+115		15	85	Excelente
PROMEDIO							88	Excelente



MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. LA LIBERTAD / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	175.5	01	00+000	00+045		20	80	Muy Bueno
02	170.4	02	00+045	00+089	8.1	32	68	Bueno
PROMEDIO							74	Muy Bueno



JR. FRANCISCO TORRES

TRAMO: JR. JOSÉ BALTA – AV. GENERAL CÓRDOVA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. F. TORRES TRAMO: J. BALTA - GRAL. CORDOVA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	252.0	01	00+000	00+035		21	79	Muy Bueno
02	252.0	02	00+035	00+070	9.1	14	86	Excelente
03	259.3	03	00+070	00+106	8.9	20	80	Muy Bueno
PROMEDIO							82	Muy Bueno



JR. JORGE CHÁVEZ

TRAMO: AV. 09 DE DICIEMBRE – PSJE. WIRACOCHA

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JORGE CHAVEZ TRAMO: 09 DIC. - WIRACOCHA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	00+042		15	85	Excelente
02	302.4	02	00+042	00+084		3	97	Excelente
03	281.7	03	00+084	00+123		18	82	Muy Bueno
PROMEDIO							88	Excelente

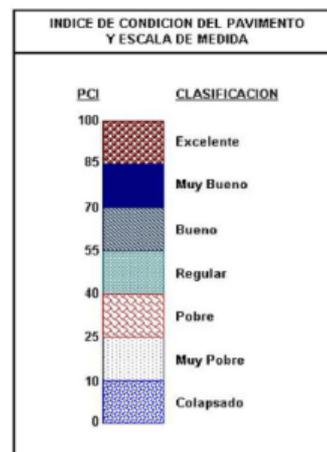


TRAMO: PSJE. WIRACOCHA – AV. PRÓCERES

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: JR. JORGE CHAVEZ TRAMO: WIRACOCHA - PROCERES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	302.4	01	00+000	00+045	8.0	29	71	Muy Bueno
02	302.4	02	00+042	00+084	8.6	25	75	Muy Bueno
PROMEDIO							73	Muy Bueno



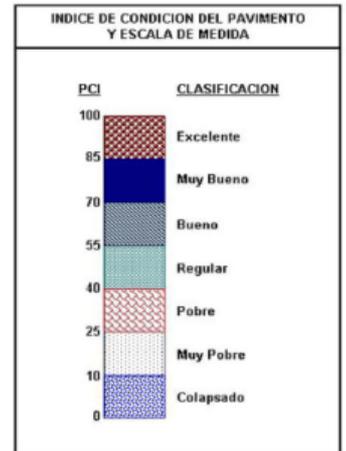
PSJE. 02 DE MAYO

MARGEN ÚNICA

**MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)**

TRAMO: PSJE. 2 DE MAYO / CARRIL ÚNICO

N°	ÁREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	175.5	01	00+000	00+045		20	80	Muy Bueno
02	175.5	02	00+045	00+090	8.4	26	74	Muy Bueno
PROMEDIO							77	Muy Bueno



PSJE. ABEL MARTÍNEZ

TRAMO: JR. AREQUIPA – JR. HUMBOLT
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. ABEL MARTINEZ TRAMO: AREQUIPA - HUMBOLT / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	273.6	01	00+000	00+038		1	99	Excelente
02	273.6	02	00+038	00+076	8.2	29	71	Muy Bueno
03	273.6	03	00+076	00+114		0	100	Excelente
04	273.6	04	00+114	00+152	9.1	14	86	Excelente
05	273.6	05	00+152	00+190	7.8	32	68	Bueno
06	273.6	06	00+190	00+228		24	76	Muy Bueno
PROMEDIO							83	Muy Bueno



TRAMO: JR. HUMBOLT – JR. JOSÉ BALTA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. ABEL MARTINEZ TRAMO: HUMBOLT - J. BALTA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	264.0	01	00+000	00+048		0	100	Excelente
02	264.0	02	00+048	00+096		4	96	Excelente
03	274.7	03	00+096	00+146		12	88	Excelente
PROMEDIO							95	Excelente

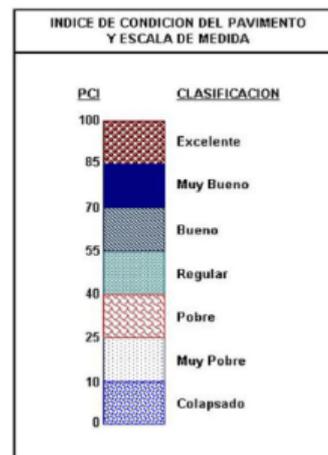


PSJE. BERNAOLA

TRAMO: AV. 09 DE DICIEMBRE – AV. PRÓCERES
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. BERNAOLA TRAMO: AV. 09 DIC - PROCERES / CARRIL UNICO								
Nº	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	292.5	01	00+000	00+065		20	80	Muy Bueno
02	282.3	02	00+065	00+128		20	80	Muy Bueno
PROMEDIO							80	Muy Bueno

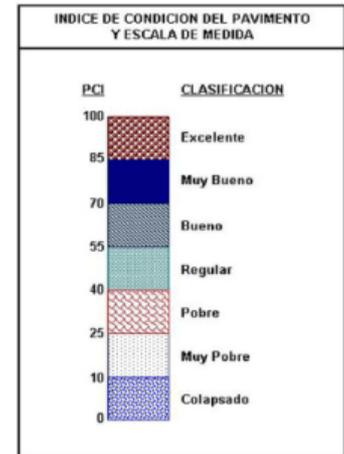


PSJE. FACUNDO MARTÍNEZ

TRAMO: JR. HUMBOLT – PSJE. MARTÍNEZ
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. FCO MARTINEZ TRAMO: HUMBOLT - PJE. MARTINEZ / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	264.0	01	00+000	00+066		11	89	Excelente
02	256.7	02	00+066	00+130		29	71	Muy Bueno
PROMEDIO							80	Muy Bueno



PSJE. GARCÍA CALDERÓN

TRAMO: JR. HUMBOLT – AV. GENERAL CÓRDOVA
MARGEN DERECHA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. G. CALDERON TRAMO: HUMBOLT - GRAL. CORDOVA / CARRIL DERECHA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	280.0	01	00+000	00+070		0	100	Excelente
02	280.0	02	00+070	00+140	8.7	21	79	Muy Bueno
03	280.0	03	00+140	00+210	8.9	16	84	Muy Bueno
04	280.0	04	00+210	00+280		14	86	Excelente
PROMEDIO							87	Excelente



TRAMO: JR. HUMBOLT – AV. GENERAL CÓRDOVA
MARGEN IZQUIERDA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. G. CALDERON TRAMO: HUMBOLT - GRAL. CORDOVA / CARRIL IZQUIERDA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	280.0	01	00+000	00+070	7.6	30	70	Muy Bueno
02	280.0	02	00+070	00+140		5	95	Excelente
03	280.0	03	00+140	00+210		29	71	Muy Bueno
04	280.0	04	00+210	00+280		24	76	Muy Bueno
PROMEDIO							78	Muy Bueno



