

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



TESIS

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO
FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS
CARRETERAS SAN RAMON - LA MERCED Y
SATIPO – MAZAMARI CON TRATAMIENTOS
SUPERFICIALES**

Línea de investigación institucional:

Estructuras

Presentado por:

BACH. DE LA CRUZ CANCHUMANI, MEYIM SULEMA

BACH. ESPLANA QUISPE, KATTERIN MEILIN

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2022

FALSA PORTADA

ASESOR

ING.FLORES ESPINOZA, CARLOS GERARDO

DEDICATORIA

A Dios, porque está conmigo en cada paso que doy, dando la fortaleza y sabiduría. A mis padres quienes han velado por mi bienestar y educación siendo mi fuerza e inspiración para avanzar hacia adelante.

Bach. De la cruz Canchumani, Meyim Sulema

Bach. Esplana Quispe, Katterin Meilin

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Peruana Los Andes quienes nos brindaron una educación de calidad para formar excelentes profesionales.

Bach. De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema

Bach. Esplana Quispe, Katterin Meilin



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 383

Que, el (la) bachiller: **KATTERIN MEILIN, ESPLANA QUISPE**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominada: **“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS SAN RAMON - LA MERCED Y SATIPO – MAZAMARI CON TRATAMIENTOS SUPERCIALES”**, la misma que cuenta con **221 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **25%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 20 de diciembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 381

Que, el (la) bachiller: **MEYIM SULEMA, DE LA CRUZ CANCHUMANI**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominada: **“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS SAN RAMON - LA MERCED Y SATIPO – MAZAMARI CON TRATAMIENTOS SUPERCIALES”**, la misma que cuenta con **221 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **25%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 20 de diciembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Mg. Yina Milagro Ninahuanca Zavala
Jurado

Ing. Faustino Anibal Gutiérrez Dañobeitia
Jurado

Ing. Lidia Benigna Larrazábal Sánchez
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

INDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE.....	ix
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xiv
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCION.....	xvi
CAPITULO I EL PROBLEMA DE LA 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	19
1.3. Justificación	20
1.3.1. Social o práctica	20
1.3.2. Científica o teórica	20
1.3.3. Metodológica.....	20
1.4. Delimitaciones	21
1.4.1. Espacial	21
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica.....	22
1.4.4. Limitaciones	22
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo General	22
1.5.2. Objetivos Específicos.....	22
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales	25
2.2. Bases teóricas o científicas	28

2.3. Marco conceptual	49
2.4. Hipótesis	50
2.4.1. Hipótesis General	50
2.4.2. Hipótesis Específicas	50
2.5. Variables	50
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	50
2.5.2. Definición operacional de la variable	50
2.5.3. Operacionalización de las variables	52
CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.1. Método de investigación.....	53
3.1.1. Método general.....	53
3.1.2. Métodos específicos	53
3.2. Tipo de investigación	53
3.3. Nivel de investigación	54
3.4. Diseño de la investigación.....	54
3.5. Población y muestra	55
3.5.1. Población	55
3.5.2. Muestra	55
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.6.1. Técnicas	55
3.6.2. Instrumentos.....	56
3.7. Procesamiento de la información	57
3.7.1. Diseño de mezcla Slurry seal.....	57
3.7.2. Ensayo de IRI.....	59
3.7.3. Ensayo de deflectometría.....	60
CAPITULO IV RESULTADOS	68
CAPITULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
5.1. Discusión con resultados de antecedentes	85
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	94
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	95

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	97
ANEXO 3: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	99
ANEXO 4: CERTIFICADOS DE ENSAYOS	147
ANEXO 5: PLANOS	209

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de clasificación del PCI.....	29
Tabla 2. Condición del pavimento según la prueba del IRI	30
Tabla 3. Colocación de los instrumentos de viga	35
Tabla 4. Clasificación de textura superficial según AIPCR	39
Tabla 5. Porcentaje de asfalto en volumen y porcentaje de huecos.....	46
Tabla 6. Porcentaje de densidad y factor de corrección k del asfalto.....	46
Tabla 7. Porcentaje en la primera capa.....	46
Tabla 8. Porcentaje en la primera capa.....	47
Tabla 9. Requerimiento para los agregados – mortero- Slurry Seal.....	48
Tabla 10. Requerimiento para los agregados – mortero asfáltico – slurry Seal	48
Tabla 11. Operacionalización de las variables.....	52
Tabla 12. Granulometría de arena chancada – Slurry seal	69
Tabla 13. Granulometría de arena chancada - Slurry seal	69
Tabla 14. Propiedades del agregado grueso – Slurry seal	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15. Propiedades del agregado fino – Slurry seal	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16. Consistencia del Slurry Seal	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17. Ensayo Marshall para Slurry seal	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18. Slurry seal por Marshall modificado	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 19. Marshall modificado.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 20. Granulometría de Huso 6 - Tratamiento superficial bicapa	70
Tabla 21. Granulometría de Huso 8 - Tratamiento superficial bicapa	71
Tabla 22. Tratamiento superficial bicapa Huso “6”	72
Tabla 23. Tratamiento superficial bicapa Huso “8”	72
Tabla 24. Dosificación del ligante asfáltico y agregado pétreo.....	72
Tabla 25. Resultados de textura de la superficie de rodadura	73
Tabla 26. Resultados de Índice de Rugosidad	75
Tabla 27. Resultados del análisis de la deflexión del tratamiento superficial bicapa.....	76
Tabla 28. Resultados del análisis de la deflexión del tratamiento Slurry seal.....	77
Tabla 29. Resumen de costos unitarios para cada partida de tratamientosuperficial	78
Tabla 30. Costo de construcción con Tratamiento Superficie Bicapa por km.....	78
Tabla 31. Costo de construcción con Tratamiento Superficie Bicapa por km	78
Tabla 32. Comparación de costos de construcción para cada tipo detratamiento superficial	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la carretera.....	21
Figura 2. Escala de rugosidad IRI	31
Figura 3. Rugosidad inicial IRI (m/km), según el tipo de carretera	31
Figura 4. Parámetros globales para contratos por niveles de servicio.....	32
Figura 5. Partes del equipo de Merlín	33
Figura 6. Curvas de deflexiones	33
Figura 7. Partes de la Viga Benkelman	34
Figura 8. Esquema de la operación y función de la viga de Benkelman.....	35
Figura 9. Gráfico de deflexiones admisibles	36
Figura 10. Ensayo de círculo de arena.....	37
Figura 11. “Instrumentos para medir la profundidad de macro textura de la superficie del pavimento”	38
Figura 12. Ondulaciones en la carpeta asfáltica	40
Figura 13. Hinchamiento en la carpeta asfáltica	40
Figura 14. Exudación en carpeta asfáltica.....	41
Figura 15. Ahuellamiento en la carpeta asfáltica	41
Figura 16. Corrimiento en carpeta asfáltica	42
Figura 17. Algoritmo del método de retro análisis AASHTO 1993.....	43
Figura 18. Imagen satelital de carretera San Ramón – La Merced.....	68
Figura 19. Curva granulométrica de la gradación de arena chancada – Slurry seal.....	70
Figura 20. Curva de consistencia del ensayo del Slurry seal ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 21. Análisis de variación de las texturas con los tratamientos superficiales	74
Figura 22. Análisis de variación del índice de Rugosidad	75
Figura 23. Ensayo viga de Benkelman – tramo N°1 bicapa	76
Figura 24. Ensayo viga de Benkelman – tramo N°2 bicapa	77
Figura 25. Prueba de normalidad para datos de textura superficial	80
Figura 26: Resumen de prueba de hipótesis de datos de textura superficial.....	80
Figura 27. Prueba de normalidad para datos de rugosidad de la capa superficial.....	81
Figura 28: Resumen de prueba de hipótesis de datos de rugosidad de la capa superficial ...	82
Figura 29. Prueba de normalidad para datos de deflexión	83
Figura 30: Resumen de prueba de hipótesis de datos de deflexión.....	83

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

- Fotografía N° 1:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices de HUSO “6” de tratamientos superficiales bicapa adecuados, para la granulometría del agregado grueso (piedra triturada de $\frac{3}{4}$ ”), según referencia de la norma (ASTM C 136 - AASHTO T 88). 107
- Fotografía N° 2:** Tamaño de partículas retenidas en cada tamiz del ensayo granulométrico con la selección de los tamices de HUSO “6” de tratamientos superficiales bicapa, según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88). 107
- Fotografía N° 3:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices de HUSO “8” de tratamientos superficiales bicapa adecuados, para la granulometría del agregado grueso (piedra triturada de $\frac{3}{8}$ ”), según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88). 108
- Fotografía N° 4:** Tamaño de partículas encontradas en los tamices del ensayo granulométrico con la selección de los tamices de HUSO “8” de tratamientos superficiales bicapa, según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88). 108
- Fotografía N° 5:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para el diseño de Slurry seal (mortero asfáltico), ensayo granulométrico del agregado fino (arena triturada) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88). 109
- Fotografía N° 6:** Vista de los materiales propuestos para el uso en selección en la Granulometría del agregado fino (arena triturada) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88). 109
- Fotografía N° 7:** Determinar el peso requerido para el ensayo de los agregados gruesos de tratamiento superficial bicapa, 1° capa “HUSO 6” piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ”; 2° capa “HUSO 8” piedra chancada de $\frac{3}{8}$ ”, según referencia de la norma (ASTM D 4791-10). 110
- Fotografía N° 8:** Clasificar la partícula de los agregados gruesos de tratamiento superficial bicapa, 1° capa “HUSO 6” piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ”; 2° capa “HUSO 8” piedra chancada de $\frac{3}{8}$ ”, en partícula chata y alargada con equipo calibrador, según referencia de la norma (ASTM D 4791-10). 110
- Fotografía N° 9:** Determinar la resistencia a la degradación del agregado pétreo de diseño Slurry seal (mortero asfáltico), por el método “D” utilizando 6 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – AASHTO T 96). 111
- Fotografía N° 10:** Determinar la resistencia a la degradación por el método “D”, con material retenido en la malla #8 con un peso de 5000 gr. +/- 10 gr, por cada tamiz, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96). 111
- Fotografía N° 11:** Determinar la resistencia a la degradación del agregado pétreo de tratamiento superficial bicapa “HUSO 6” piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ”, por el método “B”

utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – AASHTO T 96).	112
Fotografía N° 12: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B”, con material retenido en las mallas: 1/2” y 3/8” con un peso de 2500 gr. +/- 10 gr, por cada tamiz, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – AASHTO T 96).	112
Fotografía N° 13: Determinar la resistencia a la degradación del agregado pétreo de tratamiento superficial bicapa “HUSO 8” piedra chancada de 3/8”, por el método “C” utilizando 8 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 - AASHTO T 96).	113
Fotografía N° 14: Determinar la resistencia a la degradación por el método “C”, con material retenido en las mallas: 1/4” y #4 con un peso de 2500 gr. +/- 10 gr, por cada tamiz, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).	113
Fotografía N° 15: Determinar el porcentaje de partículas con una y dos caras fracturas del agregado grueso, piedra chancada de 3/4” de tratamiento superficial bicapa referente al “HUSO 6”, según referencia de la norma (ASTM D5821).	114
Fotografía N° 16: Determinar el porcentaje de partículas con una y dos caras fracturas del agregado grueso, piedra chancada de 3/8” de tratamiento superficial bicapa referente al “HUSO 8”, según referencia de la norma (ASTM D5821).	114
Fotografía N° 17: Determinar la resistencia del agregado grueso de piedra chancada de 3/8” de tratamiento superficial bicapa “HUSO 8”, a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	115
Fotografía N° 18: Determinar la resistencia del agregado grueso de piedra chancada de 3/4” de tratamiento superficial bicapa “HUSO 6”, a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	115
Fotografía N° 19: Determinar la resistencia del agregado fino de diseño Slurry seal (mortero asfáltico), a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	116
Fotografía N° 20: Determinar la resistencia del agregado fino, a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	116
Fotografía N° 21: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles del agregado grueso de tamaño 3/4” de tratamiento superficial “HUSO 6”, destilación en matraz de material con papel filtro, según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	117

Fotografía N° 22: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (secado al horno de material, cuantificar el contenido de sales encontrado) del agregado grueso de tamaño ¾” de tratamiento superficial bicapa “HUSO 6”, según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).....	117
Fotografía N° 23: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (estado de ebullición de material con agua destilada) del agregado grueso de tamaño 3/8” de tratamiento superficial “HUSO 6”, según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).....	118
Fotografía N° 24: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (destilación en matraz de material con papel filtro) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	118
Fotografía N° 25: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico seco del agregado grueso, diseño Slurry seal (mortero asfáltico), estado superficialmente seco saturado, según referencia de la norma (ASTM C 127).	119
Fotografía N° 26: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico saturado del agregado grueso. diseño Slurry seal (mortero asfáltico), masa sumergida de material en canastilla, según la norma (ASTM C 127).	119
Fotografía N° 27: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico, estado superficialmente seco saturado de material, según referencia de la norma (ASTM C128).....	120
Fotografía N° 28: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico, según referencia de la Norma (ASTM C128).	120
Fotografía N° 29: Determinar el peso de la fiola + arena +agua mediante el ensayo de peso específico del agregado fino, según referencia de la norma (ASTM C 128).	121
Fotografía N° 30: Determinar la cantidad de material fino encontrado en el agregado mediante el ensayo de equivalente de arena, la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419 – (14) – ASSHTO T 176).	121
Fotografía N° 31: Ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –(14) – ASSHTO T 176).	122
Fotografía N° 32: Mezcla de Slurry seal para pruebas de consistencia de mezcla de lechada asfáltica y de micro superficie, según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.....	122
Fotografía N° 33: Incorporación de porcentaje de agua en función de peso de mezcla Slurry seal (mortero asfáltico) para consistencia de mezcla, según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.....	123
Fotografía N° 34: Adición de emulsión asfáltica tipo CSS-1H, para mezcla de Slurry seal (mortero asfáltico), según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.	123

Fotografía N° 35: Este material debe mantener una consistencia de flujo libre en toda la mezcla para ser vertidos posteriormente en los especímenes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.	124
Fotografía N° 36: Elaboración de mezcla Slurry seal (mortero asfáltico), con diferente porcentaje de contenido de emulsión asfáltica para el ensayo Marshall, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	124
Fotografía N° 37: Durante este proceso se debe mantener en una temperatura constante de $77 \pm 5^\circ$ F, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	125
Fotografía N° 38: Curado en el horno a temperatura constante de $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ por 24 ± 0.5 horas, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	125
Fotografía N° 39: Elaboración de especímenes, temperatura a 110°C de mezcla para producir una viscosidad de $280^\circ \pm 30^\circ$ CST en la emulsión asfáltica a usarse, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	126
Fotografía N° 40: Mezcla Slurry seal en moldes de espécimen de 2.5 ± 0.01 pulgadas, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	126
Fotografía N° 41: Compactación del espécimen convencional, por cara 30 golpes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	127
Fotografía N° 42: Compactación del espécimen convencional, por cara 30 golpes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	127
Fotografía N° 43: Después de completar la compactación de especímenes se deja curar un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	128
Fotografía N° 44: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	128
Fotografía N° 45: Especímenes de mezcla Slurry seal (mortero asfáltico), 3 especímenes por cada porcentaje de emulsión asfáltica tipo CSS-1H, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.	129
Fotografía N° 46: Masa al aire de espécimen, para determinación de peso específico Bulk, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	129
Fotografía N° 47: Registro de masa de espécimen saturado sumergido, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	130
Fotografía N° 48: Continuamente al tener el peso suspendido de la briketa al agua, se vuelve a secar el exceso de agua aparente para que se pueda saber el volumen con los vacíos copados, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	130
Fotografía N° 49: El ensayo de los especímenes en el baño maría es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60°C , según la referencia de la norma ASTM	

D 6927.....	131
Fotografía N° 50: El ensayo de los especímenes en el baño maría es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C, según la referencia de la norma ASTM D 6927.....	131
Fotografía N° 51: Medición de especímenes con pie de rey en mm para prueba de estabilidad y flujo, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.....	132
Fotografía N° 52: Medición de especímenes con pie de rey en “mm” altura de especímenes para prueba de estabilidad y flujo, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15...	132
Fotografía N° 53: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia de la mezcla Slurry seal (mortero asfáltico), según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.....	133
Fotografía N° 54: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia de la mezcla Slurry seal (mortero asfáltico), según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.....	133
Fotografía N° 55: Lectura de equipo Marshall, datos obtenidos: estabilidad en unidad de “kn” y flujo en unidad de “mm” de especímenes de Slurry seal, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.....	134
Fotografía N° 51: Elaboración de mezcla Slurry seal para ensayo de máximo densidad teórica, según referencia de la norma ASTM D 2041.....	134
Fotografía N° 57: Calibración de frasco rice con agua a temperatura de 25°C, datos obtenidos masa de frasco + agua, según referencia de la norma ASTM D 2041.....	135
Fotografía N° 58: Extracción de vacíos con equipo picnómetro de vacíos en un periodo de 15 min, según referencia de la norma ASTM D 2041.....	135
Fotografía N° 59: Masa sumergida de frasco rice + mezcla + agua, a temperatura de 25 °C, según referencia de la norma ASTM D 2041.....	136
Fotografía N° 60: Imprimación con emulsión asfáltica tipo CSS-1H, elaboración de tratamiento superficial bicapa, Slurry seal en tramo 01 carretera San Ramón – La Merced, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.....	136
Fotografía N° 61: Imprimación con emulsión asfáltica tipo CSS-1H, elaboración de tratamiento superficial bicapa, Slurry seal en tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.....	137
Fotografía N° 62: Elaboración de tratamiento superficial bicapa, tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.....	137
Fotografía N° 63: Elaboración de Slurry seal, en tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.....	138
Fotografía N° 64: Elaboración de Slurry seal y tratamiento superficial bicapa, en los tramos:	

01° carretera San Ramon- La Merced; 02° carretera Satipo – Mazamari, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.....	138
Fotografía N° 65: Los especímenes fueron tomados con el taladro de toma de núcleos, con sierra de diamante, extractora de testigo, según la norma MTC E-507.....	139
Fotografía N° 66: Determinación de la medición del rugosímetro por el método Merlín (IRI), tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, según la norma (ASTM E 1926).	139
Fotografía N° 67: Lectura de un punto de desnivel de rueda de bicicleta, rugosímetro por el método Merlín (IRI), tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, según la norma (ASTM E 1926).....	140
Fotografía N° 68: Determinación de la medición del rugosímetro por el método Merlín (IRI), tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, según la norma (ASTM E 1926).....	140
Fotografía N° 69: Recolección de datos en una vuelta de rugosidad de capa de rodadura con equipo merlín, según la referencia de la norma (ASTM E 1926).....	141
Fotografía N° 70: Determinación de la medición del rugosímetro en el segundo tramo por el método Merlín (IRI), según la norma (ASTM E 1926).....	141
Fotografía N° 71: Determinación de deflexiones de capa de rodadura con equipo viga benkelman, tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, según referencia de la norma (ASTM D 4695).....	142
Fotografía N° 72: Determinación de deflexiones de capa de rodadura con equipo viga benkelman, tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, según referencia de la norma (ASTM D 4695).....	142
Fotografía N° 73: Determinación de deflexiones de capa de rodadura con equipo viga benkelman, tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, según referencia de la norma (ASTM D 4695).....	143
Fotografía N° 74: Determinación de deflexiones de capa de rodadura con equipo viga benkelman, tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, según referencia de la norma (ASTM D 4695).....	143
Fotografía N° 75: El daño encontrado en el pavimento de primer tramo es de daño estructural con daños piel de cocodrilo, con malla grande por ser > 0.5m sin materiales sueltos, según la MC-11-14.	144
Fotografía N° 76: Daño superficial con daño de hueco, en el primer tramo de gravedad dos que se encuentra entre 0.2 m y 0.5 m, según la MC-11-14.	144
Fotografía N° 77: Daño superficial de hueco, con una gravedad uno dentro del primer tramo que se encuentra de diámetros inferiores a 0.2m, según la según la MC-11-14.	145
Fotografía N° 78: Clasificado en los daños estructurales por ser de reparación o bacheo de gravedad primero por haberlo realizado en reparación o bacheo para daños superficiales, según la según la MC-11-14.....	145

Fotografía N° 79: Daño superficial con daño de hueco, en el primer tramo de gravedad dos que se encuentra entre 0.2 m y 0.5 m, según la según la MC-11-14. 146

Fotografía N° 80: El daño encontrado en el pavimento de primer tramo es de daño estructural con daños piel de cocodrilo, con malla grande por ser > 0.5m sin materiales sueltos, según la MC-11-14. 146

RESUMEN

En la presente tesis se ha planteado como problema general: ¿Cuánto varía los tratamientos superficiales empleados en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?, siendo el objetivo general: Determinar la variación de los tratamientos superficiales empleados en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari. Y como hipótesis general: Los tratamientos superficiales empleados varia significativamente en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón - La Merced y Satipo – Mazamari. El método de la investigación es científico, el tipo de investigación será cuantitativa, de nivel experimental – comparativo. El propósito de la investigación se basará en los resultados obtenidos del análisis del comportamiento funcional y estructural a realizar el tratamiento superficial, como resultado se obtuvo al aplicar tratamiento superficial bicapa una textura de 1.12 mm y 1.17 mm, rugosidad de 2.58 m/km y 2.88 m/km, deflexión de 48.73 (10^{-2} mm) y 60.29 (10^{-2} mm), Con el Slurry seal una textura de 0.70 mm y 0.69 mm, rugosidad de 1.62 m/km y 1.83 m/km, deflexión de 48.73 (10^{-2} mm) y 52.36 (10^{-2} mm), finalmente se concluyó que, el tratamiento superficial con Slurry Seal presento resultados satisfactorios en cuanto a los costos de la ejecución y comportamiento funcional en comparación al bicapa, asegurando mayor vida útil de la superficie de la calzada y una conducción más cómoda.

Palabras Clave: Comportamiento funcional. Comportamiento estructural, Índice Internacional de Rugosidad, Deflectometría, Tratamientos superficiales.

ABSTRACT

In this thesis, the general problem has been raised: How much do the surface treatments used in the functional and structural behavior of the roads in San Ramón- La Merced and Satipo – Mazamari? The general objective being: To determine the variation of the treatments superficial used in the functional and structural behavior of the roads in San Ramón- La Merced and Satipo - Mazamari. And as a general hypothesis: The surface treatments used vary significantly in the functional and structural behavior of the roads in San Ramón - La Merced and Satipo - Mazamari. The research method is scientific, the type of research will be quantitative, experimental level - comparative. The purpose of the investigation will be based on the results obtained from the analysis of the functional and structural behavior to perform the surface treatment, as a result, a texture of 1.12 mm and 1.17 mm, roughness of 2.58 m / km and 2.88 m/km, deflection of 48.73 (10^{-2} mm) and 60.29 (10^{-2} mm), with the Slurry seal a texture of 0.70 mm and 0.69 mm, roughness of 1.62 m/km and 1.83 m/km, deflection of 48.73 (10^{-2} mm) and 52.36 (10^{-2} mm), it was finally concluded that the surface treatment with Slurry Seal presented satisfactory results in terms of execution costs and functional behavior compared to the bilayer, ensuring longer life of the road surface and a more comfortable ride.

Keywords: Functional behavior. Structural behavior, International Roughness Index, Deflectometry, Surface treatments.

INTRODUCCION

La presente tesis titulada: “Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La merced y Satipo – Mazamari con tratamientos superficiales”, en la que tiene como objetivo general determinar la variación de los tratamientos superficiales empleados en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari, en la que emplea el método de la investigación científico, de tipo de investigación cuantitativa, de nivel experimental – comparativo.

En nuestro país cada año se ha venido incrementando la construcción de carreteras, ya estas impulsan la competitividad de la economía y el desarrollo social, siendo indispensable contar con una infraestructura vial que aseguren una circulación segura, cómoda y fluida. Ante ello, surge la necesidad de tomar en cuenta el comportamiento estructural y la capacidad funcional del pavimento, a fin de asegurar que estas cumplan con las especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013.

En el proceso de construcción de la estructura del pavimento se llevan a cabo un conjunto de ensayos (tradicionales) para determinar las características de las capas, de forma tal que cumplan con las especificaciones del proyecto y los requerimientos del diseño. Ante ello, es posible observar que existen diversos tratamientos superficiales, uno de ellos es el Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) y otro el Slurry Seal, estos tratamientos se vienen usando en carreteras de bajo volumen de tránsito, como es el caso de estudio la carretera San Ramón - La Merced de la provincia de Chanchamayo y la carretera Satipo – Mazamari de la provincia de Satipo, ambas provincias pertenecientes al departamento de Junín.

Con el presente estudio de investigación se pretende analizar el comportamiento estructural y funcional de la vía con ensayos no destructivos, además constatar de que tratamiento es más económico al construir, para de esa manera conocer si el Tratamiento Superficial Bicapa de la carretera San Ramón- La Merced es mucho más viable que el Slurry Seal de la carretera Satipo- Mazamari o viceversa.

En el desarrollo de la presente investigación se divide en cinco capítulos.

El primer capítulo se desarrolla el planteamiento del problema, formulando el problema principal y los secundarios; definiendo los objetivos de la investigación, exponiendo la justificación e importancia, delimitando el área de estudio y mencionando las limitaciones cuando se realizó la investigación.

El segundo capítulo se desarrollará el marco teórico, como los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, y las definiciones de términos básicos, además planteará la

hipótesis y las variables que servirán de indicadores.