PSJE. HUMBOLT

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE HUMBOLT / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	265.5	01	00+000	00+074		16	84	Muy Bueno
PROMEDIO							84	Muy Bueno



PSJE. LOS HÉROES

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE LOS HEROES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	252.0	01	00+000	00+056		20	80	Muy Bueno
02	252.0	02	00+056	00+112	8.4	22	78	Muy Bueno
PROMEDIO							79	Muy Bueno



PSJE. LOS CLAVELES

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE LOS CLAVELES / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	- FINAL				
01	196.0	01	00+000	- 00+049		20	80	Muy Bueno
02	189.0	02	00+049	- 00+096	8.4	27	73	Muy Bueno
PROMEDIO							76	Muy Bueno



PSJE. ORELLANA

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE ORELLANA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	209.5	01	00+000	00+070		20	80	Muy Bueno
PROMEDIO							80	Muy Bueno



PSJE. PROGRESO

MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTANDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE PROGRESO / CARRIL ÚNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	234.0	01	00+000	- 00+045		20	80	Muy Bueno
02	217.0	02	00+045	- 00+087	8.4	29	71	Muy Bueno
PROMEDIO							76	Muy Bueno



PSJE. QUIÑONES

TRAMO: JR. HUMBOLT – JR. JOSÉ BALTA
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. QUIÑONES TRAMO: HUMBOLT - BALTA / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	272.6	01	00+000	00+047		5	95	Excelente
02	272.6	02	00+047	00+094		5	95	Excelente
03	272.6	03	00+094	00+141		3	97	Excelente
04	272.6	04	00+141	00+188	9.0	15	85	Excelente
PROMEDIO							93	Excelente



PSJE. SANTA ROSA

TRAMO: JR. TORRE TAGLE – JR. HUMBOLT
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE SANTA MARIA TRAMO: T. TAGLE - HUMBOLT / CARRIL UNICO								
Nº	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	294.0	01	00+000	00+049		29	71	Muy Bueno
02	282.1	02	00+049	00+096		29	71	Muy Bueno
PROMEDIO							71	Muy Bueno



PSJE. UNANUE

TRAMO: JR. TORRE TAGLE – JR. HUMBOLT
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

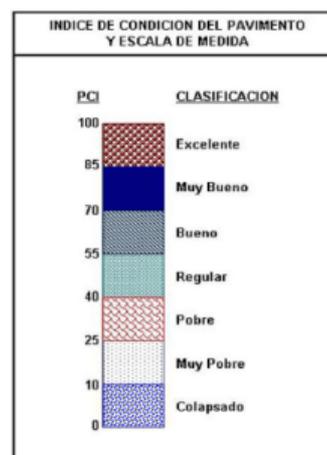
TRAMO: PSJE. UNANUE TRAMO: T. TAGLE - HUMBOLT / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	254.4	01	00+000	00+048		16	84	Muy Bueno
02	241.2	02	00+048	00+094		16	84	Muy Bueno
PROMEDIO							84	Muy Bueno



TRAMO: JR. HUMBOLT – JR. FRANCISCO TOLEDO
IMAGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE. UNANUE TRAMO: HUMBOLT - TOLEDO / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	231.0	01	00+000	00+042	8.6	24	76	Muy Bueno
02	231.0	02	00+042	00+084		16	84	Muy Bueno
03	188.2	03	00+084	00+118		16	84	Muy Bueno
PROMEDIO							81	Muy Bueno



PSJE. WIRACOCHA

TRAMO: AV. GENERAL CORDOVA – JR. JORGE CHÁVEZ
MARGEN ÚNICA

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
 ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: PSJE WIRACOCCHA TRAMO: GRAL. CORDOVA - J. CHAVEZ / CARRIL UNICO								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	272.6	01	00+000	00+047	9.7	7	93	Excelente
02	272.6	02	00+047	00+094		26	74	Muy Bueno
03	272.6	03	00+094	00+141	8.2	24	76	Muy Bueno
04	272.6	04	00+141	00+188		6	94	Excelente
05	272.6	05	00+188	00+235		18	82	Muy Bueno
PROMEDIO							84	Muy Bueno



Anexo N° 04: Diseño del mortero asfáltico – slurry seal



INFORME DE DISEÑO - SLURRY SEAL TIPO II

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN LAS VIAS LOCALES - DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO

SOLICITA BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO

UBICACIÓN

Distrito CHILCA

Provincia HUANCAYO

Región HUANCA

Fecha de ingreso 21-Oct-20

I. Caracterización de Agregados

Procedencia de la muestra Seco : Planta Chancadora de Apata - Rio

Referencia : Formular Slurry Seal Tipo II

Observaciones : Agregado muestreado por los interesados

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)				
N° DE MALLA	ABERTURA (mm)	PASA %	ESPECIFICACION SLURRY SEAL TIPO II	
3/8"	9.525	100	100	100
N°4	4.76	93.24	90	100
N°8	2.38	77.84	65	90
N°16	1.19	58.92	45	70
N°30	0.59	42.7	30	50
N°50	0.297	23.78	18	30
N°100	0.149	17.03	10	21
N°200	0.074	11.62	5	15
FONDO	0	0		





INFORME DE DISEÑO - SLURRY SEAL TIPO II

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO	ESPECIFICACION	RESULTADO
EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419)	MINIMO 40%	0,6
AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)	MAXIMO 8 mg/g	7,3
INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E - 111)	NP	NP

II. Caracterización de la Emulsion Asfáltica

Tipo de emulsion : Emulsion Cationica de Rotura Lenta CSS-1H
Referencia : QUIMIASFAL

ENSAYO	METODO	UNIDADES	RESULTADOS	ESPECIFICACION
Residuo Asfáltico	ASTM D 6997	%	63,5	Minimo 62%
Penetracion(25°C,100g,5 seg)	ASTM D 5	dmm	63	40-90 dmm

IV. Contenido Teorico de Asfalto

Asfalto teorico en base a la granulometria : 9,8%
Emulsion asfáltica teorica calculada : 14,2%

V. Calidad de Mezcla

Se fabricaron moldes para someterlos a las pruebas de:

- Rueda de Carga (ISSA TB 109)
- Abrasion en Humedo (ISSA TB 100)

Emulsion Teorica(%)	Agua(%)	Filler(%)
14	12,6	0,5

- Humedad natural del agregado : 2,6%
- El % de agua que se indica es añadida al agregado : 12,6
- Tiempo de mezcla > 180 segundos



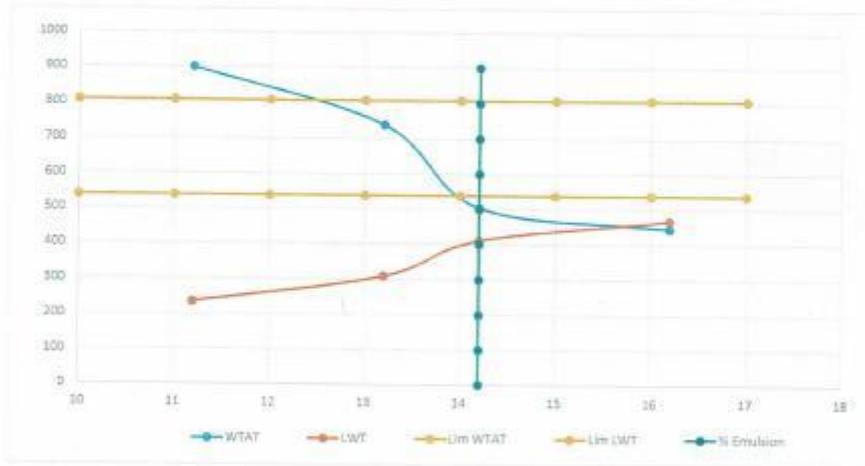
INFORME DE DISEÑO - SLURRY SEAL TIPO II

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

VII. RESULTADOS

Emulsion (%)	WTAT (g/m ²)	LWT (g/m ²)
11.2	738.5	235.1
13.2	503.7	309.4
14.2	444.7	410.2
16.2	391.4	466.5

CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO



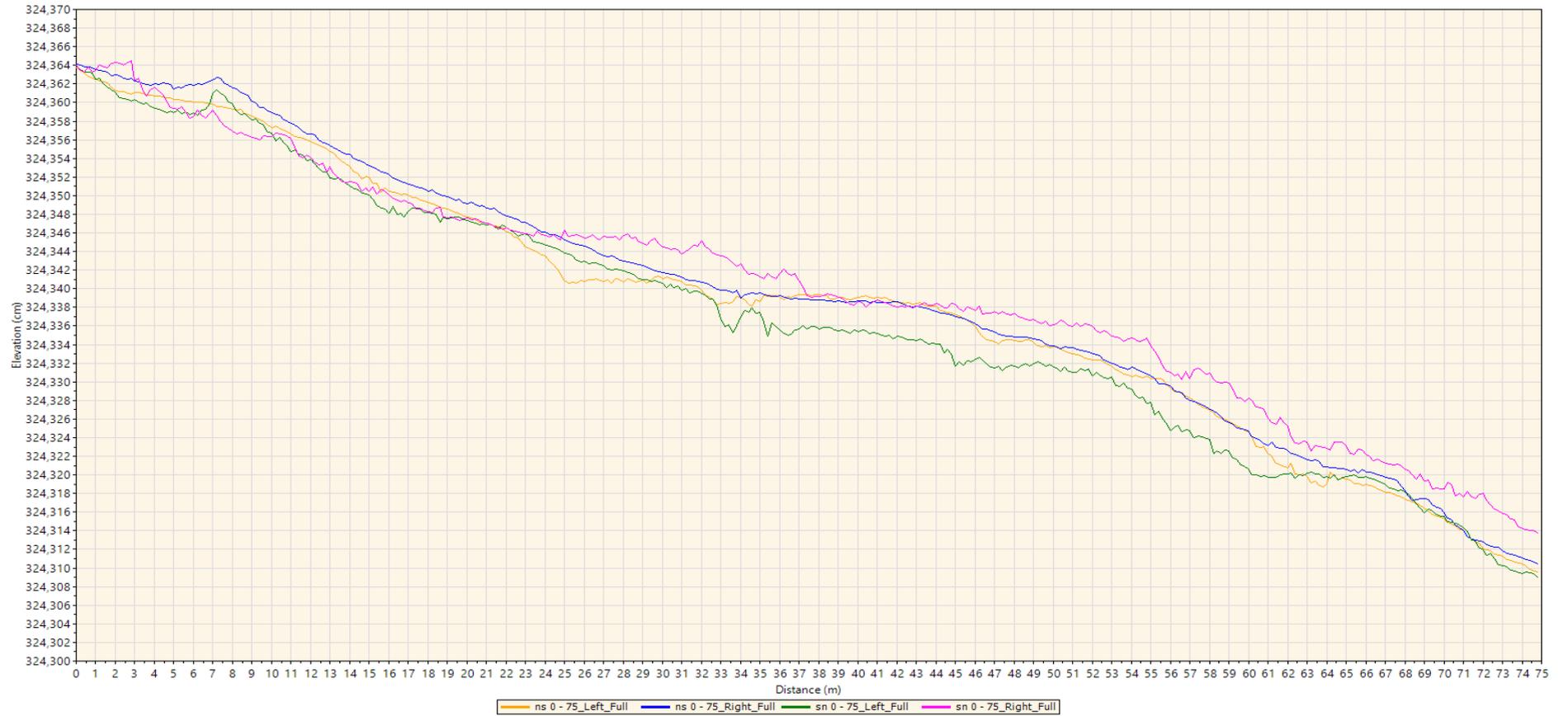
GEOLAB M&M
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Edwin Paul Vichy
Vichy Rivera Wilwin Paul
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

José Manuel Perreya Arriaga
José Manuel Perreya Arriaga
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 18807