En el tercer capítulo, se desarrolla la metodología de investigación utilizada, donde se define el diseño metodológico y los métodos de recolección de datos, posterior a ello se detalla la población y la muestra elegida para realizar el estudio, también se especifica las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos.

El cuarto capítulo, se desarrolla la presentación de resultados, donde se detalla los procedimientos que se llevaron a cabo para obtener los resultados y muestra de manera detallada los resultados obtenidos.

El quinto capítulo, se presentarán la discusión de los resultados. Por último, se desarrolla las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema.

A nivel internacional, los caminos y carreteras son fundamentales para el desarrollo socio económico, también el transporte de mercancías y el de personas como elemento que genera la economía de un país, ya sean en las zonas urbanas y rurales, en la actualidad se presentan problemas en la infraestructura vial, si no se realiza un adecuado mantenimiento de las calles y carreteras. Por otro lado, se menciona que las vías son utilizadas por los conductores y peatones donde transitan las personas y se transporta cargas, por ello con el pasar de los años las vías presentan fallas, como no existe la cultura del mantenimiento, el desgaste y presencia de fallas en el pavimento, por lo que es evidente y llega a alcanzar a fallas incalculables, que a veces es fundamental realizar una reconstrucción. (Sánchez Bueno, y otros, 2021)

A nivel nacional se ha invertido mucho dinero en el mantenimiento, reparación y construcción de pavimentos debido al deterioro de los pavimentos por las altas cargas de flota, mal diseño, malas técnicas de construcción, factores climáticos y mantenimiento insuficiente, mal drenaje. No hay duda de que los canales de comunicación son cruciales ya que es un factor muy influyente en la integración nacional. El problema de las vías de comunicación de mi país es que la infraestructura vial no está desarrollada, lo que dificulta la comunicación y conexión entre lugares. (Londoño Cipriano, 2014)

El desarrollo de un país depende en gran medida de la extensión y estado de su red vial. Las carreteras y autopistas determinan la capacidad y velocidad de circulación de personas y mercancías, y estos aspectos tienen un impacto directo en el progreso social, político y económico.

A nivel local, precisamente en las provincias de Chanchamayo y Satipo, se diseñan muchas vías expresas y caminos vecinales en la gran mayoría de los casos, que no cumplen con las características y parámetros de las normas de diseño de vías expresas. En concreto, el estudio se realizará sobre la carretera San Ramón-La Merced y la carretera Satipo- Mazamari, que desde su construcción ha experimentado un aumento del tráfico vehicular, haciendo que su pavimento esté más cargado y expuesto a cambios de temperatura y periodos de lluvia. puede provocar un deterioro prematuro del

pavimento, lo que puede ocasionar molestias a los usuarios, por lo que es necesario un mantenimiento constante para mantener la vía en buen estado.

Frente a ello, la presente investigación de análisis de comportamiento funcional y estructural de las carreteras se debe a la existencia de patologías diversas, por lo que existen muchos tipos de Tratamiento de Doble Superficie (TSB) y el otro es Mud Seal, que se utilizan en carreteras de poco tráfico en muchas ciudades del mundo, por lo que buscan el desarrollo integral sobre la base de la eficiencia y calidad de los servicios, garantizando así la seguridad de los inversionistas privados, con el fin de promover las condiciones para la inversión en todas las esferas de la actividad económica, que son necesarias con los nuevos cambios sociales, dimensiones culturales y económicas la dinámica del conocimiento y las herramientas, además este estudio permitirá diferenciar entre ambos tratamientos superficiales, es decir, además de comprobar cuál es más económico de construir, también evaluará las capacidades estructurales y funcionales de cada infraestructura vial mediante ensayos no destructivos. De esta forma, se sabrá si el doble tratamiento superficial de la carretera San Ramón-La Merced es más factible que el sellado con lodo de la carretera Satipo-Mazamari y viceversa.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuánto varía los tratamientos superficiales empleados en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuánto varía los tratamientos superficiales empleados en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?
- b) ¿Cómo varía los tratamientos superficiales empleados en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?
- c) ¿Cómo varía los tratamientos superficiales empleados en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

Según (Frenandez Bedoya, 2020)“Nos dice que teóricamente va ligada a la inquietud del investigador por profundizar los enfoques teóricos que tratan el problema que se explica, a fin de avanzar en el conocimiento en una línea de investigación”.

Gracias al aporte de la presente investigación se podrá reducir los problemas de las fisuras generados en las capas de rodaduras antes de cumplir su periodo de vida útil de pavimento y así mismo mejorar la transpirabilidad de los usuarios de la carretera de San Ramón – La Merced y la carretera Satipo – Mazamari, para ello se propongá emplear en el Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) y el Slurry Seal y de la misma forma evaluar su comportamiento funcional y estructural ya que estos tratamientos se vienen usando en carreteras de bajo volumen de tránsito de la provincia de Chanchamayo y Satipo.

La justificación teórica de la presente investigación aporta en dar bases teóricas con nuevas perspectivas aplicables a la Ingeniería Civil. Esta investigación complementa la información actual nuevos métodos para tratamientos superficiales en el pavimento flexible que podrían favorecer en el desempeño mecánico de la capa de rodadura de las carreteras con bajo volumen de tránsito.

1.3.2. Científica o teórica

La justificación teórica se da cuando el propósito del estudio genera reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente.

La justificación teórica de la presente investigación está basada en el análisis de los conocimientos adquiridos e información obtenida de revistas, libros, investigaciones, sitios web, entre otras, lo cual nos permite incrementar más información y obtener resultados claros y verídicos del tratamiento de la capa superficial para carreteras de bajo volumen de tránsito aprovechamiento del poliestireno expandido en la adición al concreto para su uso en losas aligeradas.

1.3.3. Metodológica

Según (Bernal, y otros, 2010), menciona que la tesis se justifica

metodológicamente llegando a realizarse una nueva técnica o método que se considere obtener conocimiento válido o confiable.

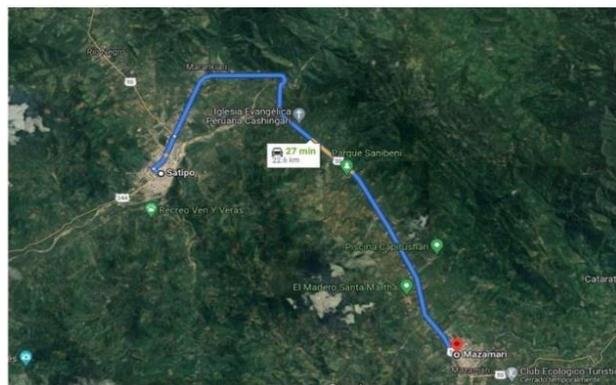
El desarrollo de esta investigación presenta justificación metodológica, debido a que surge de la necesidad de realizar nuevo método funcional y estructural del Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) y el Slurry Seal, estos tratamientos se vienen usando en carreteras de bajo volumen de tránsito de la región Junín y sentar las bases necesarias para futuros proyectos e investigaciones que apliquen las variables en cuestión.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

- La investigación se llevó a cabo en la parte selva del departamento de Junín, en las provincias de Chanchamayo y Satipo, distritos de San Ramón, La Merced, Satipo y Mazamari. Específicamente la carretera de San Ramón – La Merced (PR-22B) PROGE: 91+500 – 91+900.
- ✓ La carretera de San Ramón – La Merced (PR-22B) PROGE: 91+500 – 91+900.
- ✓ La carretera Satipo – Mazamari (5S) PROG: 121+200 – 212+600.

Figura 1. Ubicación de la carretera



Fuente: Elaboración Propia

1.4.2. Temporal

El desarrollo de la presente investigación fue ejecutado entre los meses de julio a diciembre del 2021.

1.4.3. Económica

La elaboración de la investigación fue autofinanciada, para la obtención de materiales, ensayos realizados en laboratorio y demás gastos que se hicieron para la culminación de esta investigación.

1.4.4. Limitaciones

El desarrollo de la investigación, fue desarrollado en la pandemia del COVID-19 lo cual se limitó por las estables inmovilizaciones que se daban y por la falta de funcionamiento de laboratorios.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la variación de los tratamientos superficiales empleados en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Calcular la variación de los tratamientos superficiales empleados en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.
- b) Evaluar la variación de los tratamientos superficiales empleados en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.
- c) Cuantificar la variación de los tratamientos superficiales empleados en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Severich, y otros, 2018) en su trabajo de investigación **titulado:** “Rehabilitación de pavimentos asfálticos de la ciudad de Cochabamba mediante el fresado y reciclado en frío”, plantearon **objetivo general** proponer el método del fresado y reciclado en frío como una alternativa viable para la restauración y rehabilitación de pavimentos asfálticos de la ciudad de Cochabamba, arribando a la conclusión de que el proceso de fresado y reciclado en frío es un método viable para la rehabilitación del pavimento asfáltico tanto en la calle Hamiraya entre General Achá y Jordán, como también en otras vías construidas con pavimento asfáltico, finalmente **concluyeron que:** Es viable debido al amplio campo de aplicación, al corto tiempo de ejecución, a la minimización del impacto ambiental y el bajo costo por metro cuadrado comparado con los métodos convencionales de Rehabilitación.

(Prieto Arroyabe, y otros, 2018) presentaron la tesis de pregrado titulado: “Propuesta para el diseño de mezcla asfáltica discontinua con micro aglomerados”, el cual fija como objetivo general: Desarrollar una propuesta para el diseño de mezcla asfáltica discontinua con micro aglomerados, empleando la metodología: Desde un enfoque cualitativo, con un tipo de investigación descriptivo, obteniendo como resultado: Que se plantea la implementación y uso de las mezclas asfálticas modificadas, como la mejor alternativa de pavimentación para las vías de la ciudad de Medellín debido a que representa muchas ventajas sobre las mezclas asfálticas tradicionales, y finalmente concluyó: Que en las principales vías de la ciudad de Medellín se implementa pavimentaciones con mezclas asfálticas por lo que su contenido de asfalto corresponde a un convencional.

(Toscano Maila, 2018) presentó la tesis de pregrado **titulado:** “Diseño de micro – pavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la Variación Térmica en el pavimento flexible de la vía Pifocusubamba, como parte del mantenimiento preventivo, el cual fija como **objetivo general:** Realizar una

mezcla de micro – pavimento, que disminuya el desgaste repentino de la capa superficial de un pavimento flexible, ocasionado por la falta de sostenimiento, la aplicación y las modificaciones de temperatura a la que se encuentra expuesta, empleando la **metodología:** Exploratoria, descriptiva y de observación, obteniendo como **resultado:** Que la dosificación con el 0.5% de filler en las muestras 4,5 y 6 proporcionó notables mejoras en su capacidad de resistir esfuerzos de deformación permanente por lo que se sigue manteniendo la dosificación para el resto de los ensayos, finalmente **concluyó:** Que la efectividad de su uso se vio reflejada en el ensayo de “Cohesión húmeda”, mejorando los tiempos de curado y apertura al tráfico.

(Gonzales, y otros, 2019) en su trabajo de investigación **título:** “Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI)” plantearon como **objetivo:** Analizar los diferentes métodos de evaluación de pavimentos flexibles” aplicando el enfoque en los métodos Global Index y Pavement Condition Index (PCI). Cuyo **resultado:** Aplicaron el método propuesto en el trabajo del PCI al Seminario Bautista-Loma la Cruz (pasaje Camino Viejo del Cobre) en la Carretera Central Que, de acuerdo con la relación mostrada por este método, el estado de la superficie de la carretera es regular, finalmente **concluyeron:** Durante la inspección visual realizada al pavimento en el tramo objeto de estudio se detectaron diferentes deterioros, los cuales se identificaron por su tipo, cantidad y severidad. Los más frecuentes fueron las grietas longitudinales y transversales, el agrietamiento en bloques, el parcheo y desprendimiento de agregados, lo que representa un 66 % de los daños levantados por lo que no existe ninguna unidad muestreada en condición de excelente

(Gallardo Jayas, y otros, 2020) presentaron la tesis de pregrado **título:** “Diseño de microaglomerado asfáltico drenante como tratamiento superficial sobre pavimentos porosos”, el cual fija como **objetivo general:** Diseñar un microaglomerado asfáltico drenante como tratamiento superficial sobre pavimentos porosos, empleando la **metodología:** Con un tipo de investigación Aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Que acreditan el correcto funcionamiento que pasa entre una mezcla asfáltica drenante y el tratamiento superficial de microaglomerado asfáltico drenante en frío que son los periodos en que demora el líquido, siendo estas de

7cm de espesor para el pavimento poroso de 2 a 3 cm para el microaglomerado drenante obtenido de espesores totales de 9 y 10 cm, y finalmente **concluyó:** Que el empleo del microaglomerado asfáltico drenante en el diseño de carreteras no ocasiona inundaciones en avenidas y es a causa del colapso del sistema en redes de alcantarillado.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Condor Alfaro, 2018) en su tesis de pregrado **titulado** “Tratamiento Superficial Bicapa de Emulsión Bituminosa en Carretera Valle Yacus Provincia de Jauja 2015” como **objetivo** planteó determinar si la aplicación de emulsión bituminosa como superficie bicapa abordando el impacto en el mantenimiento de caminos no pavimentados, el **método de investigación** es el cualitativo; con un diseño de investigación: Correlacional – demostrativo - aplicativo, el propósito de su investigación es hacer recomendaciones basadas en los resultados obtenidos para mejorar los problemas identificados en la unidad de análisis. **Concluyó** que la aplicación de emulsión bituminosa como tratamiento superficial bicapa tuvo un efecto significativo del 75% en la protección de caminos no pavimentados y que la aplicación de emulsión bituminosa como tratamiento superficial bicapa por el método y diseño adecuado, permitió por el 32% de incremento en los niveles de servicio vial en la carretera Valle Yacus en la Región Junín.

(Chilcon Carrera, y otros, 2018) presentaron la tesis de pregrado **titulado:** “Elaboración de una mezcla asfáltica en frío almacenable para la reparación de pavimentos en el departamento de Lambayeque, 2017”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar una mezcla asfáltica en frío almacenable para la reparación de pavimentos en el departamento de Lambayeque, basado en el proceso del método Marshall, empleando la **metodología:** Es de tipo de investigación cuantitativa, un diseño de investigación cuasi - experimental, obteniendo como **resultado:** Que se puede contrastar que la realización de una mezcla asfáltica en frío almacenada en bolsas plásticas es más económica que la mezcla asfáltica en frío almacenada en baldes plástico, y finalmente **concluyó:** Que los resultados de análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera Tres Tomas, cumplen con los rangos menores y mayores que índice el MTC.

(Quintana López, 2018) presentó la tesis de pregrado **titulado:** “Mortero

asfáltico o Slurry Seal como tratamiento superficial para pavimento de afirmado”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar los estándares nacionales e internacionales para la colocación del mortero asfáltico por encima de un camino n pavimentado y un camino pavimentado, empleando la **metodología:** Con un tipo de investigación aplicada, con un nivel de investigación exploratorio, obteniendo como **resultado:** Que el valor del ahuellamiento alcanzado durante las primeras 100 pasadas tienen una tendencia lineal teniendo un mayor crecimiento, y que pasando las 100 pasadas el ahuellamiento se incrementa en menor proporción hasta llegar a 1000 pasadas, y finalmente **concluyó:** Que el empleo de primigenia de lechada asfáltica, Slurry Seal, sello fue para conservación de pavimentos.

(Torres Córdova, 2018) presentó la tesis de pregrado **titulado:** ”Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Río Mayo – 2018”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar la mejora de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Río Mayo con el tratamiento superficial aplicando el método de Slurry Seal, empleando la **metodología:** Un diseño de investigación pre experimental, obteniendo como **resultado:** Que se propone la aplicación del mortero asfáltico debido a que está compuesta de 87.36% de arena triturada color gris procedente del Río Huallaga, 3.64% de relleno mineral filler de cemento portland tipo I; y el 9% de cemento asfáltico óptimo, y finalmente **concluyó:** Que el uso del método de Slurry Seal en el tratamiento superficial del pavimento constituye una propuesta viable para la mejora de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Río Mayo.

(Torres Ccoyllar, 2019) presentó la tesis de pregrado **titulado:** “Comportamiento del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica, El Tambo”, el cual fija como **objetivo general:** Calcular los resultados del uso del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento del distrito de El Tambo, Huancayo”, empleando la **metodología:** Con un método de investigación científico, con un tipo de investigación aplicado, con un nivel de investigación explicativo y un diseño de investigación cuasi experimental, obteniendo como **resultado:** Que para la Av. Mariscal Castilla hasta la Av. Huancavelica, presenta el 13% de emulsión asfáltica CQS – 1hp, 1.5% de filler, 10% de agua y 1% de aditivo, en la que garantiza una excelente resistencia ante la acción abrasiva del tráfico y una correcta cohesión

que no ocasionará la exudación bajo las cargas del tráfico pesado y la apertura al tráfico que se dará a 90 min, y finalmente **concluyó:** Que el empleo del Slurry Seal ocasiona significativos para el mantenimiento de la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento tramo: Desde la Av. Mariscal Castilla hasta la Av. Huancavelica.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Comportamiento Funcional y Estructural

Como señalo (Apolinario Morales, 2012) “El comportamiento funcional incluye la evaluación del confort y la seguridad y confianza que la vía proporciona al usuario de la misma forma involucra determinar la capacidad de carga de la capa de rodadura”.

Con la evaluación estructural y funcional “ayuda a determinar el tipo de intervención al pavimento para prolongar su vida útil, analizando todos los tipos de fallas para conocer los deterioros o desgaste de la capa de rodadura en la superficie, conociendo los valores ayuda a realizar las correcciones” (Sanchez Bueno, y otros, 2020)

Asimismo, busca obtener una transpirabilidad óptima y adecuada en base a una evaluación constante del pavimento, ayuda a conocer el Tiempo de vida útil del proyecto de infraestructura viales y al mismo tiempo favorece la optimización de los costos de mantenimiento ya que al identificar el deterioro o fisuras en la capa de rodadura a temprana nos ayuda a alargar su periodo de vida útil y esto no permite ahorrar gastos mayores.

2.2.2. Índice de condición del Pavimentos (PCI – Pavement Condition Index)

Tiene como fin calificar la estructura funcional y estructural de los pavimentos flexibles, de la misma forma en un método de graduación repetible para encontrar la condición presente del pavimento.

Así mismo el PCI sirve como una “medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional graduándole de 0 a 100, por lo que este índice está en función de la densidad de las fallas en el área estudiada y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y de cada nivel de severidad” (Guevara, Valencia, & Chuico, 2016, p. 5) la estructura recientemente nuevo cuenta con un PCI cercano a 100 ya cuando hay deterioro a causa de fallas cuenta con un PCI por debajo de 20 – 30.

Tabla 1. Rango de clasificación 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 (Deficiente)

Fuente: (Guevara, Valencia, & Chuico, 2016, p. 5)

Para determinar el PCI: “se debe establecer los resultados primeramente se debe realizar una inspección visual sobre las condiciones del pavimento que se encuentra ya después de acuerdo a ello se debe establecer la clase, el nivel de severidad y la mayor cantidad de daño apreciado en campo, “El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie” (Vásquez varela, 2002, p. 2)

2.2.3. Análisis funcional usando el Índice Internacional de Rugosidad (IRI)

Según el Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Ministerio de Transportes y comunicaciones, se utiliza para medir la rugosidad de la superficie de la carretera. A diferencia de ISA, IRI no es subjetivo en el sentido de que se obtiene a partir de mediciones realizadas en el campo utilizando equipos y métodos diseñados específicamente para medir el desplazamiento vertical (en milímetros, metros o pulgadas) de la masa superior en relación con la masa inferior. (EG, 2013, p. 540)

El modelo del vehículo, cuando circula a 80 km/h, en el tramo seleccionado. “El cálculo matemático del IRI se basa en la acumulación de los valores absolutos de estos desplazamientos, divididos por la distancia (en metros, kilómetros o millas) de la parte seleccionada” (Pradena Miguel, 2006, p. 19)

El índice Internacional de Rugosidad para un punto de una vía se define como el cociente entre el desplazamiento relativo acumulado por la suspensión de ese tipo de vehículo y la distancia recorrida por dicho vehículo. Se expresa en milímetros por metro o metros por kilómetro. Los valores inferiores a 2 mm/m representan una buena suavidad del pavimento incluso para autopistas; por el contrario, para carreteras secundarias, donde la velocidad de diseño es de alrededor de 60 km/h, un IRI de menos de 5 mm/m puede ser suficiente

A. Escala y características del IRI

Las características y escala que involucra a la determinación del IRI son las siguientes:

Las unidades están en mm/m, m/km o in/mi

De acuerdo a (Arriaga, Garnica, & Rico, 1998, p.11) “el parámetro del IRI para las vías pavimentadas se deben considerar de 0 a 12 m/km, (0 a 760 in/mi), por lo que según los valores obtenidos se debe deducir que si el IRI es 0 la superficie de la capa de rodadura es uniforme y si el valor del IRI nos da 12 se define que la capa de la superficie de rodadura es intransitable”.

Tabla 2. Condición del pavimento según la prueba del IRI

Condición del camino	Pavimento asfáltico IRI (m/km)	Pavimento hidráulico IRI (m/km)
Muy bueno	< 3.2	< 2.8
Bueno	3.2 - 3.9	3.6 - 4.3
Regular	4.0 - 4.6	3.6 - 4.3
Malo	> 4.6	> 4.3

Fuente: (Arriaga, y otros, 1998)

2.2.3.1. Procedimiento de cálculos del IRI usando el perfilómetro láser RSP

Las medidas de IRI se realizan de forma continua en cada carril del tramo de carretera para calcular el valor de IRI medio del tramo de 20m por carril, eliminando valores de rugosidad de pavimento rígido, badenes y puentes y/o singularidades cercanas.

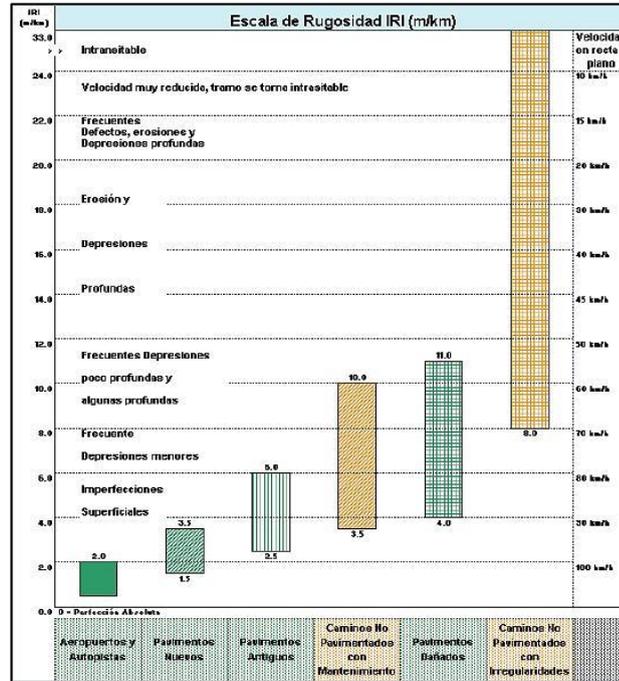
Seguidamente, en el entorno de 1km, se realiza el cálculo de la media móvil cada 100m, es decir, se toman 10 valores que constituyen un kilómetro. La técnica de la media móvil construye una nueva serie a partir de la media de un determinado número de datos, a la que se le van añadiendo nuevos datos de forma continua, eliminando los datos más antiguos incluidos en la media anterior; para este estudio consta de 10 datos que forman un kilómetro el valor medio.

Utilizamos la siguiente fórmula para obtener el IRI con media móvil, aproximando el valor a décimas de metro por kilómetro:

$$M_t = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-s+1}}{s}$$

Para el procesamiento de la información, el perfilador láser recoge información en formato raw, que tenemos que convertir a formato Excel para poder realizar el análisis correspondiente. Para medir el IRI, debe zonificarse de acuerdo con propiedades como su espesor y el material base.

Figura 2. Escala de rugosidad IRI



Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013.

Para la evaluación de la rugosidad en un pavimento nuevo, pavimento ya existente con tratamientos superficiales ya empleados la rugosidad durante el periodo de servicio, se recomienda los siguientes valores:

Figura 3. Rugosidad inicial IRI (m/km), según el tipo de carretera

Tipo de Carretera	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Rugosidad Característica Durante el Periodo de Servicio IRI (m/km)	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 85%

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013.

Asimismo, en el Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”, en la sección 418. Tratamientos superficiales, en la subsección 418.15 (c) (3), se señala que el promedio por km tiene un valor de IRI igual o inferior a 2,5 m/km, también de la misma manera; en la sección 423. Pavimento de concreto asfáltico en caliente, en la subsección 423.18 (g) (5), indica que la rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de 2,0 m/km.

Asimismo, en la sección 438. Pavimento de concreto hidráulico, en la subsección 438.26 (d) (4), se señala que la rugosidad superficial medida en unidades IRI no podrá ser mayor de 3,0 m/km. (MTC, 2013), por último, en el “Manual de Mantenimiento o Conservación Vial”, en el Capítulo 3: Niveles de Servicio, en el apéndice 3.b Niveles de servicio para calzada de concreto asfáltico. (MTC, 2013).

Figura 4. Parámetros globales para contratos por niveles de servicio

Parámetro	Medida	Nivel de Servicio				
		Tipo de Vía				
		Autopista 1ª clase	Autopista 2ª clase	Carretera 1ª clase	Segunda Clase	Tercera Clase
		MD > 6000	4001 ≤ MD ≤ 6000	2001 ≤ MD ≤ 4000	400 ≤ MD ≤ 2000	MD < 400
Piel de Cocodrilo	Porcentaje máximo de área con piel de cocodrilo	0%	0%	0%	0%	0%
Fisuras Longitudinales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor	3%	3%	3%	5%	5%
Deformación por deficiencia estructural	Porcentaje máximo de área con hundimientos mayores que 25 mm.	0%	0%	0%	0%	0%
Ahuellamiento	Porcentaje máximo de área con ahuellamiento mayor que 12 mm.	0%	0%	0%	0%	5%
Reparaciones o parchados	Porcentaje máximo de parches en mal estado	0%	0%	0%	0%	0%
Peladuras y Desprendimientos	Porcentaje máximo de áreas con peladuras	0%	0%	5%	5%	5%
	Porcentaje máximo de áreas con desprendimiento	0%	0%	0%	0%	0%
Baches (Huecos)	Porcentaje máximo de área con Baches (huecos)	0%	0%	0%	0%	0%
Fisuras Transversales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor	2%	2%	2%	5%	5%
Desprendimiento de bordes	Porcentaje máximo de longitud con desprendimiento de bordes	0%	0%	0%	0%	5%
Rugosidad Obra Nueva	Rugosidad característica del tramo (nuevo)	2.0 IRI _c (1)	2.0 IRI _c (1)	2.2 IRI _c (2)	2.4 IRI _c (3)	2.8 IRI _c (5)
Rugosidad Obra con Recapa Asfáltica	Rugosidad característica del tramo (con Recapa Asfáltica)	2.5 IRI _c (1)	2.5 IRI _c (1)	2.7 IRI _c (2)	2.9 IRI _c (3)	3.3 IRI _c (5)
Rugosidad Periodo de Servicio	Rugosidad característica del tramo (Periodo de Servicio)	3.3 IRI _c (1)	3.3 IRI _c (1)	3.5 IRI _c (2)	3.7 IRI _c (3)	4.1 IRI _c (5)
Fricción Superficial	Coficiente de Fricción medido en pavimento mejorado	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.50	No menor de 0.50

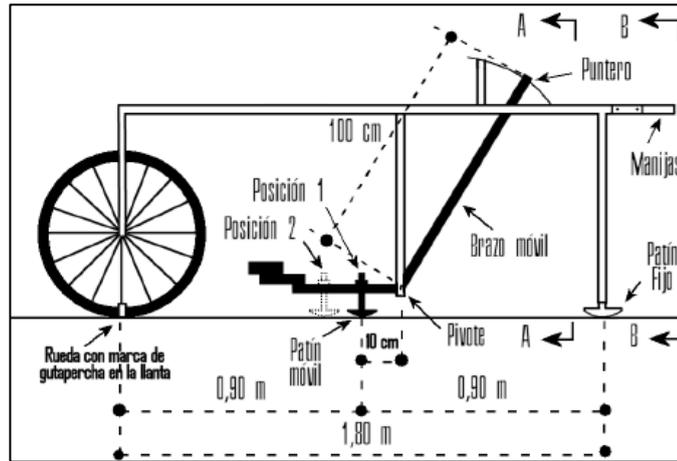
(1) IRI característico (IRI_c) a la confiabilidad de 95%. IRI_c = IRIp + 1,645 x ds
(2) IRI característico (IRI_c) a la confiabilidad de 90%. IRI_c = IRIp + 1,282 x ds
(3) IRI característico (IRI_c) a la confiabilidad de 85%. IRI_c = IRIp + 1,036 x ds
(4) IRI característico (IRI_c) a la confiabilidad de 80%. IRI_c = IRIp + 0,842 x ds
(5) IRI característico (IRI_c) a la confiabilidad de 75%. IRI_c = IRIp + 0,674 x ds
IRIp = IRI promedio
ds = desviación estándar

Fuente: Manual de mantenimiento o conservación Vial, 2013

2.2.3.2. Método de Merlín

El método de Merlín, “tiene una finalidad el manejo de dos apoyos en cada margen viendo así el perfil real del pavimento, por ende, los en el perfil demuestra los panderos cóncavas y convexas de la superficie del pavimento” (Mamani & Pilco, 2021, p. 13). En las superficies de la capa de rodadura se presencia condiciones lisas y rugosas por lo que a mayor rugosidad es el pavimento mayor es el desplazamiento.

Figura 5. Partes del equipo de Merlín



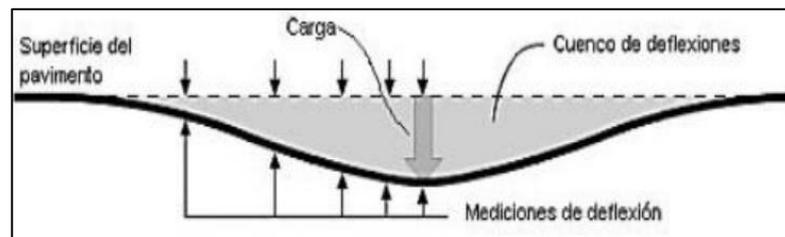
Fuente: (Mamani & Pilco, 2021)

El método de Merlín nos hace conocer “la variación del perfil longitudinal del pavimento existente, en donde las cuerdas colocadas a 0.90 m del punto medio con una longitud total de 1.80 m cuyo ancho es conocido como unidades de MERLIN D, la rugosidad del pavimento es establecido por parámetros estadísticos donde existen muestras totales tomadas en campo, para el cálculo se depura el 10 % de datos efectuados mediante la observación” (Mamani & Pilco, 2021, p. 13).

2.2.4. Deflectometría

Las deformaciones generadas en la superficie de la capa de rodadura se producen a causa del tránsito de los vehículos pesados y liviano ya que estos transitan cargas a toda la estructura de la carpeta asfáltica por ello “La Deflectometría estudia el pandeo de la superficie de rodadura por lo que, la deflexión es una respuesta al comportamiento de la estructura del pavimento, existe una correlación entre las fallas por fatiga y las deflexiones frente a los volúmenes de tránsitos” (Mamani & Pilco et al., 2021)

Figura 6. Curvas de deflexiones



Fuente: (Bejarano, 2013)

2.2.4.1. Evaluación Estructural mediante la deflectometría

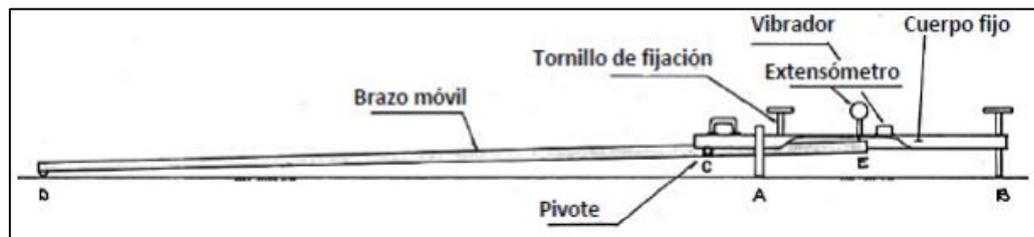
El proceder estructural incluye determinar el estado de la subrasante del pavimento de una carretera, por lo que además de ver si se requieren reparaciones estructurales, también se determinará la vida útil restante del pavimento.

La apreciación estructural "no destructiva" permite a los ingenieros de caminos tener rápidamente una herramienta razonable con una buena aproximación, en lugar de ejecutar pozos de prueba para tomar muestras en el laboratorio y probarlas, luego analizar cada uno de sus componentes (materiales) por separado e incorporarlos más tarde. (pavimento) e inferir sus características estructurales. La deflexión es una dimensión de la deformación elástica experimentada por la superficie de una carretera cuando pasa una carga, y depende no solo del tipo y condición de la superficie de la carretera, sino también del método y el equipo de medición. Durante el ensayo, no sólo se desplaza el punto bajo carga, sino que también se desplaza un sector a su alrededor, provocando un conjunto de deflexiones denominado cuenco o deformación.

2.2.4.2. Viga de Benkelman

Según (Manual de carreteras – Suelos, 2013) se menciona también que "La viga Benkelman tiene dos componentes, el primer componente es un cuerpo estático que decae en la superficie fijados con tres patas de apoyo, en la que se denota en la figura en los puntos A y B, el segundo componente es la parte del brazo móvil, el tornillo de fijación actúa como una palanca en el momento del ensayo".

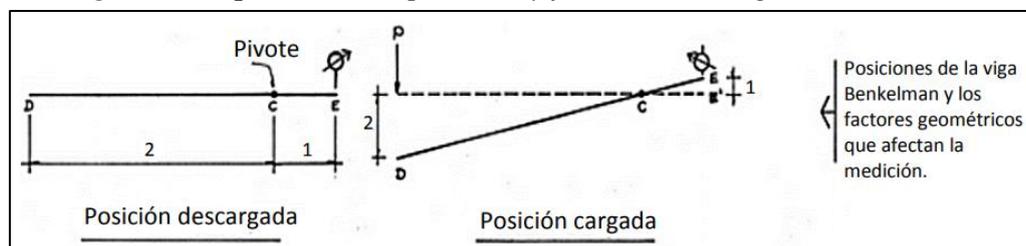
Figura 7. Partes de la Viga Benkelman



Fuente: (Hoffman, y otros, 1985)

Asimismo, es conocido como un equipo mecánico por lo que funciona bajo el principio de palanca, así como se presencia en la siguiente figura.

Figura 8. Esquema de la operación y función de la viga de Benkelman



Fuente: (Hoffman, y otros, 1985)

2.2.4.3. Procedimiento

En la evaluación para tomar lectura se debe tomar en cuenta el colocado de la llanta posterior por lo que se debe considerar cierta distancia del borde de la capa asfáltica de la misma forma las distancias deben ser acordes al ancho del carril.

Tabla 3. Colocación de los instrumentos de viga

Ancho del carril	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.60 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o más	0.90 m

Fuente: (Manual de carreteras – Suelos, 2013)

El campo de aplicación del ensayo de la viga Benkelman es muy extenso, “por lo que se emplea principalmente en la determinación del tiempo de periodo de vida útil del pavimento con fines de emplear un mantenimiento 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” (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

resultados obtenidos se comparan con el valor de límite admisible por lo 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 paquete estructural del pavimento haciendo referencia a la “CONREVIAl (Estudio de Rehabilitación de Carreteras del País. MTC – Perú)”, llegando a la siguiente fórmula:

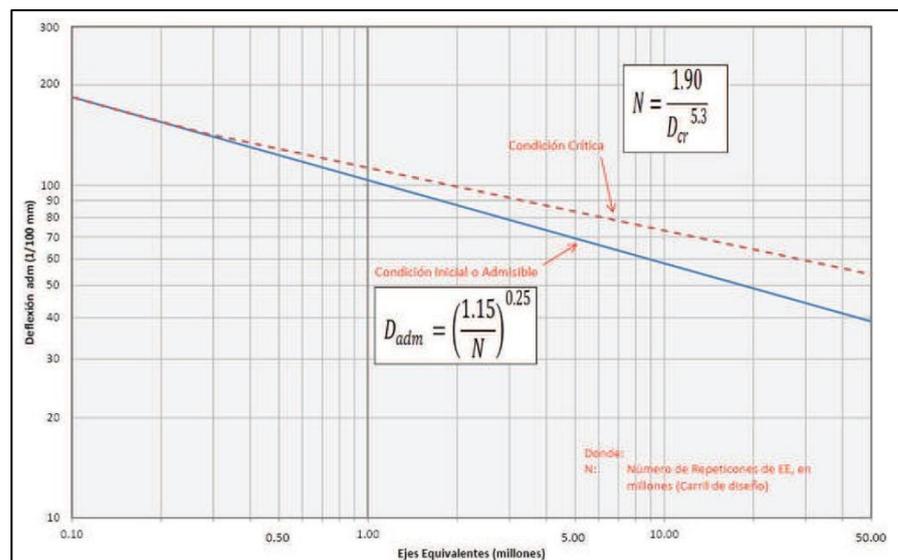
$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N}\right)^{0.25}$$

Donde:

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

N : Número de repeticiones de eje equivalente en millones.

Figura 9. Gráfico de deflexiones admisibles



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

2.2.4.4. Cálculo de deflexión característica

Según (Ruiz, y otros, 2020) señala “que el cálculo de las deflexiones se calcula tomando en cuenta la ley de Gauss, por ende, calcula la deflexión, desviación estándar y el coeficiente de variación”

2.2.5. Prueba del círculo de arena para medir la macro textura de pavimentos

De acuerdo a la norma (NLT - 335/87) que el ensayo es “aplicable a cualquier tipo de pavimento, tanto bituminoso como de hormigón, y consiste en extender sobre su superficie un volumen determinado de arena fina, distribuyéndola y enrasándola posteriormente mediante un dispositivo adecuado”.

En cada ensayo es preciso realizar 4 determinaciones alineadas en la dirección del eje de la vía y separadas 1 metro entre sí

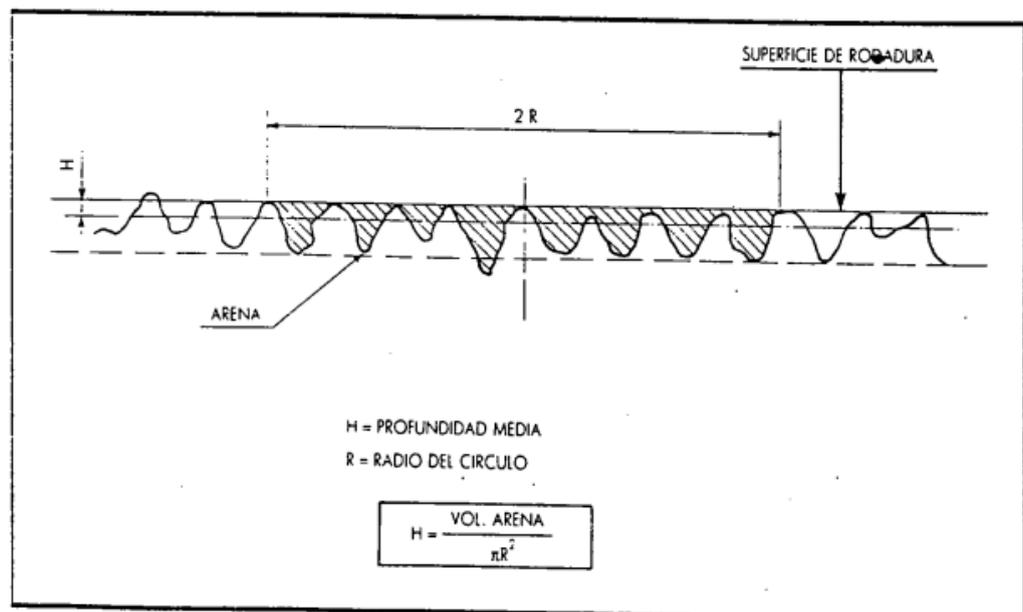
Se hacen uso de dos tipos de arena en este caso es del río y granos redondeados con diferentes valores de gradación, “eligiendo la más fina o la más gruesa en función de la textura del pavimento”

Según la actualización de la norma la arena es sustituido por microesferas de vidrio con gradación uniforme.

El resultado de la evaluación de la textura se representa en mm y representa la profundidad media de los huecos rellenos por la arena y se la denomina MTD.

El método de círculo de arena “proporciona valores de macro textura tanto más fiables y coherentes cuanto mayor sea la profundidad media medida, el método resulta especialmente indicado en pavimentos realizados con tratamientos superficiales o de hormigón vibrado”

Figura 10. Ensayo de círculo de arena

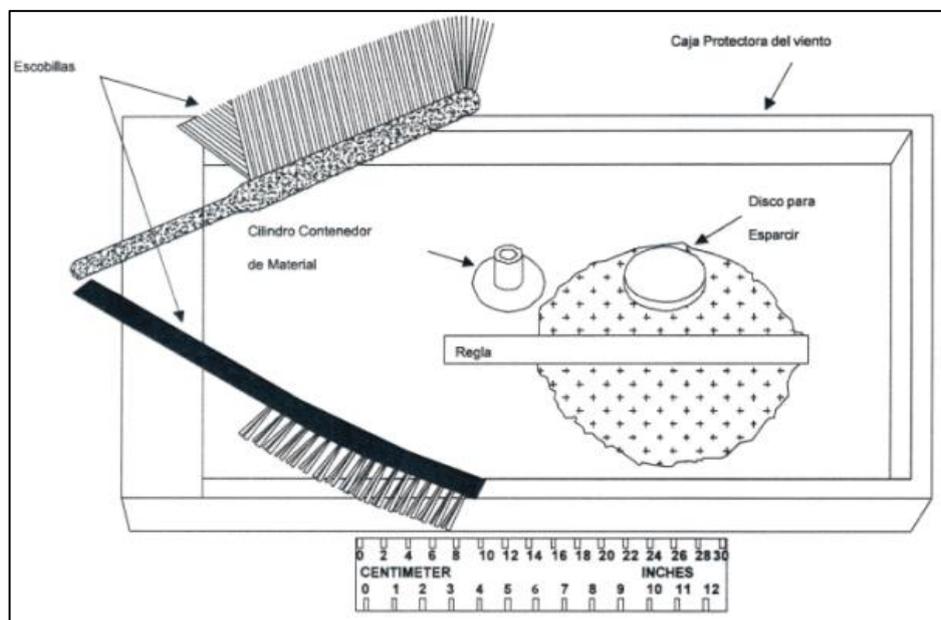


Fuente: (NLT - 335/87)

El equipo para el método de círculo de arena consta de:

- Disco esparcidor con mango y superficie recubierta de goma.
- Pantalla para vientos.
- Brocha suave de 3”.
- Cepillo con púas de alambre.
- Compas ajustables con rosca de 500 mm graduado sobre la regla.
- Cilindro metálico para la medición de volumen de las esferas.
- Dos picnómetros de vidrio con tapa de rosca metálica y orificio de vertido.
- Cilindros graduados de 10 ml de capacidad.
- Cilindros graduados de 25 ml de capacidad.
- Cilindros graduados de 50 ml de capacidad.
- Protector de rodillas.
- Estuche de transporte.

Figura 11. “Instrumentos para medir la profundidad de macro textura de la superficie del pavimento”



Fuente: Manual de “Ensayos de Materiales – Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (2017)

2.2.5.1. Textura superficial del pavimento – círculo de arena

Definida como la característica 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” (Achútegui, y otros, 2003)

Tabla 4. Clasificación de textura superficial según AIPCR

Textura	Longitudinal 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, y otros, 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”

2.2.6. Tratamientos Superficiales

Se trata de una técnica de pavimentación cuyo fin es dotar a la calzada de determinadas propiedades superficiales (textura, impermeabilidad, etc.) sin aumentar directamente su resistencia de forma significativa. Básicamente, proporciona cobertura impermeable a los pavimentos existentes y resistencia a los efectos del desgaste del tránsito. (Dopedia, 2021)

Los tratamientos superficiales cumplen funciones como:

- ✓ Proporcionar una superficie económica y duradera para caminos de base granular con tráfico ligero a moderado.
- ✓ Evitar que las superficies de agua penetren en cimientos granulares.
- ✓ Proveer la capa de rodadura con un espesor mínimo resistente al desgaste.
- ✓ Proveer un revestimiento antideslizante para evitar el escurrimiento de material grueso y la formación de baches, Apolinario Morales, et.al (2012)

A. Tipos de tratamientos superficiales

Según (Guevara, y otros, 2018) se precisa “como mantenimiento, o conservación, de pavimentos a los trabajos constantes o periódicos que se ejecutan para evitar el deterioro, manteniendo la calidad y el valor”.

(Global, 2022) menciona que los pavimentos flexibles deben estar en mantenimiento de manera constante para el cómodo tránsito de los usuarios y al mismo tiempo evitar posibles accidentes para los cuales los métodos más usuales son:

- Definir el tipo de tratamiento superficial a aplicar
- Identificar los tipos de falla en la capa de rodadura
- Analizar los problemas en base a la recolección de la información.

B. Daños superficiales que se identifican en un pavimento asfáltico

- **Corrugación**

Son aquellas ondulaciones que se forman en forma de crestas que ocasionan incomodidad al conductor al pasar con el vehículo, se encuentran perpendicularmente en la dirección de los automóviles.

Figura 12. Ondulaciones en la carpeta asfáltica



Fuente: (INVIAS, 2006)

- **Hinchamiento**

Conocido como una onda que deforma el perfil de la carretera debido a que la superficie de la capa de rodadura es elevada no tan exagerada, estas ocasionan incomodidad al conductor al pasar con el vehículo.

Figura 13. Hinchamiento en la carpeta asfáltica



Fuente: (Guevara, y otros, 2018)

- **Exudación**

Según (Londoño Cipriano, 2014) menciona que es “presencia de una capa fina del material bituminoso en el pavimento, por el que forma una superficie brillante cristalina y reflectora que mayormente es pegajosa y resbalosa en climas cálidos con temperaturas altas”

Figura 14. Exudación en carpeta asfáltica



Fuente: (Londoño Cipriano, 2014)

- **Ahuellamiento**

El ahuellamiento “se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito” (Guevara, Valencia, & Chuico, 2016, p. 4).

Figura 15. Ahuellamiento en la carpeta asfáltica



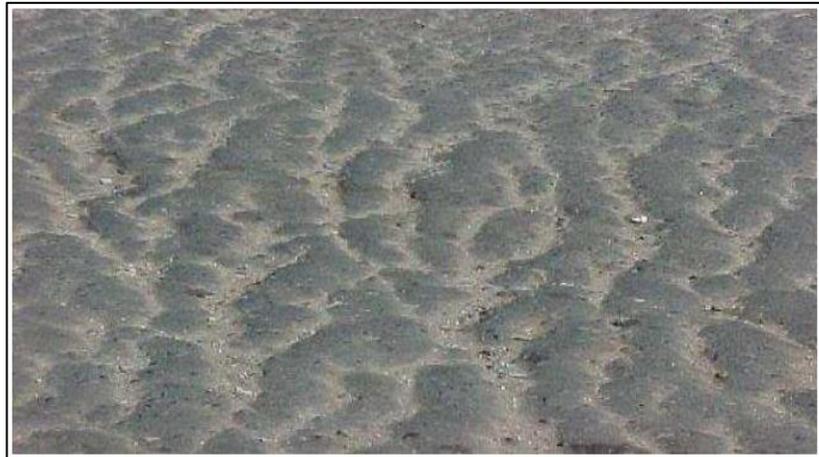
Fuente: (Guevara, y otros, 2018)

- **Corrimiento**

Aparición de “distorsiones de la mezcla asfáltica a veces ocurren levantamiento de material, tienen forma de media luna creciente, con sus

puntas hacia el sentido del tránsito” (Guevara, Valencia, & Chuico, 2016, p. 4). débiles, que generan deflexiones excesivas en la carretera asfáltica.

Figura 16. *Corrimiento en carpeta asfáltica*



Fuente: (Guevara, y otros, 2018)

C. Cálculo del Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr)

Las Directrices de diseño de AASHTO describen un método para calcular el módulo de elasticidad (Mr) de una subrasante a partir de la deflexión medida con un deflectómetro de impacto, utilizando la siguiente expresión:

Donde:

$$Mr = \frac{0.24 * P}{d_r * r}$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante retro calculado, en psi.

P: Carga aplicada, en libras.

dr: Deflexión medida a una distancia “r” del centro de carga, en pulgadas.

r: Distancia desde el centro del de carga, a la cual se mide la deflexión, en pulgadas.

$$r \geq 0.7 a_e$$

La ecuación anterior para el cálculo inverso del módulo elástico se basa en la suposición de que en puntos lo suficientemente

alejados del puntode aplicación, la deflexión medida se debe principalmente a la deformación de la subrasante y también es independiente de los efectos de la capa superior. Es importante tener en cuenta que la deflexión utilizada debe estarlo más cerca posible del punto de aplicación de la carga para evitar

que sea demasiado pequeña para medirla con precisión, pero al mismo tiempo debe estar lo suficientemente alejada para satisfacer las suposiciones anteriores. Para calcular la distancia mínima r se utiliza la siguiente relación:

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}$$

Donde:

A_e : Radio del bulbo de presiones a nivel de subrasante, en pulgadas.

a : Radio del plato de carga, en pulgadas

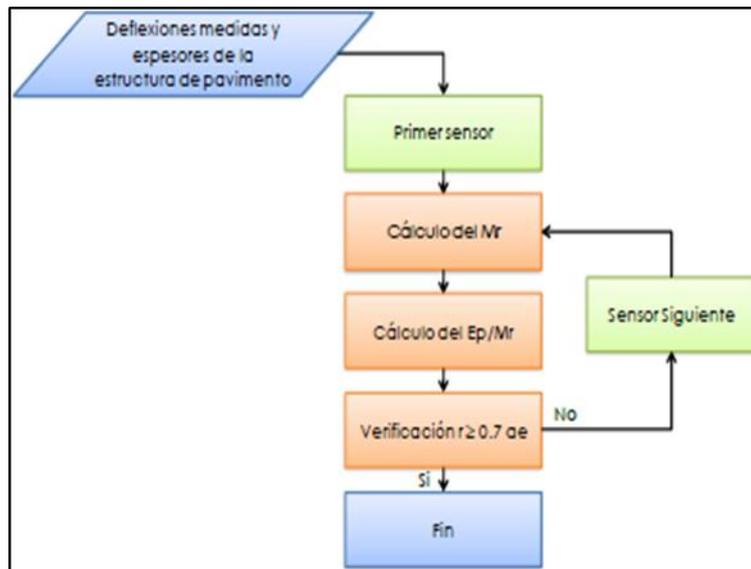
D : Espesor total del pavimento sobre la subrasante, en pulgadas.