Anexo N° 05: Ensayos de campo – Diagnóstico de la muestra

**Anexo N° 06: Resultados de las alternativas de mantenimiento
recurrente**

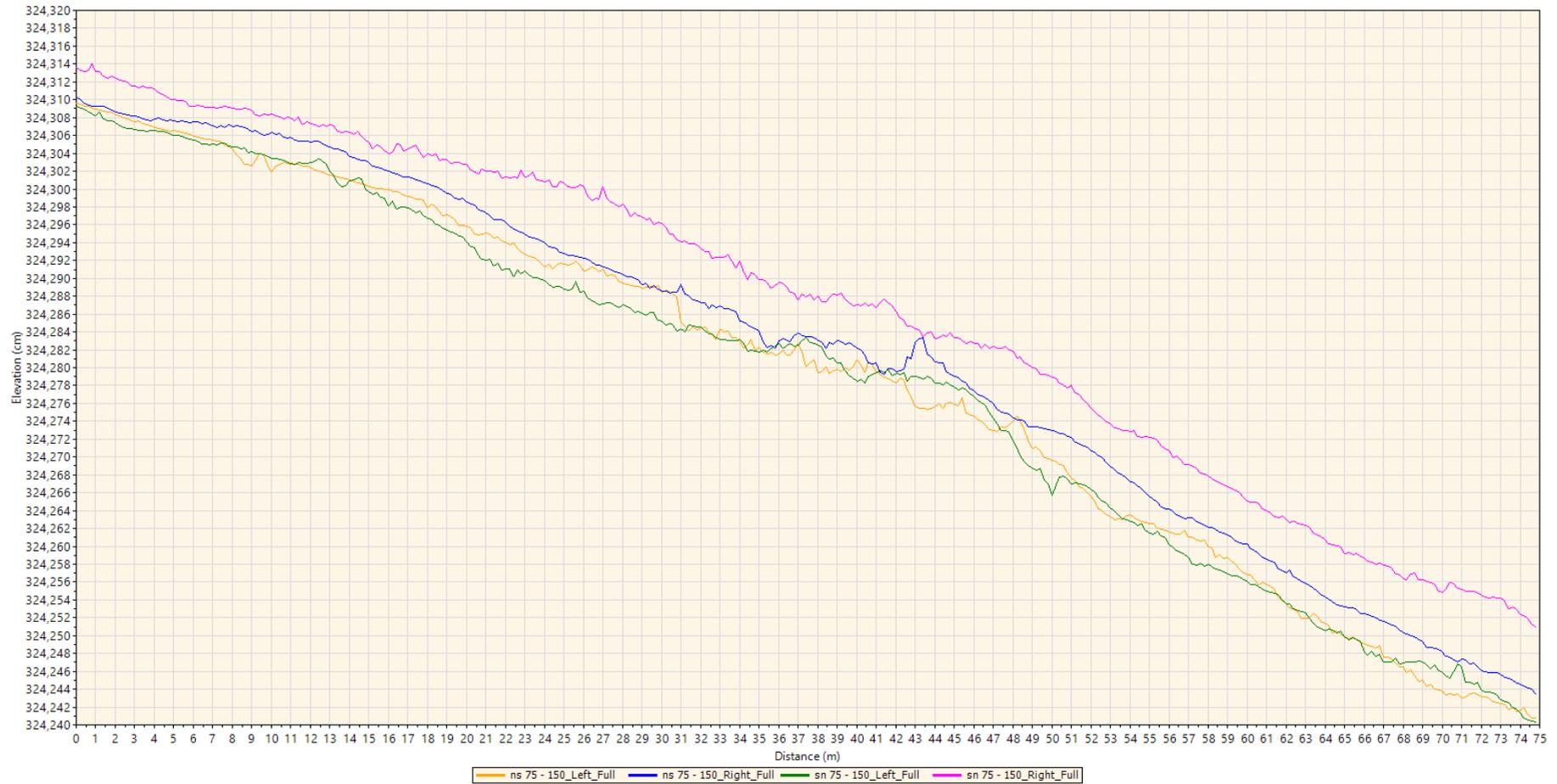
ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) – INICIAL TRAMO: 0+000.00 – 0+075.00



Results

File	Profile	IRI (m/km)
ns 0 - 75	Left	6.130
ns 0 - 75	Right	4.310
sn 0 - 75	Left	9.327
sn 0 - 75	Right	8.705

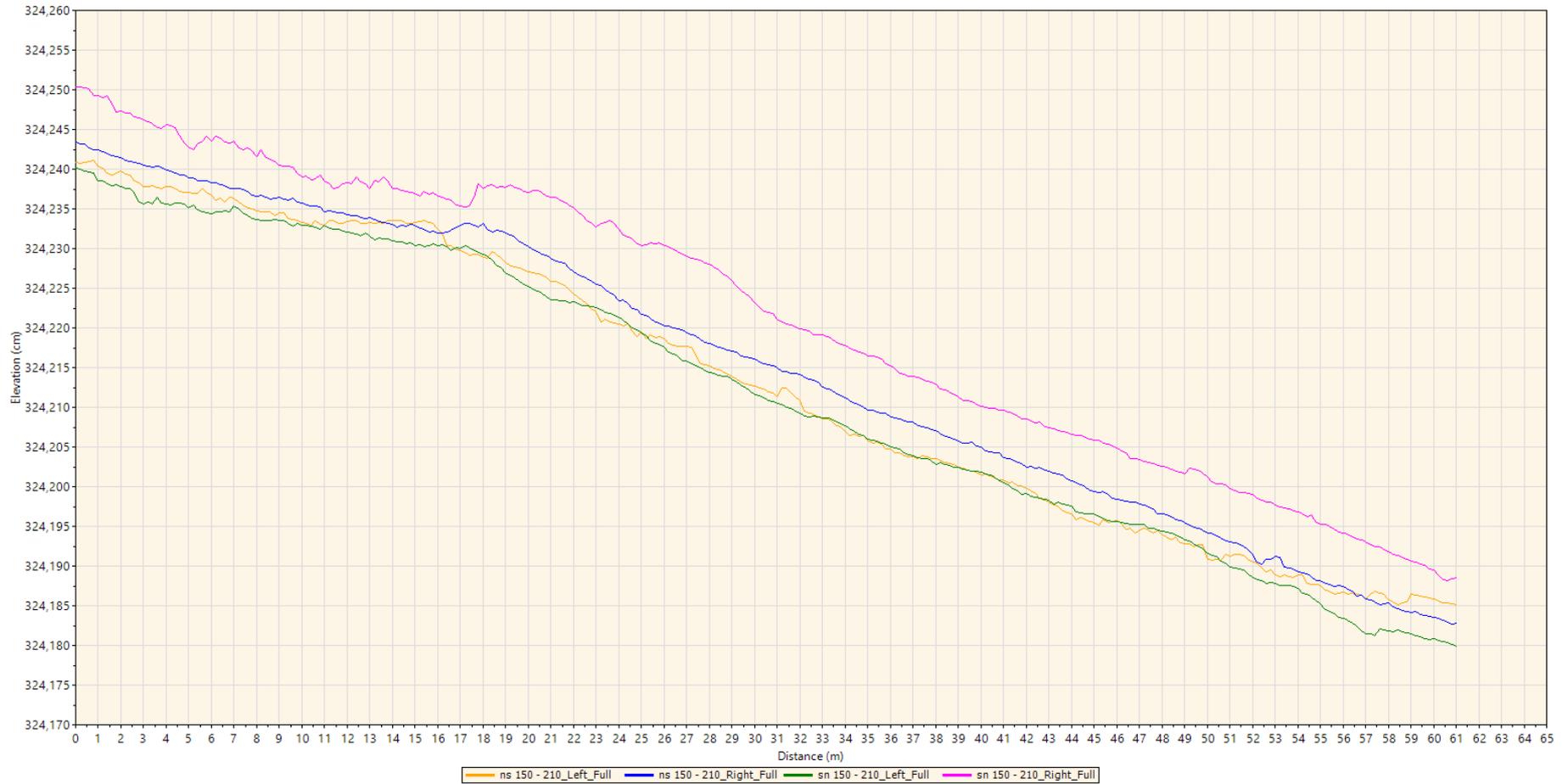
ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) – INICIAL TRAMO: 0+075.00 – 0+150.00



Results

File	Profile	IRI (m/km)
ns 75 - 150	Left	8.927
ns 75 - 150	Right	6.152
sn 75 - 150	Left	8.366
sn 75 - 150	Right	6.910