E_p : Módulo efectivo del pavimento, en psi.

M_r : Módulo resiliente de la subrasante retro calculado, en psi.

De acuerdo con la ecuación anterior, para verificar que la flecha utilizada cumple con la distancia mínima, primero se debe conocer el módulo equivalente (E_p) de la superficie de la carretera, que a su vez depende del módulo elástico. Se implementa el proceso iterativo que se muestra en la siguiente figura:

Figura 17. Algoritmo del método de retro análisis AASHTO 1993



Fuente: AASHTO 93

El programa de análisis inverso AASHTO recomienda utilizar un factor de ajuste ($C=0,33$) para determinar el módulo elástico de diseño a partir de las medidas de deflexión.

D. Cálculo del módulo efectivo del pavimento (Ep)

El módulo efectivo del pavimento (Ep) refleja la capacidad portante del pavimento existente, en este caso la contribución de la estructura del pavimento en su conjunto, más la contribución del espesor de las partículas existentes. Dados los valores del módulo de la subrasante y el espesor del pavimento, el valor del módulo efectivo del pavimento (incluyendo todas sus capas) se puede determinar utilizando la deflexión medida en el centro de carga, utilizando la siguiente fórmula.

$$d_0 = 1.5 * p * a * \left\{ \frac{1}{M_r \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}} + \left[\frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}}}{E_p} \right] \right\}$$

Donde:

d0: Deflexión central.

p: Presión del plato de carga, en psi. En este caso igual a 82.3 psi = 5.76 kg/cm.

a: Radio del plato de carga, en pulgadas igual a 5.9 pulgadas = 15 cm.

D: Espesor total de las capas del pavimento sobre la subrasante.

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, en psi.

Ep: Módulo equivalente de todas las capas del pavimento, en psi.

E. Cálculo de la capacidad estructural (Número Estructural Efectivo - SNeff)

El dígito de estructura efectiva es una evaluación de la capacidad portante de la estructura del pavimento con base en el espesor total y el módulo efectivo, para obtener el número de estructura efectiva (SNeff) se utiliza la siguiente fórmula:

$$SN_{Efectivo} = 0.0045 * D * \sqrt[3]{E_p}$$

Donde:

SN_{EF} : Número estructural efectivo de la estructura existente.

D: Espesor total de las capas del pavimento sobre la subrasante, en pulgadas.

E_p : Módulo equivalente de la estructura del pavimento, en psi.

2.2.7. Alternativas para el mantenimiento de la capa de rodadura

2.2.7.1. Tratamiento superficial Bicapa

“Se realiza un riego con gravilla cuya aplicación es con emulsión asfáltica por una capa de áridos, sobre una superficie acondicionada previamente, el espesor total es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del árido, por ello la compactación de cada capa se realiza en forma inmediata a la extensión del agregado” (Lando. M, 2018, p. 2)

Usos Del tratamiento superficial bicapa

Pueden ser usados en:

- Capas de protección.
- Caminos estabilizados.
- Conservación de pavimentos asfálticos.
- Reparación de capa de rodadura.

Asimismo, se pueden aplicar sobre una base asfáltica imprimida o sobre una base asfáltica, por lo que este tipo de tratamientos superficiales hace que la capa de rodadura sea más “económica y más duradera para caminos con bases granulares que tienen tránsitos ligeros y de medianos volúmenes” Lando. M. et al. (2018)

A. Agregados de cantera

Las propiedades físicas y mecánicas de la cantera “deben satisfacer los requerimientos especificados para grava < ½ pulg (2da capa), los cuales son obtenidos producto del chancado de Bolonerías (> de ½ pulg.)” Lando. M. et al. (2018)

Tabla 5. Porcentaje de asfalto en volumen y porcentaje de huecos

Transito	veh/día (*)	% de asfalto. Vol. Pb	% de huecos v
Estacionamiento		22	5
Liviano	5	20	5
Medio	25	19	6
Pesado	250	18	7
Muy pesado	S/limite	17	7

Fuente: (Lando. M, 2018)

En la tabla 5, se presencia los valores máximos por pista para camiones y buses para el diseño de la vía, a continuación, se especifica los parámetros para la determinación de la densidad del residuo asfáltico. Pb expresado en kg/cm³ y el factor de corrección k.

Tabla 6. Porcentaje de densidad y factor de corrección k del asfalto

Asfalto	Pb (*) (Kg/cm ³)	k
CRR - 2	1010	0.85
RC - 250	960	0.90
CA - 120/150	1000	1.00

Fuente: (Lando. M, 2018)

En la tabla 6, se aprecia los valores más usuales para la determinación de la densidad del residuo asfáltico.

B. Cálculo de espesor medio de las partículas (M) (mm)

El espesor medio se calcula de acuerdo a los coeficientes y procedimientos dados en el cuadro siguiente.

Tabla 7. Porcentaje en la primera capa

Tamiz (mm)	ASTM	% Pasa	Ret. (decimal)	Coefficiente	Espesor
25	1"	100	0.0	0.0	0.0
19	3/4"	95.4	4.6	22	1
12.5	1/2"	39.8	55.6	15.8	8.8
9.5	3/8"	5.2	34.6	11	3.8
4.75	N°4	1.3	3.9	7.1	0.3
2.36	N°8	0	1.3	3.6	0

Fuente: (Lando. M, 2018)

El espesor medio es la resultante de la suma de los productos: retenido (decimal) x coeficiente

Tabla 8. Porcentaje en la primera capa

Tamiz (mm)	ASTM	% Pasa	Ret. (decimal)	Coficiente	Espesor
12.5	1/2"	100	0	15.8	0
9.5	3/8"	93.2	6.8	11	0.8
6.3	1/4"	33.4	59.9	8.1	4.9
4.75	N°4	8.2	25.2	7.1	1.8
2.36	N°8	0.9	8.1	3.6	0.3

Fuente: (Lando. M, 2018)

2.2.7.2. Tratamiento superficial - Slurry seal

A. Mortero asfáltico – Slurry seal

Es un sello asfáltico cuya aplicación “se realiza en la superficie de la carpa de rodadura para dar solución a diversos tipos de rodaduras dentro de la infraestructura vial, asimismo el Slurry es conocido como una mezcla pastosa cuya composición está conformado por áridos, emulsión asfáltica, agua y un filler mineral” (Pro - Road, 2022).

B. Beneficios y Ventajas del Slurry Seal

Tiene como ventajas principales según su aplicación en distintas infraestructuras:

- Pistas deportivas
- Autopistas
- Mantenimiento preventivo
- Correctivo de patologías en carreteras

Esta lechada bituminosa “no solo aumenta la estabilidad de las rodaduras al reducir y ralentizar su proceso de envejecimiento, sino que además tiene una serie de beneficios a corto y largo plazo” (Pro - Road, 2022). “El primer efecto del pavimento Slurry es mejorar la resistencia al deslizamiento, bien sea que es aplicado sobre un concreto que ha perdido su rugosidad o sobre una mezcla asfáltica que tiene demasiada fricción con los áridos expuestos gracias a el paso del tiempo”.

Tabla 9. *Requerimiento para los agregados – mortero- Slurry Seal*

Ensayos	Requerimiento
Perdida en sulfato de Magnesio	18 máx.
Desgaste de los Ángeles	25 máx.
Índice de plasticidad	NP.
Equivalente de arena	40% min.
Azul metileno	8 máx.
Adherencia (Riedel Weber)	8 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 10. *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 um)	(40 - 60)	(30 - 50)	(19 - 34)
N°. 50 (0.30 um)	(25 - 42)	(18 - 30)	(12 - 25)
N°. 100 (0.15 um)	(15 - 30)	(10 - 21)	(7 - 18)
N°. 200 (0.075 um)	(10 - 20)	(5 - 15)	(5 - 15)

Fuente: ISSA A 105

“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 – Suelos, 2013, p. 532)

2.3. Marco conceptual

a) Circulo de arena

Este método nos permite evaluar en campo la macro textura de la capa de rodadura en ensayos in situ. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

b) Comportamiento funcional y estructural

Es la evaluación para prologar su vida útil del pavimento flexible mediante el análisis de las fallas, deterioros y desgastes identificados en la capa de (Sanchez Bueno, y otros, 2020)

c) Deflexión de un pavimento

Es la deformación elástica que sufre un pavimento “bajo la acción de una carga rodante normalizada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

d) Emulsión asfáltica

Es un material de los llamados termoplásticos, “el cual es muy complejo desde el punto de vista químico ya que es obtenido como el residuo en el proceso de refinación del petróleo crudo” (Rodríguez, y otros, 2001)

e) Rugosidad de la capa de rodadura

Permite “especificar rangos o niveles de tolerancia para la aceptación de tramos nuevos de autopistas y carreteras, sirviendo como un parámetro de control de calidad superficial” (Arriaga, y otros, 1998)

f) Tratamiento superficial

Los tratamientos superficiales se utilizan como capas de protección en la capa de rodadura del pavimento flexible para su conservación. (Tórrez Macías, 2018).

g) Tratamiento superficial bicapa

El tratamiento superficial bicapa consiste en la aplicación de los materiales bituminosos mezclado con los agregados para el recubrimiento de la capa superficial. (Especificaciones Tecnicas De Obra).

h) Tratamiento superficial Slurry Seal

Es la técnica de conservación de pavimento, por lo que esté compuesto por “emulsión asfáltica de quiebre lento y agregado fino bien graduado. (Herrera San Román, 2007)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los tratamientos superficiales empleados varían significativamente en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón - La Merced y Satipo – Mazamari.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) Los tratamientos superficiales empleados varían favorablemente en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.
- b) Los tratamientos superficiales varían de la manera positiva en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.
- c) Los tratamientos superficiales varían de manera significativa en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón - La Merced y Satipo – Mazamari.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X): Tratamiento superficiales

Según (Tórrez Macías, 2018), nos menciona que el tratamiento superficial nos permite proteger la carpeta asfáltica para su conservación y tengamos mayor durabilidad en el periodo de vida útil de la transmisión de las cargas vehiculares.

b) Variable dependiente (Y): Comportamiento funcional y estructural

Según (Apolinario Morales, 2012) nos menciona que la evaluación del comportamiento estructural implica determinar la capacidad de soporte de un sistema de pavimento de subrasante en una estructura vial existente dada en cualquier momento durante su vida útil.

2.5.2. Definición operacional de la variable

a) Variable Independiente (X):

La variable independiente tratamiento superficial, se operacionaliza a través

de sus dimensiones que son: Tratamiento Superficial bicapa, Tratamiento Superficial Slurry Seal.

b) Variable dependiente (Y):

La variable dependiente comportamiento funcional y estructural, se operacionaliza a través de sus dimensiones que son: Textura de la capa de rodadura, Rugosidad de la capa de rodadura, Deflectometría de la capa de rodadura.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 11. Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Tratamientos superficiales	Según (Guevara, y otros, 2018) nos mencionan que el tratamiento superficial nos permite proteger la carpeta asfáltica para su conservación y tengas mayor durabilidad en el periodo de vida útil de la transmisión de las cargas vehiculares.	La variable independiente tratamiento superficial, se operacionaliza a través de sus dimensiones que son: Tratamiento Superficial bicapa, Tratamiento Superficial Slurry Seal.	Tratamiento Superficial Bicapa	MAC - 2	Formato de registro de MAC.		X			
			Tratamiento Superficial Slurry Seal	MAC - 2	Formato de registro de MAC.		X			
2: Variable Dependiente Comportamiento funcional y estructural	Según (Toscano Maila, 2018) nos menciona que la evaluación del comportamiento estructural implica determinar la capacidad de soporte de un sistema de pavimento de subrasante en una estructura vial existente dada en cualquier momento durante su vida útil.	La variable dependiente comportamiento funcional y estructural, se operacionaliza a través de sus dimensiones que son: Textura de la capa de rodadura, Rugosidad de la capa de rodadura, Deflectometría de la capa de rodadura.	Textura de la capa de rodadura	Determinación Círculo de arena	Ficha de recolección de datos (Determinación de círculo de arena)		X			
			Rugosidad de la capa de rodadura	Determinación IRI	Ficha de recolección de datos (Determinación IRI)		X			
			Deflectometría de la capa de rodadura	Determinación de la deflectometría	Ficha de recolección de datos (Determinación de la deflectometría)		X			

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

3.1.1. Método general

Según (Del Canto, y otros, 2013), el método cuantitativo es un procedimiento que busca obtener nuevos conocimientos, teniendo como soporte la indagación a través de elementos cognitivos y en datos numéricos extraídos de la realidad (pág. 33)

En la tesis correspondiente, fue de mucha importancia analizar el comportamiento estructural al realizar el tratamiento superficial con dos tipos de método que es el Bicapa y Slurry Seal.

Según estas consideraciones, en la presente investigación se empleó el *método cuantitativo*.

3.1.2. Métodos específicos

a) Método descriptivo

(Oseda, 2014) menciona que “consiste en el análisis e interpretación de los datos que han sido reunidos con un propósito definido, el de comprensión y solución de problemas importantes”. (pág. 85)

En esta investigación se utilizó la estadística descriptiva como método específico porque se empleó las medidas de tendencia central, la desviación típica, la varianza, así mismo las frecuencias y porcentajes para observar los niveles de cada dimensión.

b) Método estadístico

En la tesis se aplicó el método estadístico debido a que se realizó la contrastación de hipótesis aplicando el estadígrafo, en la que se halló las correlaciones del objetivo general y de los objetivos específicos.

3.2. Tipo de investigación

Según (Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria, 2014), la investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación

directa. Este tipo de estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica (p. 35).

En la presente tesis, se debe realizar una investigación aplicada en la que se evaluó el comportamiento estructural al realizar el tratamiento superficial con el Bicapa y Slurry Seal y que efecto produce, por lo que después se realizó la investigación aplicada para desarrollar y aprobar su aplicación.

Según estas consideraciones, la investigación empleada fue el de *tipo aplicada*.

3.3. Nivel de investigación

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). El nivel de investigación explicativo “se asocia variables para predecir su comportamiento se ha pretendido establecer las causas de los fenómenos”.

Para este caso se describirá como se desarrolló mediante la evaluación a través de los ensayos de circulo de arena, Índice de Rugosidad y Deflectometría, después de realizar el tratamiento superficial con el método bicapa y Slurry Seal.

Tomando en cuenta estas consideraciones, la investigación será de *nivel explicativo* del comportamiento estructural.

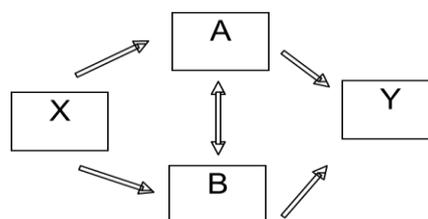
3.4. Diseño de la investigación

Según (Oseda, 2014) el diseño de la investigación refiere que “El diseño descriptivo – correlacional se caracteriza porque en una misma muestra específica, se miden dos variables de estudio, comparándolos luego estadísticamente a través de un coeficiente de correlación”

En la presente investigación se realizó un análisis comparativo del comportamiento estructural al emplear Slurry Seal y Bicapa en el tratamiento superficial.

Tomando en cuenta estas consideraciones, la investigación será de *diseño experimental*.

Donde:



X: Rugosidad y reflectometría de cada carretera

- A: Técnicas para el cálculo de la rugosidad
- B: Técnicas para el cálculo de la reflectometría
- Y: Grado de confort que brinda la vía al usuario

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

(Valderrama Aparicio, 2013 pág. 182), La población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”.

La población en la presente investigación corresponde a las carreteras pavimentadas con tratamientos superficiales en los distritos de San Ramón, La Merced, Satipo y Mazamari de las provincias de Chanchamayo y Satipo.

3.5.2. Muestra

(Ñaupas Paitán, 2013 pág. 246) detalla que la muestra es el subconjunto o parte del universo a población, seleccionado por métodos diversos, pero siempre teniendo en cuenta la representatividad del universo. Es decir, una muestra es representativa si reúne las características del universo.

La muestra empleado es el metodo no probabilistico intencional.

- La carretera de San Ramón – La Merced (PR-22B) PROGE: 91+500 – 91+900.
- La carretera Satipo – Mazamari (5S) PROG: 121+200 – 212+600.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Vásquez Vélez, 2011), las tecnicas e instrumentos alcanzan a ser una grupo de mecanismos y medios que ayudan a la recolección y transmisión de datos sobre estos conceptos. Las técnicas llegan a estar referidas a una manera en cómo se vayan a obtener datos, en tanto los medios son los medios materiales, por la cual se hace una posible obtención y almacenamiento de información sobre la investigación.

3.6.1. Técnicas

Información de las bibliografías, usos de laboratorio de concreto comparaciones de resultado de los datos y mediante el acopio de información de hechos realizados, comparación de datos obtenidos y resultados experimentales.

3.6.2. Instrumentos

Según (Metodología de la Investigación, 2018) un instrumento es aquel componente de medición adecuado que se encarga de registrar datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente.

En la tesis se aplicó como instrumento ficha de recopilación de datos las cuales plasman información importante por escrito las que se encontraron durante un proceso de búsqueda de información.

a) Validez

Según (Metodología de la investigación, 2018), es aquella condición que consiste en que las pruebas se midan lo que se propone medir, las pruebas se deben medir las características específicas de dichas variables para las cuales fueron diseñadas, se refiere a los resultados de la prueba, no se expresan en dichos términos categóricos, sino que dichos resultados se expresan en forma de continuidad o progresión.

En la presente investigación se emplearán los criterios de validez por medio de ensayos de laboratorio firmados por un ingeniero colegiado.

Tabla 12. Rangos y Magnitudes de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: (Reloso Chacin, 2021)

Tabla 13. Rangos y Magnitudes de validez

N°	GRADO	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	DICTAMEN	VALIDEZ
1	Mg.	Porras Olarte, Rando	20119788	0.80	0.82
2	Mg.	Herrera Montes, Sofia Jeannelle	20438124	0.80	
3	Ing.	Ordoñez Camposano, Vladimir	41093377	0.85	

Fuente: Elaboración propia

b) Confiabilidad

De acuerdo con (Metodología de la investigación, 2018), proviene de la palabra fiable, es aquel proceso en el cual se encarga de establecer cuan fiable, consistente, estable o coherente es el instrumento que se ha realizado, es por ello que cuando el investigador al referirse a una persona dice que está es confiable, en pocas palabras le inspira confianza.

Tabla 14. Rangos y Magnitudes de Confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: (Relloso Chacin, 2021)

3.7. Procesamiento de la información

Según (Giraldo Huertas, 2016), manifiesta que: “El procesamiento de la información tiene como fin generar datos agrupados y ordenados que faciliten al investigador el análisis de la información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas”.

Luego de la recolección de la información, se evaluó el análisis del comportamiento mecánico del tratamiento de la capa superficial del empleo de micro aglomerados en tratamientos superficiales de pavimentos.

3.7.1. Diseño de mezcla Slurry seal

3.7.1.1. Mezcla de agregados (% en peso)

- Agregado grava triturada ¼” – Cantera de Pilcomayo: 100%
- Gradación: Especificación técnica MTC – E.G – 2013 Sección 420 tipo III.:
- Filler (Cemento portland): 1.0%

3.7.1.2. Ligante asfáltico

- Tipo de emulsión asfáltica: CSS-1H
- % Óptimo de emulsión asfáltica: 17
- % Óptimo de asfalto residual: 10.2

3.7.1.3. Agua

- % de humedad natural: 0
- % de agua: 7.6

Tabla 15. Porcentajes de emulsión asfáltica y de agua.

%emulsión asfáltica	14.20%	15.00%	15.80%	16.70%	17.50%
% de agua	9.50%	9.00%	8.50%	8.00%	7.50%

Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.4. Características Marshall Modificado

Tabla 16. Características de Marshall Modificado.

	Óptimo % E.A.	Especificación
Golpes por lado	30	30
Emulsión asfáltica	17.0	
Residuo asfáltico	10.2	(+/- 0.5%)
Peso unitario	2.169	
Vacíos	9.6	
V.M. A	30.3	
Vacíos llenos con C.A.	68.2	

Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.5. Volúmenes

- Residuos de la emulsión: 60.0%
- Óptimo contenido de asfalto: 10.2%
- P.U.S. del agregado: 1520.10 kg/m³
- Área de aplicación: 100 m²
- Espesor: 0.02 m
- Volumen de aplicación: 2m³

Tabla 17. Volúmenes.

MATERIALES	CANTERA	DISEÑO (%)	P.U.S. (kg/m ³)	PESOS (kg)	M3	Pies ³
Arena triturada de ¼"	Pilcomayo	20	1520.10	319.2	0.21	7.4

Fuente: Elaboración propia.

% de agua	7.8	200	0.124 m ³	24.9	7 g/n	24.9 lt.
5 de emulsión	16.5	200	0.263 m ³	52.7	14 g/n	52.7 lt.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. Ensayo de IRI

Para la determinación del IRI, al realizar el tratamiento superficial se evaluó en el carril izquierdo considerando una longitud de 50 metros para la bicapa y el Slurry Seal.

3.7.2.1. Tratamiento superficial bicapa

▪ **Tramo N°1:**

- Carril= Izquierdo
- D= 42.20
- Iri= 2.58

▪ **Trama N°2**

- Carril= Izquierdo
- D= 48.52
- Iri= 2.88

Donde la distancia debe ser mayor que 40 m.

3.7.2.2. Tratamiento superficial slurry seal

▪ **Tramo N°1:**

- Carril= Izquierdo
- D= 33.15
- Iri= 1.61

▪ **Trama N°2**

- Carril= Izquierdo
- D= 37.69
- Iri= 1.83

Donde la distancia debe ser mayor que 40 m.

Al realizar el tratamiento superficial bicapa nos dio como rugosidad 2.58 m/km y 2.88 m/km en el tramo 1 y tramo 2, mientras que el Slurry Seal la rugosidad nos dio 1.61 m/km y 1.83 m/km en el tramo 1 y tramo 2, por lo que los valores obtenidos se afirma que se encuentra en una condición muy buena ya que para pavimentos asfálticos se considera si el $(IRI < 3.2 = \text{Muy bueno})$.

3.7.3. Ensayo de deflectometría

3.7.3.1. Tratamiento superficial bicapa del Tramo N°1

- **Valores del Tramo N°1**
 - ✓ Carga de eje del camión= 8.2 TN
 - ✓ Presión de inflado de neumáticos: 80 PSI
 - ✓ Equipo de medición de deflexiones: Viga Benkelman (deflectometría marca Baker)
 - ✓ T= 26.5 °C
- **Obtención de deflexiones, deflexión máxima y radio de curvatura -Tramo N°1**

Tabla 18. Valores de deflexión máxima y radio de curvatura.

PTO de ensayo	LADO	PROGRESIVA	D MÁX (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mt)
1	IZQUIERDO	0+00	52.00	260.42
2	IZQUIERDO	0+010	60.00	260.42
3	IZQUIERDO	0+020	56.00	260.42
4	IZQUIERDO	0+030	68.00	195.31
5	IZQUIERDO	0+040	48.00	260.42
6	IZQUIERDO	0+050	56.00	260.42
PROMEDIO			56.67	249.57
DESV. ESTÁNDAR			6.89	26.58

Fuente: Elaboración propia.

- **Cálculo de deflexión característica**

$$\checkmark D_m = 56.67 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$\checkmark ds = 6.89 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_c = 56.67 \times 10^{-2} + 1.645 \times 6.89 \times 10^{-2}$$

$$D_c = 68.00 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Cuadro 12.22
Definición de Deflexión Característica
Según Tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$D_c = D_m + 1.645 \times ds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$D_c = D_m + 1.645 \times ds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.645 \times ds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.282 \times ds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.282 \times ds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada.	$D_c = D_m + 1.036 \times ds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

▪ **Cálculo de deflexión admisible**

$$\checkmark N = 4.8 \text{ millones de ejes equivalentes}$$

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

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{4.8000000} \right)^{0.25}$$

$$D_{adm} = 69.96 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

▪ **Análisis de la deflexión característica y admisible**

$$\checkmark D_c = 68.00 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$\checkmark D_{adm} = 69.96 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$\text{Verif.} = D_c < D_{adm}$$

Estado: CONFORME!!!

3.7.3.2. Tratamiento superficial bicapa del Tramo N°2

▪ **Valores del Tramo N°2**

$$\checkmark \text{Carga de eje del camión} = 8.2 \text{ TN}$$

$$\checkmark \text{Presión de inflado de neumáticos} = 80 \text{ PSI}$$

✓ Equipo de medición de deflexiones: Viga Benkelman (deflectometría marca Baker)

$$\checkmark T = 26.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

▪ **Obtención de deflexiones, deflexión máxima y radio de curvatura -Tramo N°2**

Tabla 19. Valores de deflexión máxima y radio de curvatura.

PTO de ensayo	LADO	PROGRESIVA	D MÁX (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mt)
1	IZQUIERDO	0+00	52.00	260.42
2	IZQUIERDO	0+010	60.00	260.42
3	IZQUIERDO	0+020	52.00	260.42
4	IZQUIERDO	0+030	56.00	195.31
5	IZQUIERDO	0+040	56.00	260.42
6	IZQUIERDO	0+050	56.00	260.42
PROMEDIO			55.33	227.86
DESV. ESTÁNDAR			3.01	35.66

Fuente: Elaboración propia.

▪ **Cálculo de deflexión característica**

✓ $D_m = 55.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$

✓ $d_s = 3.01 \times 10^{-2} \text{ mm}$

$$D_c = 55.33 \times 10^{-2} + 1.645 \times 3.01 \times 10^{-2}$$

$$D_c = 60.29 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	$D_c = D_m + 1.645 d_s$	Deflexión característica, para una Confabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	$D_c = D_m + 1.645 d_s$	Deflexión característica, para una Confabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles	$D_c = D_m + 1.645 d_s$	Deflexión característica, para una Confabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles	$D_c = D_m + 1.282 d_s$	Deflexión característica, para una Confabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles	$D_c = D_m + 1.282 d_s$	Deflexión característica, para una Confabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada.	$D_c = D_m + 1.036 d_s$	Deflexión característica, para una Confabilidad de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

▪ **Cálculo de deflexión admisible**

✓ $N = 4.7$ millones de ejes equivalentes

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

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{4.7000000} \right)^{0.25}$$

$$D_{adm} = 70.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

▪ **Análisis de la deflexión característica y admisible**

✓ $D_c = 60.29 \times 10^{-2} \text{ mm}$

✓ $D_{adm} = 70.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$

Verif. = $D_c < D_{adm}$

Estado: CONFORME!!!

3.7.3.3. Tratamiento superficial slurry seal del Tramo N°1

- **Valores del Tramo N°1**

- ✓ Carga de eje del camión= 8.2 TN
- ✓ Presión de inflado de neumáticos: 80 PSI
- ✓ Equipo de medición de deflexiones: Viga Benkelman (deflectometría marca Baker)
- ✓ T= 24.5 °C

- **Obtención de deflexiones, deflexión máxima y radio de curvatura -Tramo N°1**

Tabla 20. Valores de deflexión máxima y radio de curvatura.

PTO de ensayo	LADO	PROGRESIVA	D MÁX (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mt)
1	IZQUIERDO	0+00	48.00	260.42
2	IZQUIERDO	0+010	44.00	260.42
3	IZQUIERDO	0+020	44.00	260.42
4	IZQUIERDO	0+030	48.00	195.31
5	IZQUIERDO	0+040	44.00	260.42
6	IZQUIERDO	0+050	44.00	260.42
PROMEDIO			45.33	455.73
DESV. ESTÁNDAR			2.07	257.14

Fuente: Elaboración propia.

- **Cálculo de deflexión característica**

- ✓ $D_m = 45.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$

- ✓ $d_s = 2.07 \times 10^{-2} \text{ mm}$

$$D_c = 45.33 \times 10^{-2} + 1.645 \times 2.07 \times 10^{-2}$$

$$D_c = 48.73 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$D_c = D_m + 1.645d_s$	Deflexión característica, para una Confianza de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$D_c = D_m + 1.645d_s$	Deflexión característica, para una Confianza de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.645d_s$	Deflexión característica, para una Confianza de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.282d_s$	Deflexión característica, para una Confianza de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.282d_s$	Deflexión característica, para una Confianza de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada.	$D_c = D_m + 1.036d_s$	Deflexión característica, para una Confianza de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

- **Cálculo de deflexión admisible**

- ✓ N= 4.8 millones de ejes equivalentes

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

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{4.8000000}\right)^{0.25}$$

$$D_{adm} = 60.96 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

▪ **Análisis de la deflexión característica y admisible**

✓ $D_c = 48.73 \times 10^{-2} \text{ mm}$

✓ $D_{adm} = 60.96 \times 10^{-2} \text{ mm}$

Verif. = $D_c < D_{adm}$

Estado: CONFORME!!!

3.7.3.4. Tratamiento superficial slurry seal del Tramo N°2

▪ **Valores del Tramo N°2**

✓ Carga de eje del camión= 8.2 TN

✓ Presión de inflado de neumáticos: 80 PSI

✓ Equipo de medición de deflexiones: Viga Benkelman (deflectometría marca Baker)

✓ T= 24.5 °C

▪ **Obtención de deflexiones, deflexión máxima y radio de curvatura -Tramo N°2**

Tabla 21. Valores de deflexión máxima y radio de curvatura.

PTO de ensayo	LADO	PROGRESIVA	D MÁX (10 ⁻² mm)	Radio de curvatura (mt)
1	IZQUIERDO	0+00	44.00	260.42
2	IZQUIERDO	0+010	40.00	260.42
3	IZQUIERDO	0+020	40.00	260.42
4	IZQUIERDO	0+030	44.00	195.31
5	IZQUIERDO	0+040	48.00	260.42
6	IZQUIERDO	0+050	52.00	260.42
PROMEDIO			44.67	282.12
DESV. ESTÁNDAR			4.68	88.95

Fuente: Elaboración propia.

▪ **Cálculo de deflexión característica**

✓ $D_m = 44.67 \times 10^{-2} \text{ mm}$

✓ $d_s = 4.68 \times 10^{-2} \text{ mm}$

$$D_c = 44.67 \times 10^{-2} + 1.645 \times 4.68 \times 10^{-2}$$

$$D_c = 52.36 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$D_c = D_m + 1.645 d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$D_c = D_m + 1.645 d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.645 d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.282 d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.282 d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada.	$D_c = D_m + 1.036 d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

▪ **Cálculo de deflexión admisible**

✓ $N = 4.7$ millones de ejes equivalentes

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

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{4.7000000} \right)^{0.25}$$

$$D_{adm} = 70.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

▪ **Análisis de la deflexión característica y admisible**

✓ $D_c = 52.36 \times 10^{-2} \text{ mm}$

✓ $D_{adm} = 70.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$

Verif. = $D_c < D_{adm}$

Estado: CONFORME!!!

3.7.3.5. Evaluación de las propiedades del agregado – Slurry seal

En la caracterización del agregado fino se realizó los ensayos de durabilidad al sulfato de magnesio, abrasión de los ángulos, caras fracturadas, chatas y alargadas, cuyos resultados se muestra a continuación.

Tabla 22. Propiedades del agregado grueso – Slurry seal

CARACTERISTICAS	RESULTADO	Especificación de la norma técnica
Peso específico Aparente	2.653	...
Absorción	0.613	...
Abrasión de los ángulos	16.40	25% máx.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Propiedades del agregado fino – Slurry seal

CARACTERISTICAS	RESULTADO	Especificación de la norma técnica
Peso específico Aparente	2.65	...
Absorción	0.36	...
Equivalente de arena (%)	65.00	40.00%
Durabilidad al sulfato de magnesio	7.83	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 y 25, se aprecia que las propiedades de agregado fino y grueso cumplen con el requerimiento de calidad para el uso en las mezclas de tratamiento superficial.

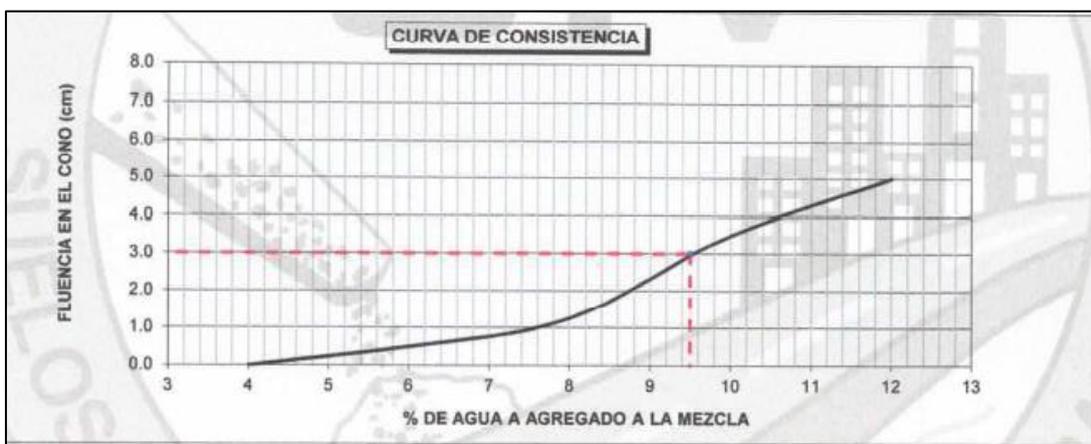
3.7.3.6. Ensayo de consistencia - Slurry seal

Tabla 24. Consistencia del Slurry Seal

N° DE PRUEBA	% DE AGUA	% DE EMULSIÓN	FLUJO (cm)
1	4	14.2	0.0
2	6	14.2	0.5
3	8	14.2	1.3
4	10	14.2	3.5
5	12	14.2	5.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Curva de consistencia del ensayo del Slurry seal



Fuente: Elaboración propia

3.7.3.7. Diseño de mezcla Slurry seal (Marshal Modificado)

Para la mezcla asfáltica en frío se realizó briquetas cilíndricas con el objetivo de ver la medición de la resistencia a la deformación plástica de las probetas cilíndricas y vacíos para ello se realizó de diferentes porcentajes de E.A hasta obtener el óptimo.

Tabla 25. Ensayo Marshall para Slurry seal

Mezcla	Propiedades reológicas					
	Peso específico	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A.	Vacíos	Vacíos llenos
(E.A. 14.2%)	2.111	2048	8.5	31.1	13.3	57.2
(E.A. 15.0%)	2.144	2281	9.6	30.7	11.6	62.4
(E.A. 15.8%)	2.171	2319	9.2	30.5	10.2	66.4
(E.A. 16.7%)	2.164	2496	8.7	31.4	9.9	68.5
(E.A. 17.5%)	2.163	2685	8.2	30.2	9.6	68.3
(E.A. 17.0%) ÓPTIMO	2.169	2541	8.6	30.3	9.6	68.2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27, se observa los resultados del diseño Marshall para Slurry Seal tratamiento superficial para lo cual con el (E.A. 17.0%) es el óptimo para aplicar en el tratamiento superficial.

Tabla 26. Slurry seal por Marshall modificado

Volúmenes	
Residuos de Emulsión	: 60.00%
Optimo contenido de asfalto	: 10.20%
P.U.S del agregado	: 1526.10 kg/m ³
Área de aplicación	: 100 m ²
Espesor	: 0.02 m
Volúmenes de aplicación	: 2 m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Marshall modificado

MATERIALES	CANTERA	DISEÑO (%)	P.U.S (kg/m ³)	PESOS (kg)	m ³	pies ³
Arena Triturada de 1/4"	Pilcomayo	20	1520.1	319.2	0.21	7.4
% de agua	7.8	200	0.124	24.9	7 gln	24.9 lt.
% de emulsión	16.5	200	0.263	52.7	14 gln	52.7 lt.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, se aprecia las proporciones de los materiales a emplear en la mezcla del Slurry seal para el tratamiento superficial.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Análisis de las Carreteras

4.1.1.1. Carretera San Ramón – La Merced

A. Características Generales Área de Estudio

Ubicación Política

Distritos : San Ramón – La Merced

Provincia : Chanchamayo

Región : Junín

Ubicación geográfica:

Coordenada UTM de Inicio:

446988.5 E / 8761118.46 N

Coordenada UTM de Fin:

467809.2213 E/ 8788077.53 N

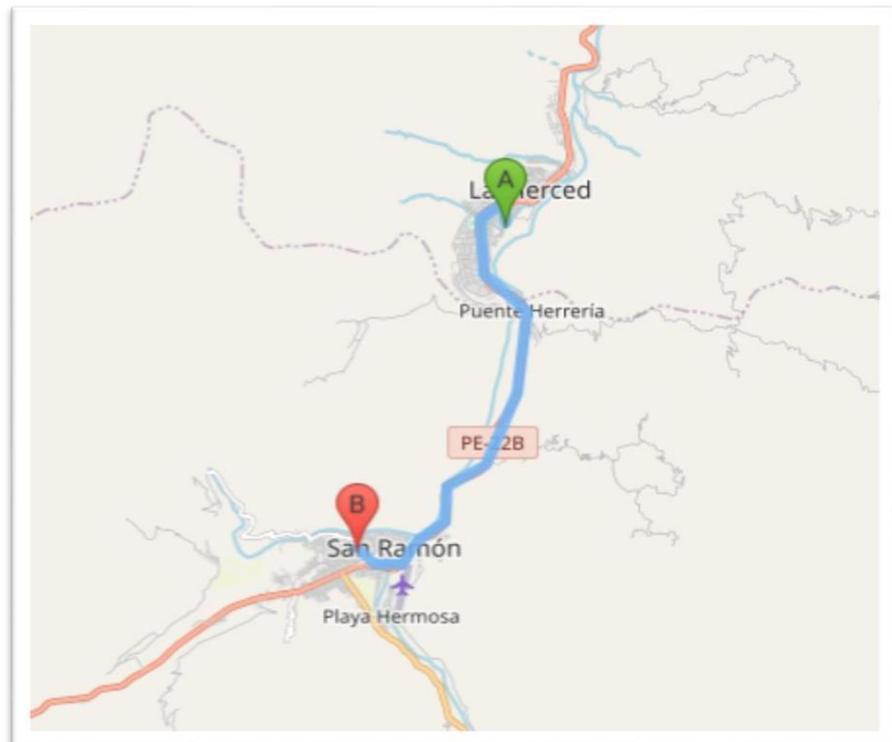


Figura 19. Imagen satelital de carretera San Ramón – La Merced

Fuente: Google Earth

El tramo de estudio se ubica sobre la carretera nacional (clasificada por función), con código de ruta PE-22B, desde Túnel Yanango hasta Emp. La distancia PE-5S (Pte. Reither) es de 40,5 km y el tiempo total de viaje es de 58 minutos en coche

B. Clasificación de la Carretera

- Por su función: Nacional
- Por su Demanda: Carretera de 2° clase
- Por su orografía: Carretera Tipo 2 – ondulado

4.1.2. Evaluación de la gradación de los agregados para la mezcla – Slurry seal

Para evaluar la gradación de los materiales, se realizó el análisis granulométrico del agregado fino que es la arena chancada cuyo proceso consiste en promediar los resultados máximos y mínimos de la granulometría, desviación estándar, varianza y finalmente el coeficiente de variación, a continuación, se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 28. Granulometría de arena chancada – Slurry seal

TAMIZ	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N°100	N°200
Promedio	100	100	100	100	86.1	62.1	58.8	46	33.1	27.6	22.2	15.9	13.8	9.5
Máximo	100	100	100	100	89.4	68.3	65.1	51.6	35.8	29.3	23	16.2	14.4	10.5
Mínimo	100	100	100	100	82.8	55.8	52.4	40.4	30.4	25.9	21.4	15.5	13.2	8.5
Desv.Estandar	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	8.8	9.0	7.9	3.8	2.4	1.1	0.5	0.8	1.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	21.8	78.1	80.6	62.7	14.6	5.8	1.3	0.2	0.7	2.0
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	14.2	15.3	17.2	11.5	8.7	5.1	3.1	6.1	14.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Granulometría de arena chancada - Slurry seal

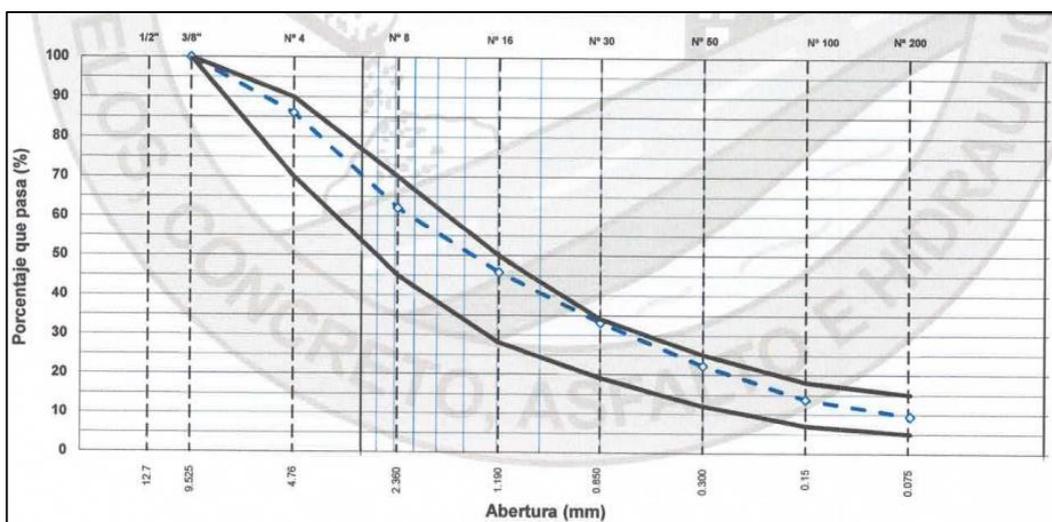
Tamiz	PESO Retenido	PORCENTAJE Retenido	PORCENTAJE Acumulado	ESPECIFICACIÓN que pasa	MA TIPO - III
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"				100	100
1/4"					
N°4	124.6	13.9	13.9	86.1	(70 - 90)
N°8	215	24	37.9	62.1	(45 - 70)
N°10	28.5	3.2	41.4	58.9	
N°16	116.9	13	54.1	45.9	(28 - 50)

N°20					
N°30	114.6	12.8	66.9	33.1	(19 - 34)
N°40	49.8	5.6	72.4	27.6	
N°50	47.8	5.3	77.8	22.2	(12 - 25)
N°80	57	6.4	84.1	15.9	
N°100	18.7	2.1	86.2	13.8	(7- 18)
N°200	38.7	4.3	90.5	9.5	(5- 15)
< 200	84.8	9.5	100		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se evidencia la granulometría de la arena chancada, se afirma que cumple con los requerimientos de la normativa ya que en la malla N°4 el porcentaje que pasa se encuentra dentro del rango de (70 - 90) cuyo resultado es 86.1 en la malla N°8 se encuentra dentro del rango de (45 - 70) cuyo resultado es 62.1, en la malla N°200 se encuentra dentro del rango de (5 - 15) cuyo resultado es 9.5, por ello estos materiales cumple con el requerimiento de calidad, para realizar mezclas para el tratamiento superficial Slurry seal.

Figura 20. Curva granulométrica de la gradación de arena chancada – Slurry seal



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Granulometría – Huso “6”- Tratamiento superficial bicapa

Tabla 30. Granulometría de Huso 6 - Tratamiento superficial bicapa

Tamiz	PESO		PORCENTAJE		ESPECIFICACIÓN MAF-2
	retenido	Retenido	Acumulado	que pasa	
11/2"					
1"				100.00	100
3/4"				100.00	(90 - 100)
1/2"	1234.10	56.80	56.80	43.20	(20 - 55)
3/8"	612.50	28.20	85.00	15.00	(0 - 15)

1/4"					
N°4	318.50	14.70	99.70	0.30	(0-5)
N°8					
N°10					
N°40					
N°50					
N°100					
N°200					
<200	7.1	0.3	100		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30, se evidencia la granulometría de Huso “6” , se afirma que cumple con los requerimientos de la normativa ya que en la malla 1/2 el porcentaje que pasa se encuentra dentro del rango de (20 - 55) cuyo resultado es 43.20 en la malla 3/8 se encuentra dentro del rango de (0 - 15) cuyo resultado es 15.00, en la malla N°4 se encuentra dentro del rango de (0 - 5) cuyo resultado es 0.30, por ello estos materiales cumple con el requerimiento de calidad, para realizar mezclas para el tratamiento superficial bicapa.

Tabla 31. *Granulometría de Huso 8 - Tratamiento superficial bicapa*

Tamiz	PESO		PORCENTAJE		ESPECIFICACIÓN HUSO - 8
	retenido	Retenido	Acumulado	que pasa	
11/2"					
1"					
3/4"					
1/2"				100	100
3/8"	26.4	1.9	1.9	98.1	(85 - 100)
1/4"					
N°4	1243.2	87.8	89.7	10.3	(10 - 30)
N°8	82.5	5.8	95.5	4.5	(0 - 10)
N°10	4.4	0.3	95.8	4.2	
N°16	9.1	0.6	96.5	3.5	(0 - 5)
N°20					
N°30					
N°40					
N°50					
N°80					
N°100					
N°200					
<200	50.2	3.5	100		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31, se evidencia la granulometría de Huso “8” , se afirma que cumple con los requerimientos de la normativa, ya que en la malla 3/8 el

porcentaje que pasa se encuentra dentro del rango de (85 - 100) cuyo resultado es 98.1 en la malla N°4 se encuentra dentro del rango de (10 - 30) cuyo resultado es 10.3, en la malla N°8 se encuentra dentro del rango de (0 - 10) cuyo resultado es 4.5, en la malla N°16 se encuentra dentro del rango de (0 - 5) cuyo resultado es 3.5 por ello estos materiales cumplen con el requerimiento de calidad, para realizar mezclas para el tratamiento superficial bicapa.

a) Evaluación de las propiedades del agregado – Tratamiento superficial Bicapa

En la caracterización de los agregados para Huso 6 y Huso 8 se evaluó, abrasión de los ángulos, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, durabilidad al sulfato de magnesio, sales solubles, cuyos resultados se muestra a continuación.

Tabla 32. Tratamiento superficial bicapa Huso “6”

CARACTERISTICAS	RESULTADO	Especificación de la norma técnica
Abrasión los ángulos	18.40	40.0% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	4.64	15.0% máx.
Caras fracturadas (una cara fracturada)	100.00	85% min.
Caras fracturadas (dos caras fracturadas)	98.70	60% min.
Durabilidad al sulfato de magnesio	0.35	
Sales solubles	0.30	0.5% máx.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Tratamiento superficial bicapa Huso “8”

CARACTERISTICAS	RESULTADO	Especificación de la norma técnica
Abrasión los ángulos	19.90	40.0% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	7.48	15.0% máx.
Caras fracturadas (una cara fracturada)	98.10	85% min.
Caras fracturadas (dos caras fracturadas)	98.10	60% min.
Durabilidad al sulfato de magnesio	3.39	
Sales solubles	0.39	0.5% máx.

Fuente: Elaboración propia

b) Dosificación de ligante asfáltico y agregado pétreo

Tabla 34. Dosificación del ligante asfáltico y agregado pétreo

AREA DE APLICACIÓN	100	m ²
LIGANTE ASFALTICO	Emulsión tipo CRS - 2	

PRIMERA APLICACIÓN	Huso granulométrico N°6	
SEGUNDA APLICACIÓN	Huso granulométrico N°8	
DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.
Agregado 1° capa	1.200	m ³ /m ²
Agregado 2° capa	0.600	m ³ /m ²
Total de agregado	1.800	m ³ /m ²
Ligante Asfáltico 1° capa	108.000	l/m ²
Ligante Asfáltico 2° capa	91.000	l/m ²
Total de ligante asfáltico	199.000	l/m ²

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34, se aprecia las proporciones de los materiales a emplear en la mezcla del tratamiento superficial bicapa.

4.2. Análisis del comportamiento funcional

Al analizar el análisis del comportamiento funcional y estructural de la capa de rodadura, se obtuvo que el tratamiento superficial Bicapa es una alternativa idónea que satisface la necesidad de los usuarios de la carreteras, da la misma forma es una alternativa de solución favorable en cuanto al origen las patologías en la carpeta asfáltica de la carretera de San Ramón – La Merced (PR-22B) PROGE: 91+500 – 91+900 y la carretera Satipo – Mazamari (5S) PROG: 121+200 – 212+600, debido a que en la textura se obtuvo una macro textura debido con longitud de onda que se encuentra en el rango de 0.5 hasta 50 mm, en la rugosidad encuentra en una condición muy buena ya que para pavimentos asfálticos se considera si el (IRI<3.2 = Muy bueno) y finalmente en la deflexión se obtuvo un alto desempeño con valores de 48.73 (10⁻² mm) en el tramo N°1 y 52.36 (10⁻² mm) en el tramo N°2 por lo que son resultados satisfactorios en comparación de los valores obtenidos del tratamiento superficial bicapa.

4.2.1. Variación de los tratamientos superficiales empleados en la textura de la capa de rodadura.

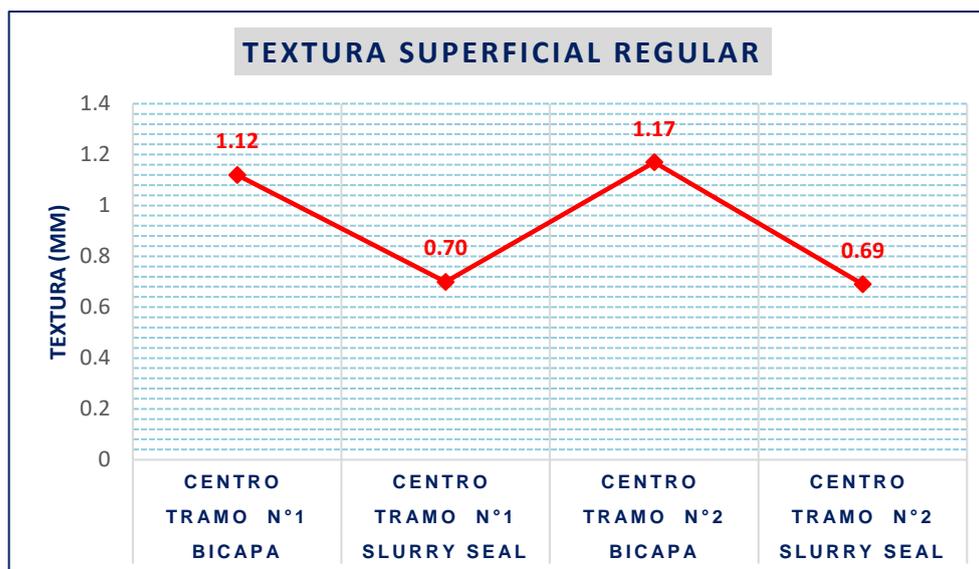
El ensayo del círculo de arena nos dio a conocer la macro textura de la capa de rodadura al aplicar las mezclas abiertas en frío en la superficie de rodadura, en base a ello se definió si va permitir un mejor contacto o no, entre las llantas de los vehículos y la superficie de rodadura, al realizar el tratamiento superficial Slurry Seal y tratamiento superficial Bicapa.