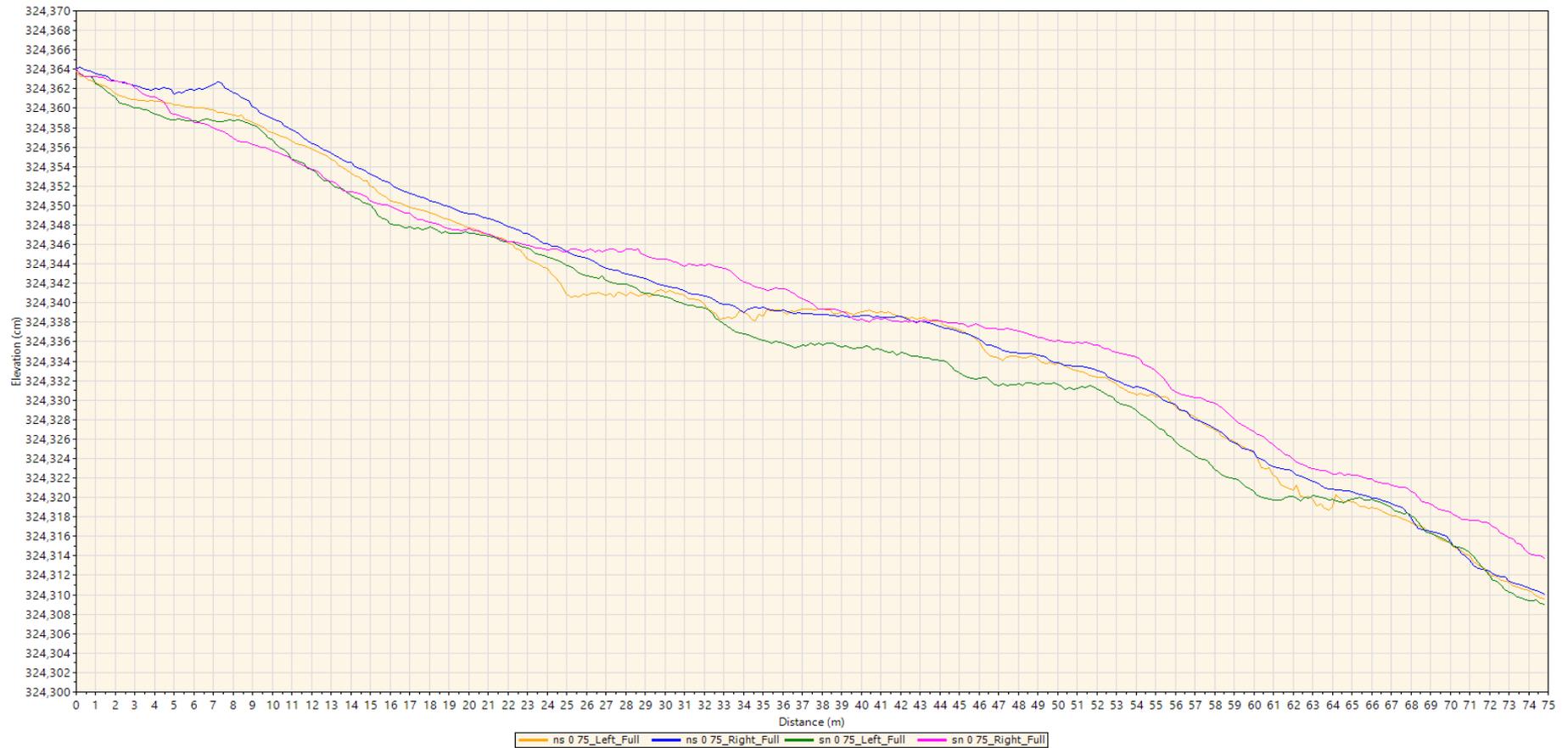
ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) – INICIAL TRAMO: 0+150.00 – 0+210.00



Results

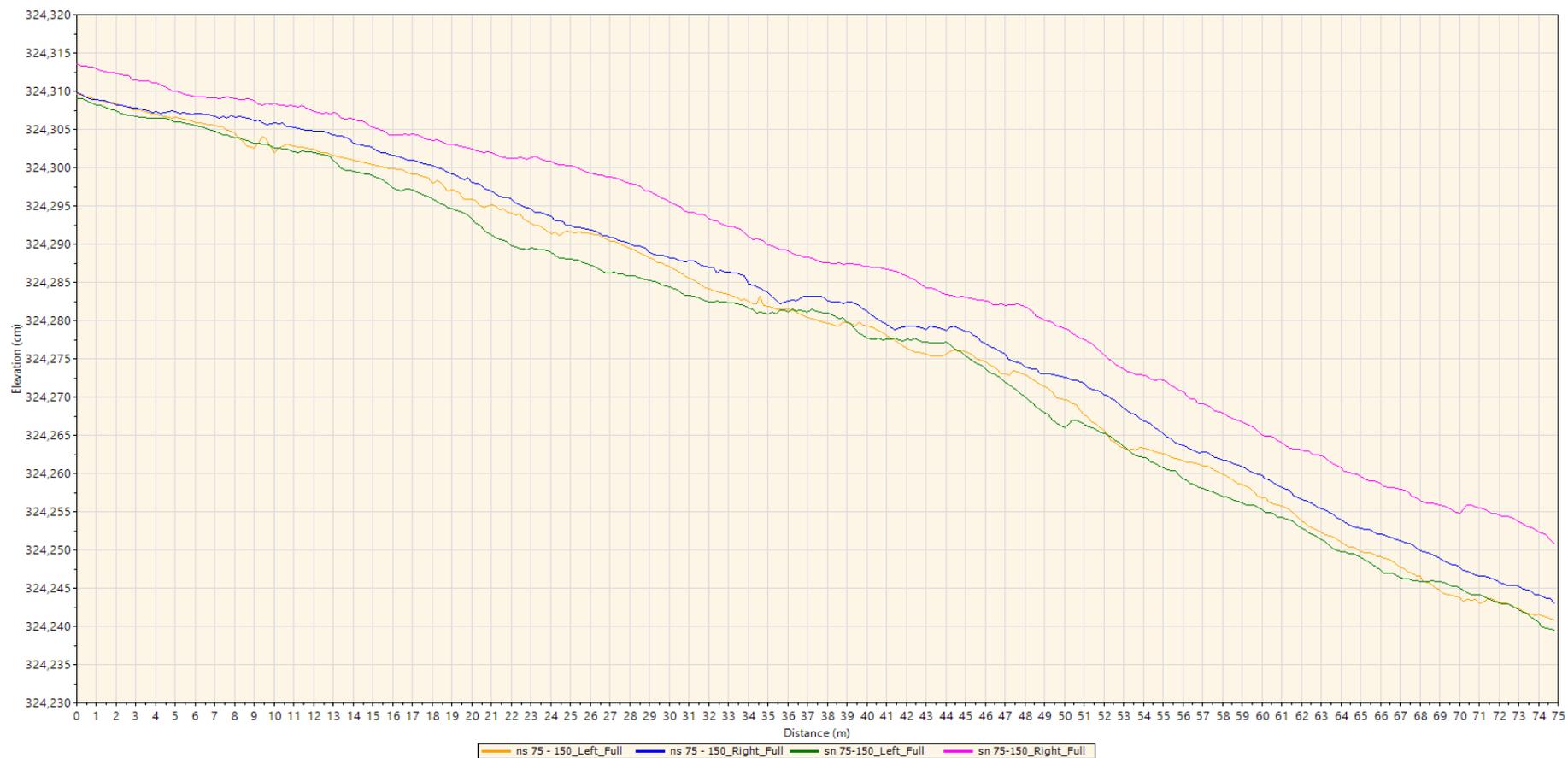
File	Profile	IRI (m/km)
ns 150 - 210	Left	8.826
ns 150 - 210	Right	4.723
sn 150 - 210	Left	6.105
sn 150 - 210	Right	8.511