Tabla 35. Resultados de textura de la superficie de rodadura

TRATAMIENTO SUPERFICIAL	TRAMO	LADO	TEXTURA SUPERFICIAL REGULAR (mm)	% DE VARIACIÓN
Bicapa	Tramo N°1	Centro	1.12	0.60
Slurry seal	Tramo N°1	Centro	0.70	
Bicapa	Tramo N°2	Centro	1.17	0.70
Slurry seal	Tramo N°2	Centro	0.69	

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Análisis de variación de las texturas con los tratamientos superficiales



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 y figura 21, se observa los resultados en el Tramo N°1 de la textura de la superficie de rodadura en el centro del carril al realizar el tratamiento superficial de Bicapa, la textura obtenida fue 1.12 mm y con el Slurry seal la textura obtenida fue 0.70 mm, comparando con la textura superficial según la Asociación Internacional de Congreso de Carreteras, el tipo de textura obtenida es la macro textura debido a la longitud de onda que se encuentra en el rango de 0.5 hasta 50 mm.

Asimismo, en el Tramo N°2 la textura de la superficie de rodadura en el centro del carril al realizar el tratamiento superficial de Bicapa la textura obtenida fue 1.17 mm y con el Slurry seal la textura obtenida fue 0.69 mm, comparando con la textura superficial según la Asociación Internacional de Congreso de Carreteras, el tipo de textura obtenida es la macro textura debido a la longitud de onda que se encuentra en el rango de 0.5 hasta 50 mm.

4.2.2. Variación de los tratamientos superficiales empleados en la rugosidad de la capa de rodadura.

La medición de IRI se evaluó con el equipo de merlín luego de la recolección de datos se procedió a procesarla para poder interpretarla analizando singularidades y luego presentar resultados del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) cada 100 m.

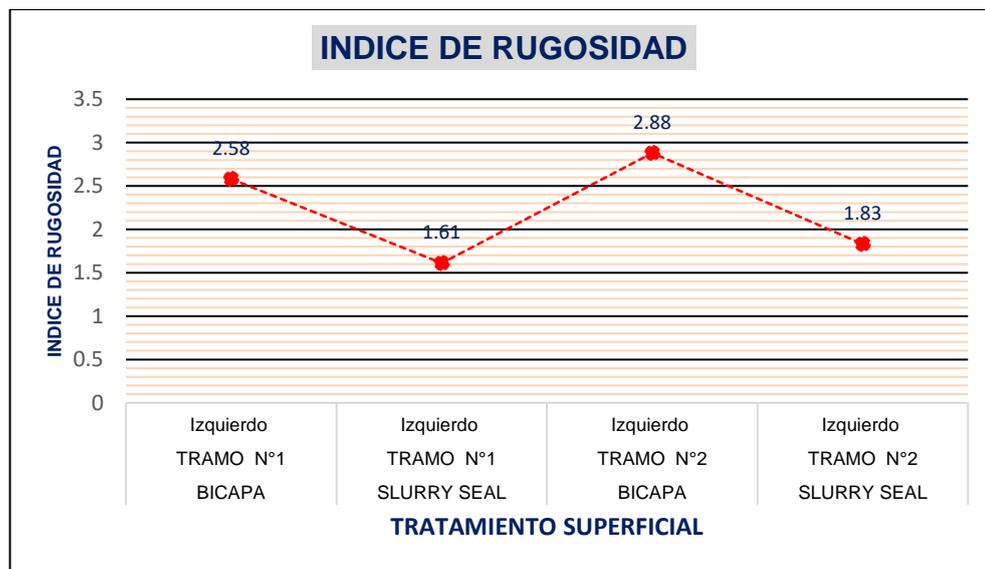
Para la determinación del IRI, al realizar el tratamiento superficial se evaluó en el carril izquierdo considerando una longitud de 50 metros para la bicapa y el Slurry Seal.

Tabla 36. Resultados de Índice de Rugosidad

TRATAMIENTO SUPERFICIAL	TRAMO	CARRIL	D	IRI
Bicapa	Tramo N°1	Izquierdo	42.20	2.58
Slurry seal	Tramo N°1	Izquierdo	33.15	1.61
Bicapa	Tramo N°2	Izquierdo	48.52	2.88
Slurry seal	Tramo N°2	Izquierdo	37.69	1.83

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Análisis de variación del índice de Rugosidad



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 36 y la figura 22 se aprecia los valores del índice de rugosidad, por lo que al realizar el tratamiento superficial bicapa nos dio como rugosidad 2.58 m/km y 2.88 m/km en el tramo 1 y tramo 2, mientras que el Slurry Seal la rugosidad nos dio 1.61 m/km y 1.83 m/km en el tramo 1 y tramo 2, finalmente al analizar la condición del camino en base a los valores obtenidos se afirma que

se encuentra en una condición muy buena ya que para pavimentos asfálticos se considera si el $(IRI < 3.2 = \text{Muy bueno})$.

4.2.3. Variación de la deflexión de la capa de rodadura con los tratamientos superficiales

Para evaluar la deflexión al realizar el tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal se consideró la carga del eje del camión 8.2 tn la presión de inflado de neumáticos fue 80 PSI, la prueba se realizó en el tramo N°1 y tramo N°2 a una temperatura de 26.5° C en lado izquierdo de la capa de rodadura.

Los resultados que se obtuvo en la evaluación de la deflexión mediante el ensayo de la viga de Benkelman al aplicar el tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal son los siguientes:

a) Tratamiento superficial Bicapa

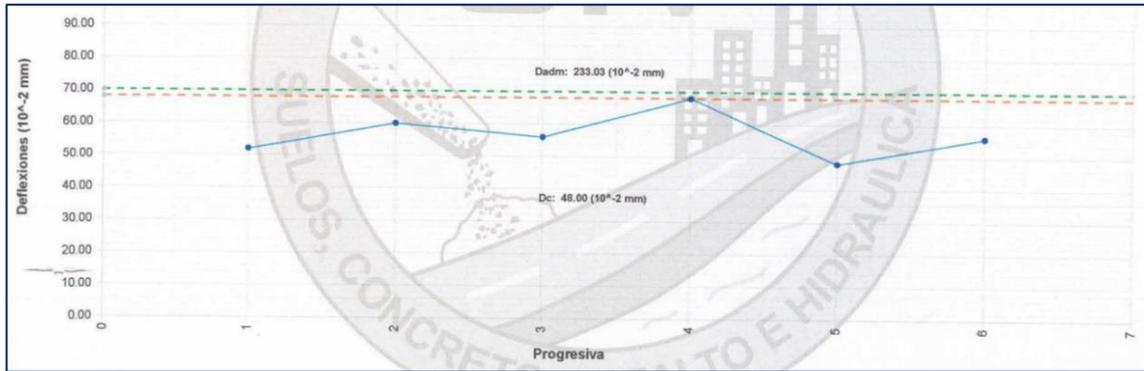
Tabla 37. Resultados del análisis de la deflexión del tratamiento superficial bicapa

Análisis de la deflexión Característica y admisible			
Tratamiento superficial bicapa		Tramo N°1	Tramo N°2
Dc	=	68.00 (10 ⁻² mm)	60.29 (10 ⁻² mm)
Dadm	=	69.96 (10 ⁻² mm)	70.33 (10 ⁻² mm)
Verificación	=	DC < Dadm	DC < Dadm
Estado	=	CONFORME!!!	CONFORME!!!

Fuente: Elaboración propia

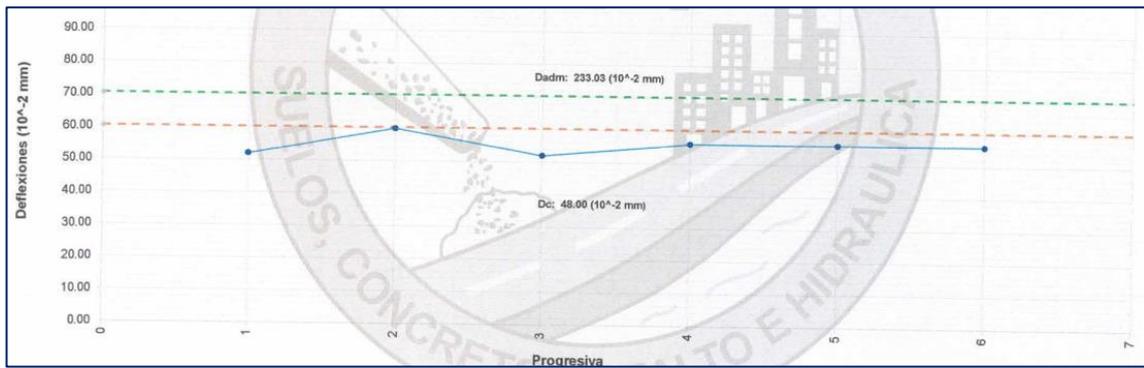
En la tabla 37, se puede evidenciar los resultados obtenidos lo cual en la deflexión característica en el tramo N°1, se obtuvo 68.00 (10⁻² mm) ya que la deflexión admisible 69.96 (10⁻² mm) por ello se aprecia que el estado es conforme, ya que el valor de DC (68.00) < Dadm (69.96), de la misma forma en el tramo N°2 se obtuvo 60.29 (10⁻² mm) ya que la deflexión admisible 70.33 (10⁻² mm) por ello se aprecia que el estado es conforme, ya que el valor de DC (60.29) < Dadm (70.33).

Figura 23. Ensayo viga de Benkelman – tramo N°1 bicapa



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Ensayo viga de Benkelman – tramo N°2 bicapa



Fuente: Elaboración propia

En la presente figura, se evidencia la gráfica de las deflexiones en la capa superficial en el que se sometió después de la elaboración del tratamiento superficial empleando la Bicapa y Slurry Seal, para ello el instrumento usado fue la viga de Benkelman, la línea azul indica la deflexión característica al realizar el ensayo, la línea verde indica la deflexión admisible.

Tabla 38. Resultados del análisis de la deflexión del tratamiento Slurry seal

Análisis de la deflexión Característica y admisible			
TRATAMIENTO SUPERFICIAL SLURRY SEAL		TRAMO N°1	TRAMO N°2
Dc	=	48.73 (10^{-2} mm)	52.36 (10^{-2} mm)
Dadm	=	69.96 (10^{-2} mm)	70.33 (10^{-2} mm)
Verificación	=	DC < Dadm	DC < Dadm
Estado	=	CONFORME!!!	CONFORME!!!

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38, se puede evidenciar los resultados obtenidos lo cual en la deflexión característica en el tramo N°1, se obtuvo 48.73 (10^{-2} mm) ya que la deflexión admisible 69.96 (10^{-2} mm), por ello se aprecia que el estado es conforme, ya que el valor de DC (48.73) < Dadm (69.96), de la misma forma

en el tramo N°2 se obtuvo 52.36 (10^{-2} mm) ya que la deflexión admisible 70.33 (10^{-2} mm) por ello se aprecia que el estado es conforme, ya que el valor de DC (52.36) < Dadm (70.33).

4.2.4. Análisis comparativo de los costos con el tratamiento superficial Bicapa - Slurry Seal.

Tabla 39. Resumen de costos unitarios para cada partida de tratamientos superficial

ITEM	PAVIMENTOS	UNIDAD	P.U (S/)
1.00	Imprimación Asfáltica	m ²	5.59
2.00	Tratamiento Superficial Bicapa – 1era capa	m ²	8.28
3.00	Tratamiento Superficial Bicapa – 2da capa	m ²	6.78
4.00	Mortero asfáltico Slurry Seal (E=10mm)	m ²	7.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Costo de construcción con Tratamiento Superficie Bicapa por km

Ítem	Pavimentos	Und.	Metrado	P.U. (S/)	Parcial (S/)
1.00	Imprimación Asfáltica	m2	7200	5.59	40,248.00
2.00	Tratamiento Superficial Bicapa–1era capa	m2	7200	8.28	59,616.00
3.00	Tratamiento Superficial Bicapa– 2da capa	m2	7200	6.78	48,816.00
COSTO TOTAL POR KM				S/	148,680.00

Fuente: Elaboración Propia

El valor del metrado se realizó de acuerdo al ancho de vía según el MTC que es 7.20 m.

Tabla 41. Costo de construcción con Tratamiento Slurry Seal por km

ITEM	PAVIMENTOS	UNIDAD	METRADO	P.U (S/)	PARCIAL (S/)
1.00	Imprimación Asfáltica	m ²	7200	5.59	40,248.00
2.00	Mortero asfáltico Slurry Seal (E=10mm)	m ²	7200	7.36	52,992.00
COSTO TOTAL POR KM				S/	93,240.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Comparación de costos de construcción para cada tipo de tratamiento superficial

ÍTEM	PAVIMENTOS	COSTO DE CONSTRUCCIÓN
1.00	Tratamiento Superficial Bicapa	S/.148,680.00
2.00	Slurry Seal	S/ 93,240.00

Fuente: Elaboración Propia

El costo inicial de construcción del pavimento Doble Tratamiento Superficial

(TSB) es más caro que el Mortero Asfáltico Slurry Seal, la diferencia es de S/55,440.00.

4.3. Contrastación de hipótesis

Para probar las hipótesis primero se realiza las pruebas de normalidad y en base a ellos se define si será una prueba paramétrica o no paramétrica, si en caso cumple el supuesto de normalidad se aplicará la prueba de T de Student.

Para la prueba de los 3 hipótesis específicos, el nivel de significancia asumido para realizar la prueba de hipótesis es 0.05 por ello si el valor de significancia obtenido es mayor a 0.05 se aceptará la hipótesis nula y si el nivel de significancia obtenido es menor a 0.05 se rechazará la hipótesis nula y se aceptará la hipótesis alterna

4.3.1. Hipótesis específico 1

Los tratamientos superficiales empleados varían favorablemente en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón - La Merced y Satipo - Mazamari.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística

La prueba de hipótesis está dada por el planteamiento de hipótesis nula (H_0) e hipótesis alterna (H_a), los cuales se especifican a continuación:

Hipótesis Nula H_0 : Los tratamientos superficiales empleados **no varían favorablemente en la textura** de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural.

$$\mu_{T1} \text{ Bicapa} = \mu_{T2} \text{ Slurry Seal}$$

Hipótesis Alterna H_a : Los tratamientos superficiales **empleados varían favorablemente en la textura** de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_{Ti} \text{ Bicapa} \neq \mu_T \text{ Slurry Seal}$$

Donde μ_T es la media de la textura de la capa superficial.

Prueba de supuestos de normalidad para datos de textura superficial:

Planteamiento de la hipótesis:

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_a : Los datos no provienen de una distribución normal

Figura 25. Prueba de normalidad para datos de textura superficial

Pruebas de normalidad							
T_Superficial		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Textura de la capa superficial	Tratamiento superficial Bicapa	,185	6	,200 [*]	,974	6	,918
	Tratamiento superficial Slurry Seal	,223	6	,200 [*]	,908	6	,421

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 25, se muestra los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, lo cual se ve que todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Una vez probado los supuestos de normalidad, por lo que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, ahora se pasa a realizar la prueba de T de Student para dos grupos.

Prueba de hipótesis paramétrica mediante el T de Student para datos de textura superficial:

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si $P\text{-Valor} \leq \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha.
- Si $P\text{-Valor} > \alpha$ no se rechaza Ho se acepta la Ho.

Figura 26: Prueba de hipótesis paramétrica mediante el T de Student de textura superficial

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Textura de la capa superficial	Se asumen varianzas iguales	,877	,371	49,442	10	,000	,42500	,00860	,40585	,44415
	No se asumen varianzas iguales			49,442	8,718	,000	,42500	,00860	,40546	,44454

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 26, se demuestra los resultados de la prueba de T de Student, indica que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, debido a que el valor significancia de los datos de la textura superficial es 0.000

Se concluye que: Los tratamientos superficiales empleados varían favorablemente en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento

funcional y estructural de las carreteras en San Ramón - La Merced y Satipo – Mazamari.

4.3.2. Hipótesis específico 2

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística

Hipótesis Nula Ho: Los tratamientos superficiales no varían de la manera positiva en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.

$$\mu T1 \text{ Bicapa} = \mu T2 \text{ Slurry Seal}$$

Hipótesis Alterna Ha: Los tratamientos superficiales varían de la manera positiva en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu Ri \text{ Bicapa} \neq \mu Rc \text{ Slurry Seal}$$

Donde μR es la media de la rugosidad superficial

Prueba de supuestos de normalidad para datos de rugosidad de la capa superficial:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Figura 27. Prueba de normalidad para datos de rugosidad de la capa superficial

Pruebas de normalidad							
T_Superficial		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rugosidad de la capa superficial	Tratamiento superficial Bicapa	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Tratamiento superficial Slurry Seal	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 27, se muestra los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, lo cual se ve que todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Una vez probado los supuestos de normalidad, por lo que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, ahora se pasa a realizar la prueba de T de Student.

Prueba de T Student para datos rugosidad de la capa superficial:

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si P-Valor $\leq \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha.
- Si P-Valor $> \alpha$ no se rechaza Ho se acepta la Ho.

Figura 28: Prueba de hipótesis de datos de rugosidad de la capa superficial

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Rugosidad de la capa superficial	Se asumen varianzas iguales	,185	,689	9,405	4	,001	1,01000	,10739	,71183	1,30817
	No se asumen varianzas iguales			9,405	3,669	,001	1,01000	,10739	,70090	1,31910

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 28, se demuestra los resultados de la prueba de T Student, indica que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, debido a que el valor significancia de los datos de resistencia a comprensión es 0.001.

Se concluye que: Los tratamientos superficiales varían de la manera positiva en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.

4.3.3. Hipótesis específico 3

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística

Hipótesis Nula Ho: Los tratamientos superficiales no varían de manera significativa en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.

$$\mu_{D1} \text{ Bicapa} = \mu_{D2} \text{ Slurry Seal}$$

Hipótesis Alterna Ha: Los tratamientos superficiales varían de manera significativa en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_{Di} \text{ Bicapa} \neq \mu_{D} \text{ Slurry Seal}$$

Donde μ_{D} es la media de la deflexión de la capa superficial.

Prueba de supuestos de normalidad para datos de deflexión:

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H_a: Los datos no provienen de una distribución normal

Figura 29. Prueba de normalidad para datos de deflexión

Pruebas de normalidad								
T_Superficial		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Deflexión de la capa superficial	Tratamiento superficial Bicapa	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Tratamiento superficial Slurry Seal	,175	3	.	1,000	3	1,000	

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 29, se muestra los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, lo cual se ve que todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Una vez probado los supuestos de normalidad, por lo que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, ahora se pasa a realizar la prueba de T de Student para dos grupos.

Prueba paramétrica de T de Student para datos de deflexión:

H₀ es (hipótesis nula) y H_a (hipótesis alterna)

- Si P-Valor $\leq \alpha$ se rechaza H₀ se acepta la H_a.
- Si P-Valor $> \alpha$ no se rechaza H₀ se acepta la H₀.

Figura 30: Prueba de hipótesis de datos de deflexión

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Deflexión de la capa superficial	Se asumen varianzas iguales	1,713	,261	1,134	4	,320	3,96500	3,49774	-5,74629	13,67629
	No se asumen varianzas iguales			1,134	2,391	,358	3,96500	3,49774	-8,95717	16,88717

Fuente: Elaboración propia

En la figura 30, se demuestra los resultados de la prueba de T de Student, indica que con un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, debido a que el valor significancia de los datos de la textura superficial es 0.320.

Se concluye que: Los tratamientos superficiales varían de manera mínima en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión con resultados de antecedentes

- **OG:** En relación al objetivo general, se obtuvo como resultado con el Slurry Seal y Bicapa varían en porcentajes de 0.60% en el primer tramo y en el segundo tramo el Slurry Seal y Bicapa varían en 0.70%, asimismo al analizar los costos del tratamiento superficiales se obtuvo que con Slurry Seal S/ 93,240.00 y con la bicapa S/.148,680.00 por lo que se logra ahorrar 55,440.00. Al respecto afirmo el autor (Quintana López, 2018) “en su investigación Mortero asfáltico o Slurry Seal como tratamiento superficial para pavimento de afirmado” en el análisis de costos obtuvo que al aplicar el Slurry Seal en el tratamiento superficial obtuvo un costo de 62,126.00.
- **OE1:** En relación al primer objetivo específico, se obtuvo como resultado que, con el Bicapa, la textura obtenida fue 1.12 mm y con el Slurry seal la textura obtenida fue 0.70 mm, asimismo, en el Tramo N°2 la textura de la superficie de rodadura en el centro del carril al realizar el tratamiento superficial de Bicapa la textura obtenida fue 1.17 mm y con el Slurry seal la textura obtenida fue 0.69 mm.

Al respecto el autor (Condor Alfaro, 2016) citado como antecedente nacional en su investigación titulado “Tratamiento Superficial Bicapa de Emulsión Bituminosa en Carretera Valle Yacus Provincia de Jauja 2015” obtuvo como resultado con emulsión bituminosa, textura de la capa superficial 1.22 mm y 1.19 mm por lo que según el tipo de textura se conoce como macro textura, asimismo el autor (Severich & Valenzuela, 2018) citado como antecedente internacional en su investigación titulado “Rehabilitación de pavimentos asfálticos de la ciudad de Cochabamba mediante el fresado y reciclado en frío” al realizar la rehabilitación de pavimentos asfálticos mediante el reciclado en frío obtuvo una textura conocida como macro textura con parámetros de (0.5 hasta 50 mm).

Finalmente se afirma que a comparar los resultados de la presente investigación y de los autores considerados como antecedentes nacionales e internacionales, los resultados son similares con los que fueron obtenidos en la presente investigación ya que se obtuvo el mismo tipo de textura, que es la macro textura.

- **OE2:** El tratamiento superficial bicapa nos dio como rugosidad 2.58 m/km y 2.88 m/km en el tramo 1 y tramo 2, mientras que el Slurry Seal la rugosidad nos dio 1.61 m/km y 1.83 m/km en el tramo 1 y tramo 2.

Al respecto el autor (Llocella & Mucha, 2021) citado como antecedente nacional en su investigación titulado “Análisis comparativo de alternativas de mantenimiento recurrente para vías locales pavimentadas, distrito de Chilca – Huancayo” obtuvo como resultado al realizar el tratamiento superficial bicapa en 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, en el tratamiento superficial Slurry Seal, 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.

Por lo que finalmente al comparar con los resultados de la presente investigación y del autor los resultados con el tratamiento superficial Slurry Seal los resultados son similares ya que se obtuvieron resultados satisfactorios.

- **OE3:** En relación al tercer objetivo específico, en la evaluación de la deflexión de la capa superficial al aplicar el Bicapa se obtuvo en los dos tramos el valor de DC (48.73) < Dadm (69.96) y DC (60.29) < Dadm (70.33) y con el Slurry Seal DC (48.73) < Dadm (69.96) y DC (52.36) < Dadm (70.33) por lo que al aplicar ambos métodos se encuentran en estado conforme ya que tienen variaciones mínimas en los valores.

Al respecto el autor (Torres Córdova, 2018) citado como antecedente nacional en su investigación titulado “Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Río Mayo – 2018” obtuvo como resultado al realizar el tratamiento superficial con el Slurry Seal deflexión característica de 70.19 (10^{-2} mm) y 70.93 (10^{-2} mm), asimismo el autor (Chilcon Carrera & Ramírez Gálvez, 2018) citado como antecedente nacional en su investigación titulado “Elaboración de una mezcla asfáltica en frío almacenable para la reparación de pavimentos en el departamento de Lambayeque, 2017” obtuvo

deflexión de $82.93 \cdot 10^{-2}$ mm), finalmente al comparar los resultados de la presente investigación y de los autores son similares.

CONCLUSIONES

La presente investigación permite concluir que el tratamiento superficial con Slurry Seal presento resultados satisfactorios en cuanto el costos de la ejecución y comportamiento funcional en comparación al bicapa (tratamiento de doble superficie) (TSB), asegurando una mayor vida útil de la superficie de la calzada y una conducción más cómoda, lo que puede explicar que Slurry, el sello está virtualmente libre de vacíos porque su tamaño de partícula proporciona un bajo índice de vacíos, lo que lo hace más permeable que un acabado de dos capas.

- a) En el cálculo de la variación de los tratamientos superficiales y en base a la prueba de hipótesis debido a que se rechaza la hipótesis nula (H_0) con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que el Slurry seal presenta mejor textura con valores de 0.70 mm en el tramo N°1 y 0.69 mm en el tramo N°2 por lo que, según la Asociación Internacional de Congreso de Carreteras, el tipo de textura obtenida es la macro textura debido a la longitud de onda que se encuentra en el rango de 0.5 hasta 50 mm.
- b) En la evaluación de la variación de la Rugosidad de la superficie de rodadura y en base a la prueba de hipótesis debido a que se rechaza la hipótesis nula (H_0) con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que el Slurry seal presenta una rugosidad adecuada con valores de 1.61 m/km en el tramo N°1 y 1.83 m/km N°2, la condición del camino con el tratamiento superficial Slurry Seal, obtenido se encuentra en una condición muy buena ya que para pavimentos asfálticos se considera si el ($IRI < 3.2 =$ Muy bueno).
- c) En la evaluación de la variación del comportamiento funcional de la superficie de rodadura y en base a la prueba de hipótesis debido a que se acepta la hipótesis nula (H_0) con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que el Slurry Seal presenta variaciones mínimas no con mayor significancia en el comportamiento estructural y funcional frente a la evaluación de la deflexión con valores de 48.73 (10^{-2} mm) en el tramo N°1 y 52.36 (10^{-2} mm) en el tramo N°2 por lo que son resultados satisfactorios en comparación de los valores obtenidos del tratamiento superficial bicapa.

RECOMENDACIONES

Es recomendable considerar y llevar adelante los resultados obtenidos en la presente investigación como referencia en los futuros proyectos de tratamiento superficial y aplicar el método el Slurry seal, ya que según los resultados obtenidos en la presente investigación presenta mejor comportamiento, una textura y rugosidad adecuado.

- a) En base a los resultados obtenidos de la presente investigación, para futuras investigaciones es recomendable que pongan más énfasis en los estudios funcionales y estructurales de las carreteras, con estudios realizados cada 3 meses para permitir mejores planes de mantenimiento a lo largo de la vida útil de la carretera.
- b) En la evaluación de la rugosidad de la carpeta asfáltica, es recomendable seguir los procedimientos y lineamientos de la normativa para evitar obtener resultados erróneos en la ejecución de los procesos ya sea investigación científica o proyectos de tratamiento superficial. Se recomienda que las unidades de supervisión de ingeniería vial estén dotadas de equipos de alta precisión para lograr mejores y más rápidos resultados en las investigaciones que se realicen.
- c) Para futuras investigaciones, es recomendable mejorar los métodos e instrumentos aplicados en el desarrollo de esta investigación, así como realizar conteos vehiculares para el cálculo de ejes equivalentes y en base a ello obtener resultados cercanos al valor verdadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS:

1. Achútegui, F, Sanchez, B y Sanchez, I. 2003. . El Índice de fricción internacional. 2003.
2. Apolinario Morales, Edwin Wilder. 2012. Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito. Universidad Nacional de Ingeniería . Lima : s.n., 2012. Tesis de pregrado.
3. Arriaga, Mario, Garnica, Paul y Rico, Alfonso. 1998. Índice internacional de rugosidad en la red carretera de México. Instituto Mexicano del transporte. Sanfandilla : s.n., 1998.
4. Bejarano, L.E. 2013. Analisis estructural de un pavimento flexible con presencia de deterioro, por medio de deflexiones obtenidas con equipo de carga dinamica y estatica. 2013.
5. Bernal, Blanco y Villalpando. 2010. Metodología de la investigación. 2010.
6. Chilcon Carrera, Juan Carlos y Ramírez Gálvez, Kelvin Reinerio. 2018. Elaboración de una mezcla asfáltica en frío almacenable para la reparación de pavimentos en el departamento de Lambayeque, 2017. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán. Pimentel : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
7. Condor Alfaro, Jimmy Julián. 2018. Tratamiento Superficial bicapa con emulsión asfaltica de la carretera valle yacus provincia de Jauja-Rrgión Junin. Junín , Universidad Peruana Los Andes . Huancayo : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
8. Del Canto, Ero y Silva Silva, Alicia. 2013. Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. Costa Rica : Ciencias, 2013.
9. Especificaciones Tecnicas De Obra. Tratamiento superficial Bicapa. [En línea]
10. Frenandez Bedoya, Vistor Hugo. 2020. TIPOS DE JUSTIFICACION EN LA INVESTIGACION CIENTIFICA. 2020.
11. Gallardo Jayas, Marcos VInicio y Manzanares Jumbo, Vanessa Alexandra. 2020. Diseño de microaglomerado asfáltico drenante como tratamiento superficial sobre pavimentos porosos. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Central del Ecuador. Quito : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
12. Giraldo Huertas, Juan José. 2016. Manual para los seminarios de Investigación en Psicología. 2016.
13. Gonzales, Ruiz y Guerrero. 2019. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI). La habana : s.n., 2019. Artículo de investigación .
14. Guevara, Luis Fernando, Valencia, Roberto Eduardo y Chuico, Priscilla Ivonne. 2018.

- Tipos de Tratamientos Superficiales para Mantenimiento Vial para Pavimento Flexible. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil : s.n., 2018. Artículo de investigación .
15. Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2010. Metodología de la Investigación. s.l. : Sexta edición, 2010.
 16. Herrera San Román, Tomás. 2007. Método de diseño y construcción de la lechada asfáltica "Slurry Seal". Universidad Andres Vello . 2007.
 17. Hoffman, M y Del Aguila, P. 1985. Estudios de Evaluacion Estructural de Pavimentos Basados en la Interpretacion de Curvas de Deflexiones. Lima : s.n., 1985.
 18. Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. Lozada, José. 2014. 2014, Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, pág. 35.
 19. INVIAS. 2006. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Bogotá : s.n., 2006. Artículo científico.
 20. Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2013. Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Ministerio de Transportes y comunicaciones. 2013.
 21. Metodología de la Investigación. Hernández Sampieri, Roberto. 2018. 2018.
 22. Metodología de la investigación. Villasís Keever, Miguel Ángel, y otros. 2018. Mexico : s.n., 2018.
 23. Ministerio de Trasportes y Comunicaciones. 2016. Manual De Ensayo De Materiales. 2016.
 24. NLT - 335/87. Medida de la textura superficial de un pavimento por el metodo de circulo de arena .
 25. Ñaupas Paitán, Humberto. 2013. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. 2013.
 26. Prieto Arroyabe, César, Loaiza Obando, Jairo y Caro Dávila, Jorge. 2018. Propuesta para el diseño de mezcla asfáltica discontinua con microaglomerados. Programa Especialización en Gerencia de Proyectos, UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios. Bogotá : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
 27. Quintana López, Jackeline Karolina. 2018. Mortero asfáltico o SLURRY SEAL como tratamiento superficial para pavimentos de afirmado. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
 28. Relloso Chacin, Rafael. 2021. Metodologia de la Investigacion. Metodologia de la

- Investigacion. Estados Unidos. : s.n., 2021, pág. 13.
29. Rodríguez, Rogelio, Castaño, Víctor Manuel y Martínez, Miguel. 2001. Emulsiones Asfálticas. Instituto Mexicano Del Transporte. Sanfandila : s.n., 2001.
 30. Ruiz, Fernandez y Alyny, Mayle. 2020. Determinación del comportamiento estructural del pavimento. 2020.
 31. Sanchez Bueno, Yoselyn Bertha y Chire Iquiapaza, Alexander Luis. 2020. Análisis del comportamiento estructural y funcional en el pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Litoral, Tramo Av. Cristo Rey – Av. Tarapacá – Distrito De Tacna, 2020”. Universidad Privada de Tacna . Tacna : s.n., 2020.
 32. Sánchez Bueno, Yoselyn Bertha y Chire Iquiapaza, Alezander Luis. 2021. Análisis del comportamiento estructural y funcional en el pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la AV. Litoral, tramo AV.Cristo Rey-AV.Tarapaca - Distrito de Tacna, 2020. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Privada de Tacna. Tacna : s.n., 2021. Tesis de Pregrado.
 33. Severich, Mario y Valenzuela, Rodrigo andres. 2018. Rehabilitación de pavimentos asfálticos de la ciudad de Cochabamba mediante el fresado y reciclado en frío. Universidad del valle . Cochabamba : s.n., 2018. Trabajo de investigación .
 34. Torres Ccoyllar, Yvone Helen. 2019. Comportamiento del slurry seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica, El Tambo. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
 35. Torres Córdova, Moisés Jhonatan. 2018. Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Río Mayo - 2016. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Tarapoto : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
 36. Tórrez Macías, Veymar. 2018. Tratamiento Superficial para carretera. [En línea] 26 de Mayo de 2018. <https://es.slideshare.net/veymargilbertt/tratamiento-superficial-para-carretera>.
 37. Toscano Maila, Luis Vicente. 2018. Diseño de micro - pavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la variación térmica en el pavimento flexible de la vía pifocusubamba, como parte del mantenimiento preventivo. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Internacional del Ecuador . Quito : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
 38. Valderrama Aparicio, Pedro Fernandez. 2013. MODELO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LOS COSTES GLOBALES EN FASE DE

POSTCONSTRUCCIÓN EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES DESTINADOS A ARRENDAMIENTO. 2013.

39. Vásquez Vélez, Luz América. 2011. "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato : s.n., 2011. Tesis Pregrado.

REFERENCIAS ELECTRONICAS:

1. Dopedia, Ingeniero Civil. (2021). Tratamientos asfálticos superficiales. (En línea) consultado el 17 de Abril del 2021, disponible en: <http://civilingeniero.blogspot.com/2013/10/tratamientos-asfalticos-superficiales.html>.
2. Global, Pro-Road. (2022). Tratamiento superficial. (En línea) consultado el 14 de septiembre del 2022, disponible en: <https://www.proroadglobal.com/tratamiento-superficial-doble/>.
3. Londoño Cipriano, Albert. (2014). Tipos de Fallas en Pavimento Flexible. (En línea) consultado el 18 de Mayo del 2014, disponible en: <http://fallasenpavimentoflexible.blogspot.com/2014/05/tipos-de-fallas-en-pavimento-flexible.html>.
4. Pro - Road. (2022). Aplicaciones para la conservación vial. (En línea) consultado el 10 de Abril del 2022, disponible en: <https://www.proroadglobal.com/slurry-seal/>.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS SAN RAMON - IAMERCED Y SATIPO – MAZAMARI CON TRATAMIENTOS SUPERCIALES”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuánto varía los tratamientos superficiales empleados en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la variación de los tratamientos superficiales empleados en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Los tratamientos superficiales empleados varía significativamente en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón - La Merced y Satipo – Mazamari.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Tratamientos superficiales</p>	<p>Tratamiento Superficial Bicapa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • MAC-2 	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo CUANDO: 2022 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: El diseño de investigación utilizará un esquema experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso. POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN: Las carreteras con tratamientos superficiales en las provincias de Chanchamayo y Satipo MUESTRA: La carretera de San Ramón – La Merced y la carretera Satipo – Mazamari TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación - Ensayos - Revisión bibliográfica - Tomas fotográficas diversas - Contraste de criterios técnicos y normatividad vigente. <p>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS: -Análisis de varianza -Estadístico y probabilístico.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cuánto varía los tratamientos superficiales empleados en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?</p> <p>b) ¿Cómo varía los tratamientos superficiales empleados en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?</p> <p>c) ¿Cómo varía los tratamientos superficiales empleados en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Calcular la variación de los tratamientos superficiales empleados en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.</p> <p>b) Evaluar la variación de los tratamientos superficiales empleados en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.</p> <p>c) Cuantificar la variación de los tratamientos superficiales empleados en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) Los tratamientos superficiales empleados varían favorablemente en la textura de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.</p> <p>b) Los tratamientos superficiales varían de la manera positiva en la rugosidad de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.</p> <p>c) Los tratamientos superficiales varían de manera significativa en la deflexión de la capa de rodadura en el comportamiento funcional y estructural de las carreteras en San Ramón- La Merced y Satipo – Mazamari.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Comportamiento funcional y estructural</p>	<p>Textura de la capa de rodadura</p> <p>Rugosidad de la capa de rodadura</p> <p>Reflectometría de la capa de rodadura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación Circulo de arena • Determinación IRI • Determinación de la deflectometría 	

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE
VARIABLES**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Tratamientos superficiales	Según (Guevara, y otros, 2018) nos mencionan que el tratamiento superficial nos permite proteger la carpeta asfáltica para su conservación y tengas mayor durabilidad en el periodo de vida útil de la transmisión de las cargas vehiculares.	La variable independiente tratamiento superficial, se operacionaliza a través de sus dimensiones que son: Tratamiento Superficial bicapa, Tratamiento Superficial Slurry Seal.	Tratamiento Superficial Bicapa	MAC - 2	Formato de registro de MAC.		X			
			Tratamiento Superficial Slurry Seal	MAC - 2	Formato de registro de MAC.		X			
2: Variable Dependiente Comportamiento funcional y estructural	Según (Toscano Maila, 2018) nos menciona que la evaluación del comportamiento estructural implica determinar la capacidad de soporte de un sistema de pavimento de subrasante en una estructura vial existente dada en cualquier momento durante su vida útil.	La variable dependiente comportamiento funcional y estructural, se operacionaliza a través de sus dimensiones que son: Textura de la capa de rodadura, Rugosidad de la capa de rodadura, Deflectometría de la capa de rodadura.	Textura de la capa de rodadura	Determinación Circulo de arena	Ficha de recolección de datos (Determinación de círculo de arena)		X			
			Rugosidad de la capa de rodadura	Determinación IRI	Ficha de recolección de datos (Determinación IRI)		X			
			Deflectometría de la capa de rodadura	Determinación de la deflectometría	Ficha de recolección de datos (Determinación de la deflectometría)		X			

**ANEXO 3: VALIDACIÓN DE
INSTRUMENTOS**

FICHA DE VALIDACIÓN
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

DATOS GENERALES:

- 1.1. Título de la investigación: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS SAN RAMONRAMON – LA MERCED Y SATIPO – MAZAMARI CON TRATAMIENTOS SUPERFICIALES**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.															✓					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																✓				
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																✓				
4. Organización	Existe una organización lógica																✓				
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.															✓					
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																✓				
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																✓				
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																✓				
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																✓				
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.															✓					

Promedio de valoración: 80%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	<i>Rando Perros Olarte</i>	DNI N°	<i>20119789</i>
Dirección domiciliaria:	<i>-----</i>	Teléfono/Celular:	<i>960251295</i>
Grado académico:	<i>Magister.</i>		
Mención:	<i>-----</i>		


 **RANDO PORRAS OLARTE**
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 87679

FICHA DE VALIDACIÓN INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

DATOS GENERALES:

- 1.1. Título de la investigación: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS SAN RAMONRAMON – LA MERCED Y SATIPO – MAZAMARI CON TRATAMIENTOS SUPERFICIALES**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

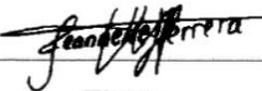
ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																✓				
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																✓				
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																	✓			
4. Organización	Existe una organización lógica																		✓		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																	✓			
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																	✓			
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																	✓			
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																		✓		
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																✓	✓			

Promedio de valoración: 80%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	Jeanmalle Saja, Herrera Montas	DNI N°	20438124
Dirección domiciliaria:	— — —	Teléfono/Celular:	943262705
Grado académico:	Magister.		
Mención:	— — — —		


Firma

**FICHA DE VALIDACIÓN|
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

DATOS GENERALES:

- 1.1. Título de la investigación: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS SAN RAMONRAMON – LA MERCED Y SATIPO – MAZAMARI CON TRATAMIENTOS SUPERFICIALES**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																✓				
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																✓				
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																✓				
4. Organización	Existe una organización lógica																	✓			
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																	✓			
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																	✓			
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																✓				
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																	✓			
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																	✓			
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																	✓			

Promedio de valoración:

85%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	Uladimir Ordoñez Camposano	DNI N°	41093377
Dirección domiciliaria:	Psje Grau N° 211	Teléfono/Celular:	952525151
Grado académico:	Ingeniero		
Mención:	— — — —		



Vladimir Ordoñez Camposano
Firma

ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO

1. Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 3/4")

Fotografía N° 1: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices de HUSO "6" de tratamientos superficiales bicapa adecuados, para la granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 3/4"), según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N.º 2: Tamaño de partículas retenidas en cada tamiz del ensayo granulométrico con la selección de los tamices de HUSO "6" de tratamientos superficiales bicapa, según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 3: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices de HUSO “8” de tratamientos superficiales bicapa adecuados, para la granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 3/8”), según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 4: Tamaño de partículas encontradas en los tamices del ensayo granulométrico con la selección de los tamices de HUSO “8” de tratamientos superficiales bicapa, según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración Propia.

2. Granulometría del agregado fino (arena triturada)

Fotografía N° 5: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para el diseño de Slurry seal (mortero asfáltico), ensayo granulométrico del agregado fino (arena triturada) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 6: Vista de los materiales propuestos para el uso en selección en la Granulometría del agregado fino (arena triturada) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración Propia.

3. Partículas chatas y alargadas

Fotografía N° 7: Determinar el peso requerido para el ensayo de los agregados gruesos de tratamiento superficial bicapa, 1° capa “HUSO 6” piedra chancada de ¾”; 2° capa “HUSO 8” piedra chancada de 3/8”, según referencia de la norma (ASTM D 4791-10).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 8: Clasificar la partícula de los agregados gruesos de tratamiento superficial bicapa, 1° capa “HUSO 6” piedra chancada de ¾”; 2° capa “HUSO 8” piedra chancada de 3/8”, en partícula chata y alargada con equipo calibrador, según referencia de la norma (ASTM D 4791-10).



Fuente: Elaboración Propia.

4. Abrasión los ángeles

Fotografía N° 9: Determinar la resistencia a la degradación del agregado pétreo de diseño Slurry seal (mortero asfáltico), por el método “D” utilizando 6 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 10: Determinar la resistencia a la degradación por el método “D”, con material retenido en la malla #8 con un peso de 5000 gr. +/- 10 gr, por cada tamiz, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 11: Determinar la resistencia a la degradación del agregado pétreo de tratamiento superficial bicapa “HUSO 6” piedra chancada de 3/4”, por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 12: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B”, con material retenido en las mallas: 1/2” y 3/8” con un peso de 2500 gr. +/- 10 gr, por cada tamiz, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 13: Determinar la resistencia a la degradación del agregado pétreo de tratamiento superficial bicapa “HUSO 8” piedra chancada de 3/8”, por el método “C” utilizando 8 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 14: Determinar la resistencia a la degradación por el método “C”, con material retenido en las mallas: 1/4” y #4 con un peso de 2500 gr. +/- 10 gr, por cada tamiz, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración Propia

5. Caras fracturadas

Fotografía N° 15: Determinar el porcentaje de partículas con una y dos caras fracturas del agregado grueso, piedra chancada de $\frac{3}{4}$ " de tratamiento superficial bicapa referente al "HUSO 6", según referencia de la norma (ASTM D5821).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 16: Determinar el porcentaje de partículas con una y dos caras fracturas del agregado grueso, piedra chancada de $\frac{3}{8}$ " de tratamiento superficial bicapa referente al "HUSO 8", según referencia de la norma (ASTM D5821).



Fuente: Elaboración Propia.

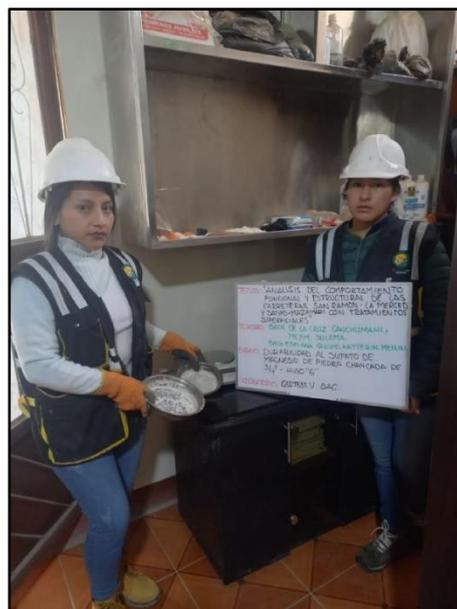
6. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso

Fotografía N° 17: Determinar la resistencia del agregado grueso de piedra chancada de 3/8” de tratamiento superficial bicapa “HUSO 8”, a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 18: Determinar la resistencia del agregado grueso de piedra chancada de 3/4” de tratamiento superficial bicapa “HUSO 6”, a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración Propia.

7. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino

Fotografía N° 19: Determinar la resistencia del agregado fino de diseño Slurry seal (mortero asfáltico), a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104)



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 20: Determinar la resistencia del agregado fino, a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración Propia.

8. Sales solubles del agregado grueso

Fotografía N° 21: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles del agregado grueso de tamaño $\frac{3}{4}$ " de tratamiento superficial "HUSO 6", destilación en matraz de material con papel filtro, según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 22: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (secado al horno de material, cuantificar el contenido de sales encontrado) del agregado grueso de tamaño $\frac{3}{4}$ " de tratamiento superficial bicapa "HUSO 6", según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 23: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (estado de ebullición de material con agua destilada) del agregado grueso de tamaño 3/8” de tratamiento superficial “HUSO 6”, según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888)



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 24: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (destilación en matraz de material con papel filtro) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración Propia.

9. Peso específico del agregado grueso

Fotografía N° 25: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico seco del agregado grueso, diseño Slurry seal (mortero asfáltico), estado superficialmente seco saturado, según referencia de la norma (ASTM C 127).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 26: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico saturado del agregado grueso. diseño Slurry seal (mortero asfáltico), masa sumergida de material en canastilla, según la norma (ASTM C 127).



Fuente: Elaboración Propia.

10. Peso específico del agregado fino

Fotografía N° 27: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico, estado superficialmente seco saturado de material, según referencia de la norma (ASTM C128).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 28: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico, según referencia de la Norma (ASTM C128).



Fuente: Elaboración Propia.

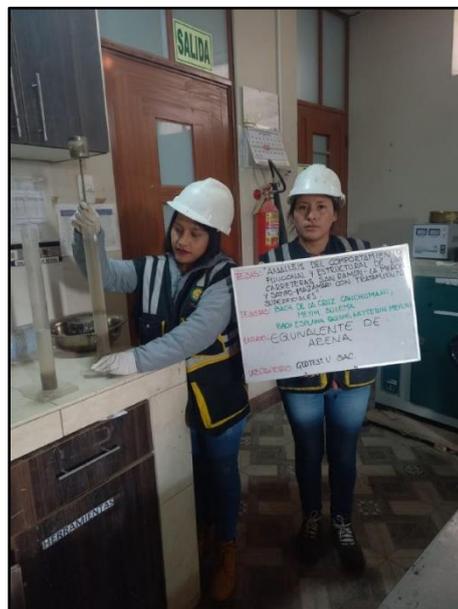
Fotografía N° 29: Determinar el peso de la fiola + arena + agua mediante el ensayo de peso específico del agregado fino, según referencia de la norma (ASTM C 128).



Fuente: Elaboración Propia.

11. Equivalente de arena del agregado fino

Fotografía N° 30: Determinar la cantidad de material fino encontrado en el agregado mediante el ensayo de equivalente de arena, la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419 – (14) – ASSHTO T 176).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 31: Ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –(14) – ASSHTO T 176).



Fuente: Elaboración Propia.

12. Consistencia de la Mezcla Slurry Seal

Fotografía N° 32: Mezcla de Slurry seal para pruebas de consistencia de mezcla de lechada asfáltica y de micro superficie, según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 33: Incorporación de porcentaje de agua en función de peso de mezcla Slurry seal (mortero asfáltico) para consistencia de mezcla, según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 34: Adición de emulsión asfáltica tipo CSS-1H, para mezcla de Slurry seal (mortero asfáltico), según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 35: Este material debe mantener una consistencia de flujo libre en toda la mezcla para ser vertidos posteriormente en los especímenes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°106.



Fuente: Elaboración Propia.

13. Prueba de Marshall modificada

Fotografía N° 36: Elaboración de mezcla Slurry seal (mortero asfáltico), con diferente porcentaje de contenido de emulsión asfáltica para el ensayo Marshall, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 37: Durante este proceso se debe mantener en una temperatura constante de $77 \pm 5^\circ \text{F}$, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 38: Curado en el horno a temperatura constante de $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ por 24 ± 0.5 horas, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 39: Elaboración de especímenes, temperatura a 110°C de mezcla para producir una viscosidad de 280° +/- 30° CST en la emulsión asfáltica a usarse, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 40: Mezcla Slurry seal en moldes de espécimen de 2.5 +/- 0.01 pulgadas, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 41: Compactación del espécimen convencional, por cara 30 golpes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



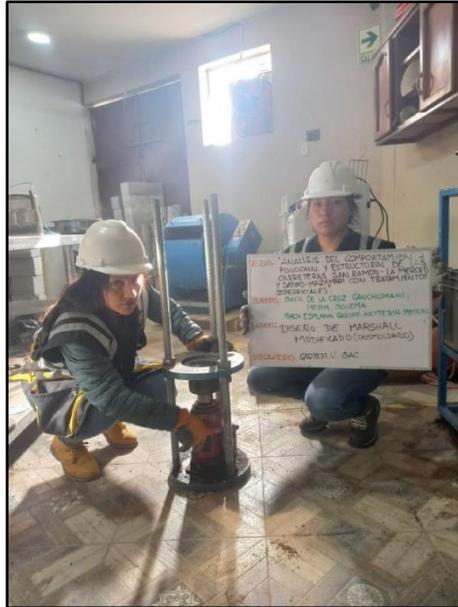
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 42: Compactación del espécimen convencional, por cara 30 golpes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 43: Después de completar la compactación de especímenes se deja curar un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 44: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 45: Especímenes de mezcla Slurry seal (mortero asfáltico), 3 especímenes por cada porcentaje de emulsión asfáltica tipo CSS-1H, según referencia de boletín técnico ISSA-N°148.