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) - FINAL TRAMO: 0+000.00 – 0+075.00



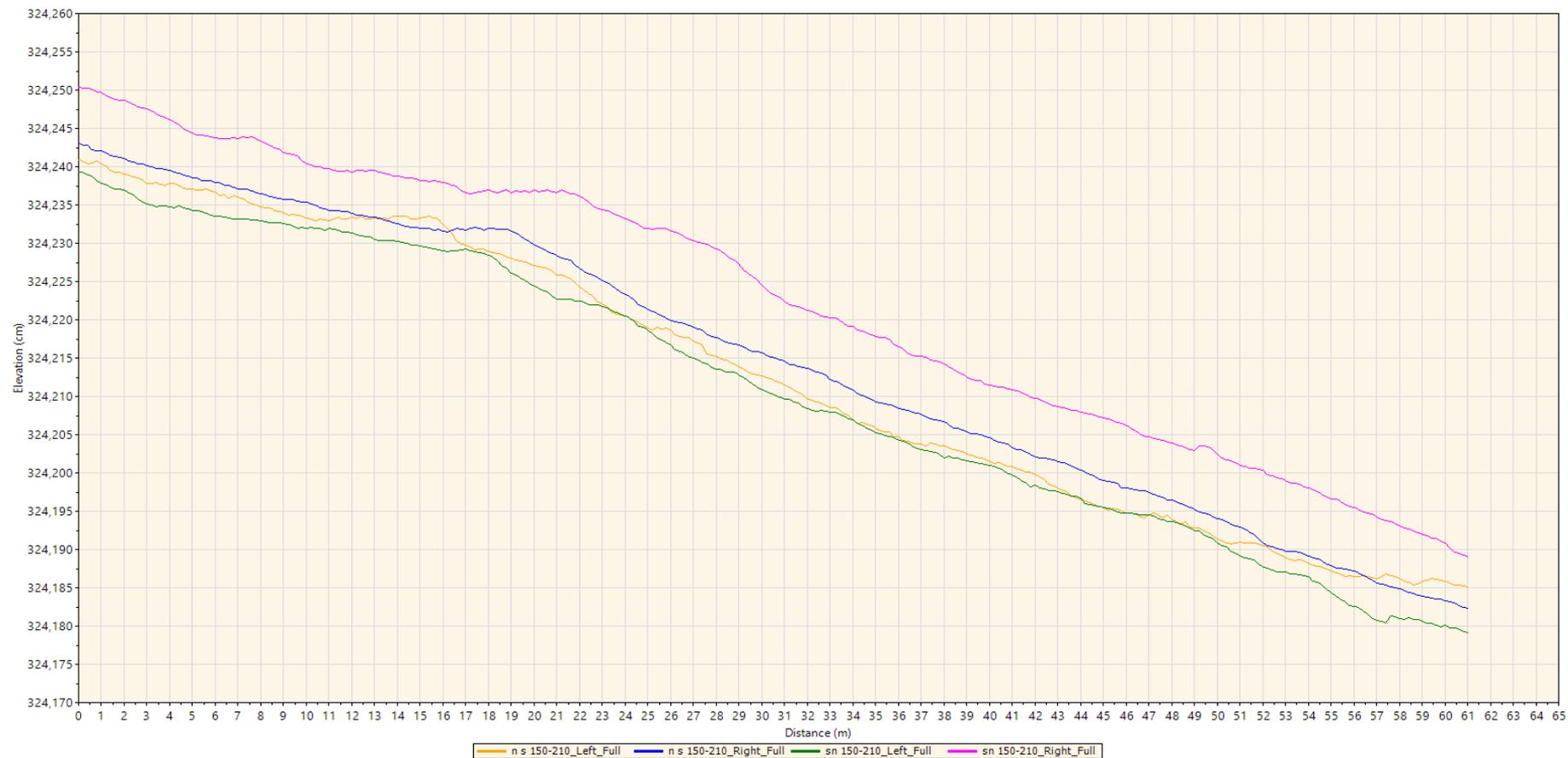
File	Profile	IRI (m/km)
ns 0 75	Left	6.030
ns 0 75	Right	4.338
sn 0 75	Left	6.626
sn 0 75	Right	4.668

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) - FINAL TRAMO: 0+075.00 – 0+150.00



File	Profile	IRI (m/km)
ns 75 - 150	Left	5.998
ns 75 - 150	Right	4.558
sn 75-150	Left	5.699
sn 75-150	Right	4.884

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) - FINAL TRAMO: 0+150.00 – 0+210.00



File	Profile	IRI (m/km)
n s 150-210	Left	6.198
n s 150-210	Right	4.005
sn 150-210	Left	5.409
sn 150-210	Right	5.533

CÍRCULO DE ARENA – PRUEBA INICIAL



TEXTURA SUPERFICIAL : METODO CIRCULO DE ARENA (NORMA MTC E-1005)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN LAS VÍAS LOCALES - DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO		
SOLICITA	BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILLU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO		
UBICACIÓN	Distrito	CHILCA	
	Provincia	HUANCAYO	
	Región	JUNIN	Fecha 01-oct-20

Estructura	Superficie	UBICACIÓN DE LA PRUEBA	Volumen Arena cc	Diámetro cm	Área Círculo cm ²	Profundidad mm	Especificación	Calificación
Pavimento	Asfalto	D=000.00 - D=075.00	72.00	22.3	388.82	1.85	1.2	ok
Pavimento	Asfalto	D=075.00 - D=150.00	72.00	24.8	481.11	1.50	1.2	ok
Pavimento	Asfalto	D=150.00 - D=210.00	72.00	24.4	468.84	1.54	1.2	ok


Edwin Paul Vichy Rivera
 Vichy Rivera Edwin Paul
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS



José Manuel Perceira Araujo
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 14890

CÍRCULO DE ARENA – PRUEBA FINAL



GEOLAB M&M TECNOLOGÍA Y CALIDAD

PROYECTOS - SERVICIO DE LABORATORIO - MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS -
ASESORÍA - CONSULTORÍA - ALQUILER DE EQUIPOS

TEXTURA SUPERFICIAL : METODO CIRCULO DE ARENA
(NORMA MTC E-1005)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN LAS VÍAS LOCALES - DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO
SOLICITA	BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO
UBICACIÓN	Distrito CHILCA
	Provincia HUANCAYO
	Región JUNIN
Fecha	26-nov-20

Estructura	Superficie	UBICACIÓN DE LA PRUEBA	Volumen Arena cc	Diametro cm	Area Circulo cm2	Profundidad mm	Especificacion "	Calificacion
Pavimento	Asfalto	0+000.00 - 0+075.00	72.00	19.4	294.83	2.44	1.2	ok
Pavimento	Asfalto	0+075.00 - 0+150.00	72.00	20.3	322.06	2.24	1.2	ok
Pavimento	Asfalto	0+150.00 - 0+210.00	72.00	20.0	314.16	2.29	1.2	ok


GEOLAB M&M
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Edwin Paul Vichy R.
Vichy Rivera Edwin Paul
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS


José Maguila Pereyra Araujo
José Maguila Pereyra Araujo
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 16904

PÉNDULO BRITÁNICO – INICIAL



GEOLAB M&M TECNOLOGÍA Y CALIDAD

PROYECTOS - SERVICIO DE LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTECNICOS -
ASESORIA - CONSULTORIA - ALQUILER DE EQUIPOS

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

NORMA MTC E - 1004

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN LAS VIAS
LOCALES - DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO

SOLICITA
UBICACIÓN

BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO
Distrito CHILCA
Provincia HUANCAYO
Región JUNIN

Fecha 01-oct-20

PROGRESIVA KM	Fecha	RESULTADOS DE ENSAYOS					CRD PROM.	TEMPERATURA AMBIENTE °C	TEMPERATURA PAVIMENTO °C	CRD CORR. (%)
		1	2	3	4	5				
0+000.00 - 0+075.00		42	40	40	42	40	0.41	19.0	25.2	0.42
0+075.00 - 0+150.00		48	49	50	50	50	0.49	19.0	25.2	0.51
0+150.00 - 0+210.00		44	44	42	45	44	0.44	19.0	25.2	0.45

N	3.00
SUMA	1.38
XP	0.46
ESPECIFICACION TECNICA (VALOR MINIMO)	0.45
MIN. ESTADISTICO	0.42
MAX. ESTADISTICO	0.51
DESVIACION ESTANDAR	0.04
VARIANZA	0.00
COEFICIENTE DE VARIACION	9.52

GEOLAB M&M
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Edwin Paul Vichy D
Vichy Rivera Edwin Paul
TEC. ESP. SUELOS / PAVIMENTOS

José Manuel Pereyra Araujo
INGENIERO CIVIL
REG. COLEG. D INGENIEROS N° 16809

PÉNDULO BRITÁNICO – FINAL



GEOLAB M&M TECNOLOGÍA Y CALIDAD

PROYECTOS - SERVICIO DE LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTECNICOS - ASESORIA - CONSULTORIA - ALQUILER DE EQUIPOS

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

NORMA MTC E - 1004

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
OBRA	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECURRENTE EN LAS VIAS LOCALES - DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO								
SOLICITA UBICACIÓN	BACH. LLOCLLA CHOQUE MARILU - BACH. MUCHA MAYTA CIRO								
	Distrito	CHILCA							
	Provincia	HUANCAYO							
	Región	JUNIN							
	Fecha	26-nov-20							

PROGRESIVA KM	Fecha	RESULTADOS DE ENSAYOS					CRD PROM.	TEMPERATURA AMBIENTE °C	TEMPERATURA PAVIMENTO °C	CRD CORR. (%)
		1	2	3	4	5				
0+000.00 - 0+075.00		66	64	64	66	64	0.65	19.0	25.2	0.66
0+075.00 - 0+150.00		64	64	64	66	64	0.64	19.0	25.2	0.66
0+150.00 - 0+210.00		58	58	58	60	60	0.59	19.0	25.2	0.60

N	3.00
SUMA	1.92
XP	0.64
ESPECIFICACION TECNICA (VALOR MINIMO)	0.45
MIN. ESTADISTICO	0.60
MAX. ESTADISTICO	0.66
DESVIACION ESTANDAR	0.03
VARIANZA	0.00
COEFICIENTE DE VARIACION	5.25

GEOLAB M&M
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Edwin Paul Vichy
Vichy Rivera Edwin Paul
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

José Blazquez
José Blazquez Pereyra Araya
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 16600

Anexo N° 07: Especificaciones técnicas de los materiales bituminosos



FICHA TECNICA

Emulsión Asfáltica Catiónica Tipo Superestable
Super estable CSS - 1 H

Código : GP- CSS - 1H

Revisión : JULIO 2020

Rvdo. Por : Lab. Central

Página : 1 de 1

Emulsión Catiónica de Rotura Lenta CSS-1H, que tiene muy buena habilidad para mezclar con un agregado, es decir el asfalto demora un buen tiempo en sufrir coalescencia. Esta emulsión esta dentro de la clasificación de las LENTAS. permitiendo alcanzar una buena trabajabilidad. Estas emulsiones están diseñadas para reaccionar lentamente con el agregado y revertir del estado de emulsión al de asfalto.

Aplicaciones

Slurry Seal, mezclas densas, estabilizaciones, riegos de liga, imprimación etc.(previa recomendación del proveedor)

CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS

Composición	:	Asfalto y agua	
Color	:	Marrón oscuro	
Aspecto	:	Líquido viscoso	Gravedad específica
a 20 °C	:	0.95	

ESPECIFICACIONES ASTM D 2397

Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C, s	20 – 100
Sedimentación, 5 días, %	5.0 % máx.
Estabilidad almacenamiento 24 hrs., %	1.0 % máx.
Tamizado, %	0.1 % máx.
Residuo asfáltico, %	57 % mín.
Prueba sobre el residuo de ensayo de destilación:	
Penetración, 25 °C, 100 mg, 5 s (1)	40 - 90 Ductilidad, 25 °C, 5 cm./min., cm. 40 mín.

(1) La penetración cambia al variar el tipo de PEN

ALMACENAMIENTO

Se almacena en cisternas o cilindros metálicos a una temperatura de 10 °C a 60 °C

QUIMICOS ASFALTICOS DEL PERU – QUIMIASFAL E.I.R.L.
Oficina: altura de la escuela de policía – Puente Piedra – Lima – Perú
Telfs.: 01-7787648 / 01-4998909
Celular: 944910720 – 939416969
www.quimiasfal.com.pe
e-mail: quimiasfal@hotmail.com

FICHA TÉCNICA EMULSIONES ASFÁLTICAS

MANEJO Y ALMACENAMIENTO.

Para una correcta manipulación y almacenamiento de Emulsiones asfálticas tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Uso de elementos de protección y seguridad industrial.
- No fumar.
- Evitar la respiración prolongada de gases o vapores.
- No ingerir, son nocivas para la salud.
- Almacene la emulsión preferiblemente en tanques verticales para reducir la formación de nata, el rango de temperatura de almacenamiento recomendado es de 5 a 50°C. para el caso de emulsiones de rotura lenta aplicar a temperatura ambiente.
- Para almacenar durante tiempos prolongados, recircular al menos cada 10 días.
- No mezcle diferentes tipos de emulsiones (referencia, polaridad, distinto fabricante).

- No diluya las Emulsiones Catiónicas de Rotura Rápida y Media, en caso de requerir diluir emulsiones de rotura lenta utilizar agua potable.
- No almacene el producto en tanques que contengan residuos incompatibles.

PRESENTACIÓN.

- A granel.
- Tambor (200 Kg. Aproximadamente).

NOTA.

La información contenida en esta ficha técnica es de carácter informativo y no sustituye el diseño de la mezcla o del pavimento. Quimiasfal no asume responsabilidad de ningún tipo sobre problemas derivados de una inadecuada utilización del producto.

EMULSIÓN CATIÓNICA DE ROTURA RÁPIDA

ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN	UN	NORMAS INVIAS	CRR - 1		CRR - 2		CRR - 1m		CRR - 2m	
			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 50 °C	s	E - 703	20	100	20	300	20	100	20	300
Contenido de agua en volumen	%	E - 701	—	40	—	35	—	40	—	35
Estabilidad en almacenamiento - Sedimentación a los 7 días	%	E - 704	—	5	—	5	—	5	—	5
Destilación - Contenido de acetato residual	%	E - 702	90	—	95	—	90	—	95	—
Destilación - Contenido de disolventes	%	E - 702	—	3	—	3	—	3	—	3
Filtrado - Retenido tamiz No. 20 (850 µm)	%	E - 705	—	0.1	—	0.1	—	0.1	—	0.1
Rotura - Ductilau/flocuonato sódico	%	E - 706	40	—	40	—	40	—	40	—
Carga de partícula		E - 707	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
pH		E - 708	—	6	—	6	—	6	—	6
ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE DESTILACIÓN (E - 771)										
Penetración (25 °C, 100g, 5s)	0,1 mm	E - 706	60	100	60	100	60	100	60	100
Punto de ablandamiento con aparato de anillo y bola	°C	E - 712	N/A		N/A		55		55	
Ductilidad (25 °C, 5 cm/min)	cm	E - 702	40	—	40	—	10	—	10	—
Ductilidad (5 °C, 5 cm/min)	cm	E - 702	40	—	40	—	10	—	10	—
Solubilidad en triciocetileno	%	E - 713	97	—	97	—	N/A		N/A	
Recuperación Elástica Por Torsión @25°C	%	E - 727	N/A		N/A		12	—	12	—



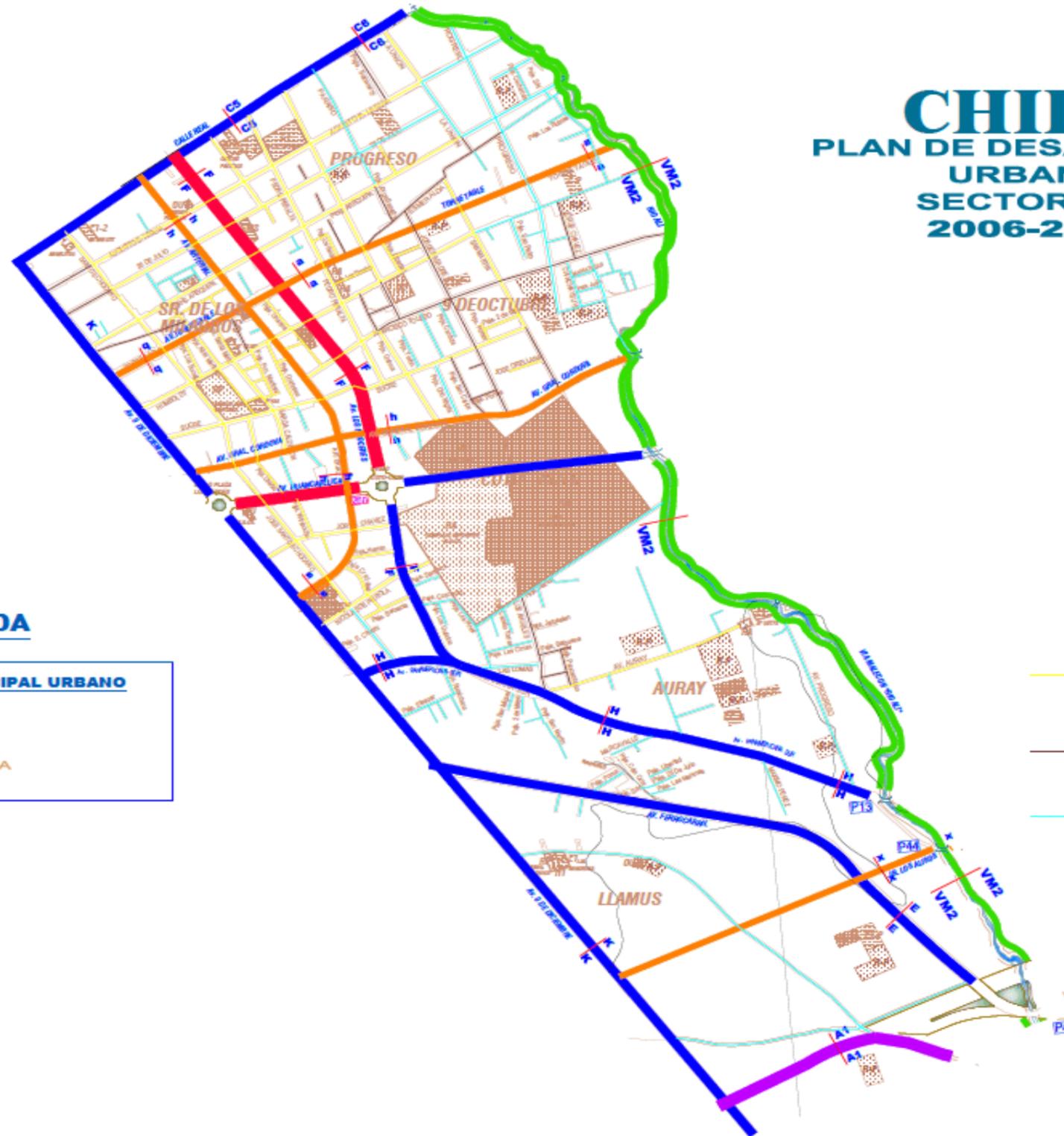
Anexo N° 08: Plano del sector C – distrito de Chilca

CHILCA

PLAN DE DESARROLLO URBANO

SECTOR "C"

2006-2011



LEYENDA

SISTEMA VIAL PRINCIPAL URBANO	
	VIA EXPRESA
	VIA ARTERIAL
	VIA COLECTORA

	VIA LOCALES CON PAVIMENTO FLEXIBLE
	VIA LOCALES CON PAVIMENTO RIGIDO
	VIA LOCALES NO PAVIMENTADAS