Fuente: Elaboración Propia.

14. Peso específico del espécimen convencional

Fotografía N° 46: Masa al aire de espécimen, para determinación de peso específico Bulk, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 47: Registro de masa de espécimen saturado sumergido, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración Propia.

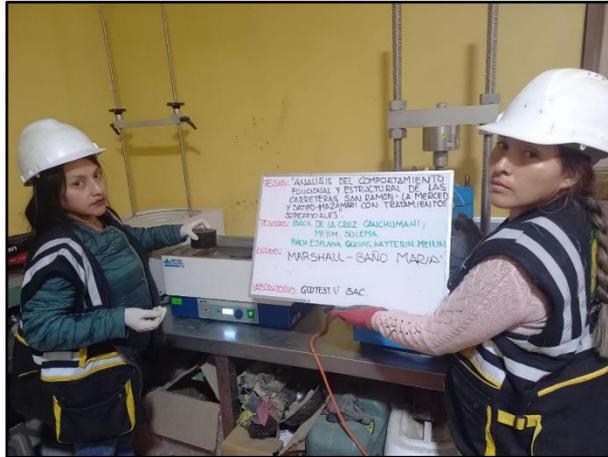
Fotografía N° 48: Continuamente al tener el peso suspendido de la briqueta al agua, se vuelve a secar el exceso de agua aparente para que se pueda saber el volumen con los vacíos copados, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración Propia.

15. Baño maría convencional

Fotografía N° 49: El ensayo de los especímenes en el baño maría es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C, según la referencia de la norma ASTM D 6927.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 50: El ensayo de los especímenes en el baño maría es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C, según la referencia de la norma ASTM D 6927.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 51: Medición de especímenes con pie de rey en mm para prueba de estabilidad y flujo, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 52: Medición de especímenes con pie de rey en “mm” altura de especímenes para prueba de estabilidad y flujo, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 55: Lectura de equipo Marshall, datos obtenidos: estabilidad en unidad de “kn” y flujo en unidad de “mm” de especímenes de Slurry seal, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración Propia.

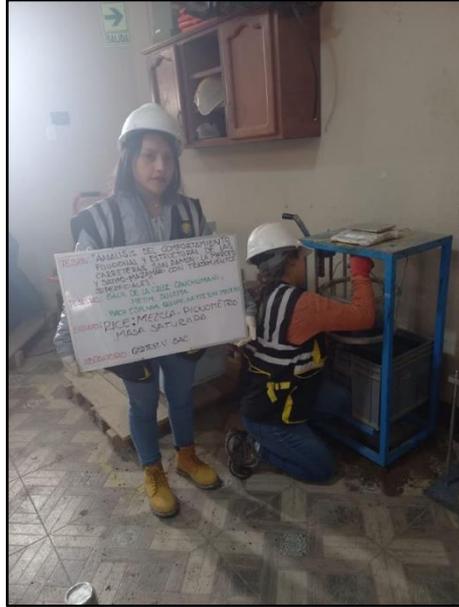
16. Rice convencional

Fotografía N° 56: Elaboración de mezcla Slurry seal para ensayo de máxima densidad teórica, según referencia de la norma ASTM D 2041.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 59: Masa sumergida de frasco rice + mezcla + agua, a temperatura de 25 °C, según referencia de la norma ASTM D 2041.



Fuente: Elaboración Propia.

17. Tramo de prueba de mezcla asfáltica

Fotografía N° 60: Imprimación con emulsión asfáltica tipo CSS-1H, elaboración de tratamiento superficial bicapa, Slurry seal en tramo 01 carretera San Ramón – La Merced, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 61: Imprimación con emulsión asfáltica tipo CSS-1H, elaboración de tratamiento superficial bicapa, Slurry seal en tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 62: Elaboración de tratamiento superficial bicapa, tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 63: Elaboración de Slurry seal, en tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 64: Elaboración de Slurry seal y tratamiento superficial bicapa, en los tramos: 01° carretera San Ramon- La Merced; 02° carretera Satipo – Mazamari, en zonas afectadas según la referencia de la Manual MTC - EG2013.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 65: Los especímenes fueron tomados con el taladro de toma de núcleos, con sierra de diamante, extractora de testigo, según la norma MTC E-507



Fuente: Elaboración Propia.

18. Rugosidad

Fotografía N° 66: Determinación de la medición del rugosímetro por el método Merlín (IRI), tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, según la norma (ASTM E 1926).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 67: Lectura de un punto de desnivel de rueda de bicicleta, rugosímetro por el método Merlín (IRI), tramo 01 carretera San Ramon – La Merced, según la norma (ASTM E 1926).



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 68: Determinación de la medición del rugosímetro por el método Merlín (IRI), tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, según la norma (ASTM E 1926).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 69: Recolección de datos en una vuelta de rugosidad de capa de rodadura con equipo merlín, según la referencia de la norma (ASTM E 1926).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 70: Determinación de la medición del rugosímetro en el segundo tramo por el método Merlín (IRI), según la norma (ASTM E 1926).



Fuente: Elaboración Propia.

19. Ensayo de viga Benkelman

Fotografía N° 71: Determinación de deflexiones de capa de rodadura con equipo viga Benkelman, tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, según referencia de la norma (ASTM D 4695).



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 72: Determinación de deflexiones de capa de rodadura con equipo viga Benkelman, tramo 02 carretera Satipo – Mazamari, según referencia de la norma (ASTM D 4695).



Fuente: Elaboración Propia.

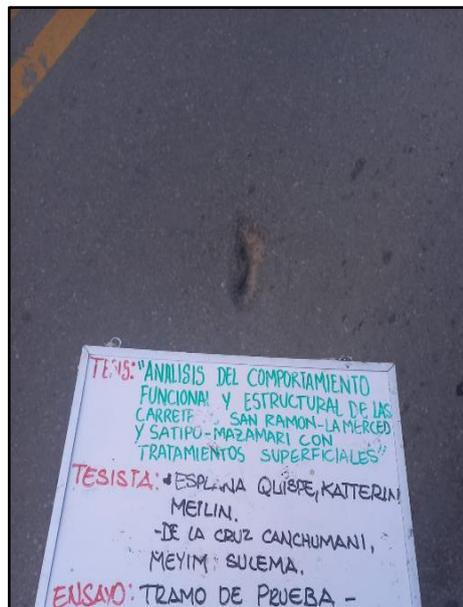
20. Fallas encontradas en los tramos

Fotografía N° 75: El daño encontrado en el pavimento de primer tramo es de daño estructural con daños piel de cocodrilo, con malla grande por ser $> 0.5\text{m}$ sin materiales sueltos, según la MC-11-14.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 76: Daño superficial con daño de hueco, en el primer tramo de gravedad dos que se encuentra entre 0.2 m y 0.5 m, según la MC-11-14.



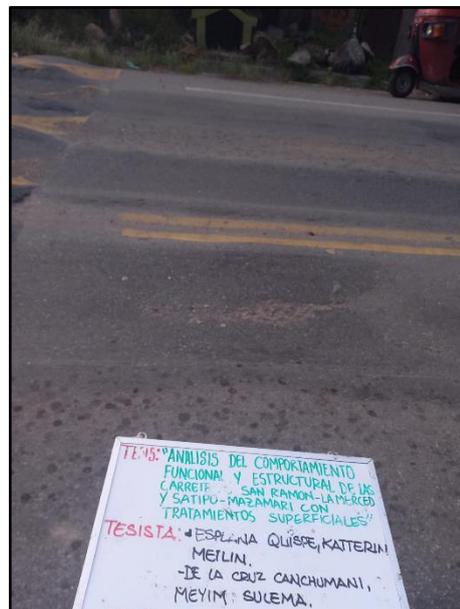
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 77: Daño superficial de hueco, con una gravedad uno dentro del primer tramo que se encuentra de diámetros inferiores a 0.2m, según la según la MC-11-14.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 78: Clasificado en los daños estructurales por ser de reparación o bacheo de gravedad primero por haberlo realizado en reparación o bacheo para daños superficiales, según la según la MC-11-14.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 79: Daño superficial con daño de hueco, en el primer tramo de gravedad dos que se encuentra entre 0.2 m y 0.5 m, según la según la MC-11-14.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 80: El daño encontrado en el pavimento de primer tramo es de daño estructural con daños piel de cocodrilo, con malla grande por ser $> 0.5m$ sin materiales sueltos, según la MC-11-14.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE ENSAYOS

2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Bach. Ing. DE LA CRUZ CANCHUMANI, MEYIM SULEMA

Bach. Ing. ESPLANA QUISPE, KATTERIN MEILIN



**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO
FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE
LAS CARRETERA SAN RAMÓN – LA
MERCED Y SATIPO – MAZAMARI
CON TRATAMIENTOS
SUPERFICIALES.”**



GEO TEST V S.A.C.



**LABORATORIO
GEO TEST V S.A.C.**
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Granulometría del agregado (arena chancada)

👤 RUC: 20606529229
📍 Psj. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

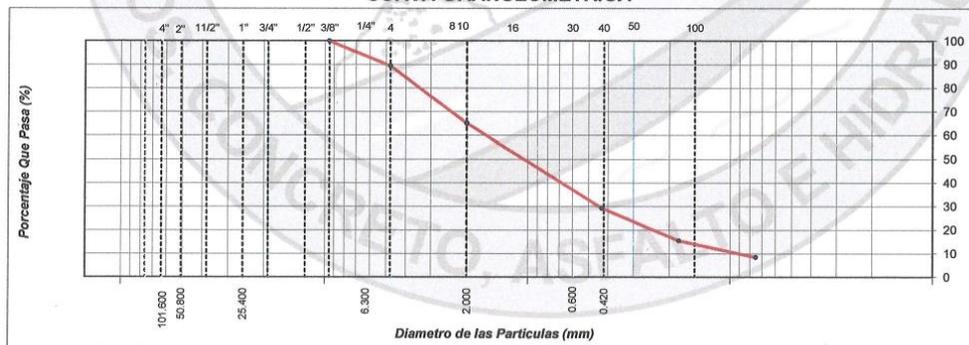


LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (ASTM C136)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales".					
TESISTAS: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin					
CANTERA: Pilcomayo					
MATERIAL: Agregado Fino					
Muestra: Arena Chancada		M-1		Tamaño Máximo :	3/8"
				Peso Inicial Seco :	671.7 g
				Fracción :	
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
DESCRIPCION DE LA MUESTRA					
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				100.0
1/4"	6.300				
Nº 4	4.760	71.2	10.6	10.6	89.4
Nº 8	2.360	141.7	21.1	31.7	68.3
Nº 10	2.000	21.7	3.2	34.9	65.1
Nº 16	1.190	90.2	13.4	48.4	51.6
Nº 20	0.840				
Nº 30	0.600	106.5	15.9	64.2	35.8
Nº 40	0.425	43.5	6.5	70.7	29.3
Nº 50	0.300	42.4	6.3	77.0	23.0
Nº 80	0.180	50.2	7.5	84.5	15.5
Nº 100	0.150	15.5	2.3	86.8	13.2
Nº 200	0.740	31.4	4.7	91.5	8.5
< Nº 200	FONDO	57.4	8.5	100.0	

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229 | GEO TEST V S.A.C.
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA | GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 | LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

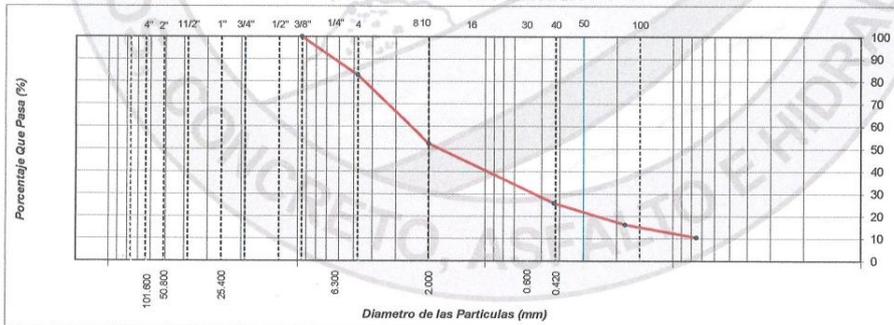


LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(ASTM C136)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO : "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales".						
TESISTAS : De la Cruz Chanchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Melin						
CANTERA : Pilcomayo						
MATERIAL : Agregado Fino						
Muestra: Arena Chancada			M-2			
			Tamaño Máximo : 3/8"			
			Peso Inicial Seco : 1315.8 g			
			Fracción :			
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
4"	101.600					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%):
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525			100.0		
1/4"	6.300					
Nº 4	4.760	226.9	17.2	17.2	82.8	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad : Índice CBR : Índice de liquidez (IL) :
Nº 8	2.360	354.6	26.9	44.2	55.8	
Nº 10	2.000	44.5	3.4	47.6	52.4	
Nº 16	1.190	158.3	12.0	59.6	40.4	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	131.6	10.0	69.6	30.4	
Nº 40	0.425	59.5	4.5	74.1	25.9	
Nº 50	0.300	59.6	4.5	78.6	21.4	
Nº 60	0.180	68.1	5.2	83.8	16.2	
Nº 100	0.150	24.0	1.8	85.6	14.4	
Nº 200	0.740	51.2	3.9	89.5	10.5	
< Nº 200	FONDO	138.5	10.5	100.0		
OBSERVACIONES :						

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: *Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon-La Merced y Salpo - Mezamari con tratamientos superficiales*
TESISTAS: De la Cruz Cancunmani Meyim Sulema y Esplana Quispe Katherin Melin
CANTERA: Pibomayo
HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Octubre-2022

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA CHANCADA

Item	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa													Fecha de Muestreo	Código de Muestra			
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 60	N° 100			N° 200		
001	Agregado fino	Oct-22	Arena Chancada	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	99.4	68.3	65.1	51.6	35.8	29.3	23.0	15.5	13.2	8.5	Oct-22	MA-1		
002	Agregado fino	Oct-22	Arena Chancada	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	82.8	55.8	52.4	40.4	30.4	25.9	21.4	16.2	14.4	10.5	Oct-22	MA-2		
ESTADÍSTICOS					PROMEDIO	100.0	100.0	100.0	100.0	86.1	62.1	58.8	46.0	33.1	27.6	22.2	15.9	13.8	9.5			
					MAXIMO	100.0	100.0	100.0	100.0	89.4	68.3	65.1	51.6	35.8	29.3	23.0	16.2	14.4	10.5			
DESVI. ESTÁNDAR					MINIMO	100.0	100.0	100.0	82.8	55.8	52.4	40.4	30.4	25.9	21.4	15.5	13.2	8.5				
					DESVI. ESTÁNDAR	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	8.8	9.0	7.9	3.8	2.4	1.1	0.5	0.8	1.4			
COEFICIENTE VARIACION					VARIANZA	0.0	0.0	0.0	21.8	78.1	80.6	62.7	14.6	5.8	1.3	0.2	0.7	2.0				
					COEFICIENTE VARIACION	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	14.2	15.3	17.2	11.5	8.7	5.1	3.7	6.1	14.9			

RUC: 20606529229
 PSJ.GRAU.#211-CHILDA
 980329953 / 952525151

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



**LABORATORIO
GEO TEST V S.A.C.**
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*Combinación
física y teórica
del agregado*

👤 RUC: 20606529229
📍 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

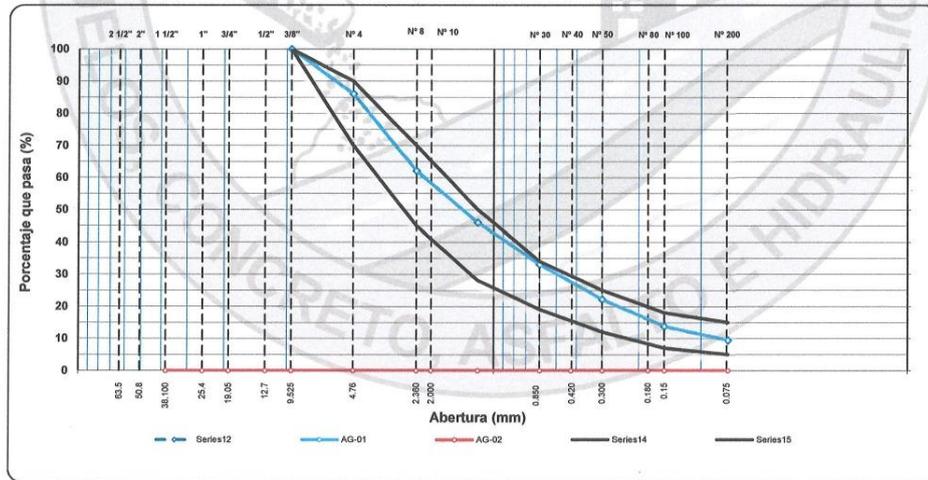


LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA											
ANÁLISIS - COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS											
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamani con tratamientos superficiales".											
TESISTA: De la Cruz Chanchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin											
CANTERA: Pilcomayo					HECHO POR: A.Y.G.						
MATERIAL: Arena chancada					FECHA: Octubre-2022						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS									
		AG-01		AG-02		AG-03		% COMBINADO		ESPECIFICACION	
		Arena Chancada 1/4"	% Aporta	100				100	MIN		MAX
1 1/2"	38.100	100.0	100.00						100.0	-	-
1"	25.400	100.0	100.00						100.0	-	-
3/4"	19.050	100.0	100.00						100.0	-	-
1/2"	12.700	100.0	100.00						100.0	-	-
3/8"	9.525	100.0	100.00						100.0	100	100
Nº 4	4.760	86.1	86.10						86.1	70	90
Nº 8	2.360	62.1	62.10						62.1	45	70
Nº 10	2.000	58.8	58.80						58.8	-	-
Nº 16	1.190	46.0	46.00						46.0	28	50
Nº 30	0.600	33.1	33.10						33.1	19	34
Nº 40	0.425	27.6	27.60						27.6	-	-
Nº 50	0.300	22.2	22.20						22.2	12	25
Nº 80	0.180	15.9	15.90						15.9	-	-
Nº 100	0.150	13.8	13.80						13.8	7	18
Nº 200	0.074	9.5	9.50						9.5	5	15

CURVA GRANULOMETRICA



RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Psj. GRAU #211 - CHILCA GEO TEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEO TEST V 02@GMAIL.COM

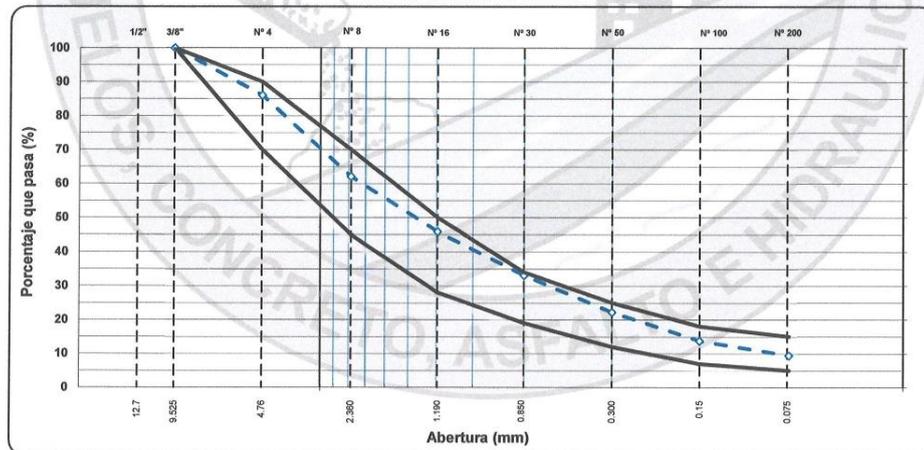


LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO										
ASTM C - 136										
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA										
TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".										
TESISTAS: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mellin										
CANTERA: Pilcomayo										
MATERIAL: Arena chancada										
HECHO POR: A. Y. G.										
FECHA: Octubre-2022										
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE				ESPECIFIC. MA TIPO - III	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
			retenido	acumulado	que pasa	TAMAÑO MÁXIMO		3/8"		
1 1/2"	38.100							Peso inicial de la muestra	896.4	gr
1"	25.400							Peso Fraccion	0.0	gr
3/4"	19.050									
1/2"	12.700									
3/8"	9.525				100.0	100	COMBINACION DE AGREGADOS			
1/4"	6.300						Arena Chancada 1/4"			
N° 4	4.760	124.6	13.9	13.9	86.1	70 - 90				
N° 8	2.360	215.0	24.0	37.9	62.1	45 - 70				
N° 10	2.000	28.5	3.2	41.1	58.9					
N° 16	1.190	116.9	13.0	54.1	45.9	28 - 50				
N° 20	0.840									
N° 30	0.600	114.6	12.8	66.9	33.1	19 - 34				
N° 40	0.425	49.8	5.6	72.4	27.6					
N° 50	0.300	47.8	5.3	77.8	22.2	12 - 25				
N° 80	0.180	57.0	6.4	84.1	15.9					
N° 100	0.150	18.7	2.1	86.2	13.8	7 - 18				
N° 200	0.074	38.7	4.3	90.5	9.5	5 - 15				
< 200		84.8	9.5	100.0						

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 19816J

RUC: 20606529229
Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	
(ASTM C128-15)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
<p>TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamani con tratamientos superficiales".</p> <p>TESISTAS: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplaná Quispe, Katterin Meilin</p> <p>CANTERA: Pilcomayo</p> <p>MATERIAL: Agregado fino</p>	
HECHO POR: A. Y. G.	FECHA: Octubre-2022

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.628	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.637	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.649	g/cm ³
Absorción:	0.361	%

ITEM		P-1	P-2
Peso de Tara	(g)		
Peso de Fiola	(g)	191.30	190.40
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.2	500.30
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	1001.30	1001.50
Peso del agregado seco	(g)	498.40	498.50
Volumen de fiola	(cm ³)	500.00	500.00
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.620	2.635
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.630	2.644
Peso Especifico Aparente	(g/cm ³)	2.643	2.656
Absorción	(%)	0.361	0.361


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

(ASTM C127-15)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pilcomayo

MATERIAL: Agregado grueso

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre - 2022

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa:	2.611	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.627	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.653	g/cm ³
Absorción:	0.613	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	1968.5
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1219.1
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	1956.5
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm ³)	2.611
5. Peso Especifico SSS (gr/cm ³)	2.627
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm ³)	2.653
7. Absorción (%)	0.613


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198163

RUC: 20606529229
Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D2419)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA				
<p>TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".</p> <p>TESISTAS: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Moil</p> <p>CANTERA: Pilcomayo</p> <p>MATERIAL: Agregado fino</p> <p style="text-align: right;">HECHO POR: A.Y.G. FECHA: Octubre-2022</p>				
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	16:47	16:49	16:51
4	Hora de Salida	16:57	16:59	17:01
5	Hora de Entrada	16:59	17:01	17:03
6	Hora de Salida	17:19	17:21	17:23
7	Altura Maxima de Material Fino	5.00	5.20	5.00
8	Altura Maxima de la Arena	3.20	3.20	3.40
9	Equivalente de Arena (%)	64.0	61.5	68.0
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	65.0		
11	ESPECIFICACION:	MINIMO:	40.0%	OK

Luis Camarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V.S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ABRASIÓN LOS ANGELES (ASTM C131)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salipo - Mazamari con tratamientos superficiales".				
TESISTAS: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin				
CANTERA: Pilcomayo			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Agregado grueso			FECHA: Octubre-2022	
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"				
1/2" - 3/8"				
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº4				5000.5
Nº4 - Nº8				
Peso Muestra				5000.50
Peso Retenido Tamiz Nº 12				4179
Peso Pasante Tamiz Nº 12				821.5
% DESGASTE				16.43
PROMEDIO			16.4%	
ESPECIFICACION:	MAX.		25.0%	OK


 Luis Camarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V.S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (ASTM C88M-18)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".							
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin							
CANTERA: Pilcomayo				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Arena chancada				FECHA: Octubre-2022			
Muestra: Convencional							
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALÓN ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	13.9	100.0	88.70	11.30	11.30	1.57
N° 4	N° 8	24.0	100.0	97.60	2.40	2.40	0.58
N° 8	N° 16	16.2	100.0	93.40	6.60	6.60	1.07
N° 16	N° 30	12.8	100.0	84.90	15.10	15.10	1.93
N° 30	N° 50	10.9	100.0	75.40	24.60	24.60	2.68
TOTALES							7.83

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ENSAYO DE CONSISTENCIA SLURRY SEAL

(ISSA TB-106)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani Meyim Sulema y Esplana Quispe Katterin Meilin

CANTERA: Pílocomayo

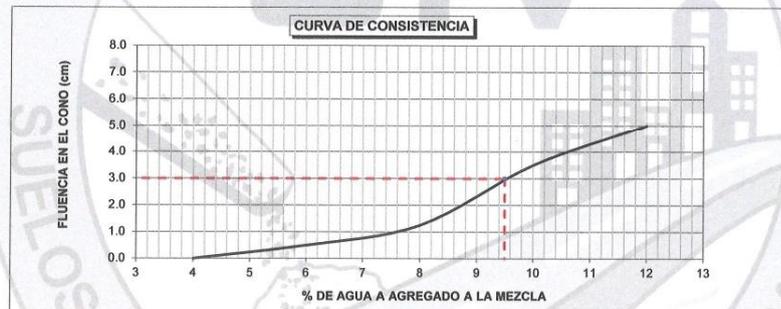
MATERIAL: Slurry Seal

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre-2022

CONSISTENCIA

N° DE PRUEBA	% DE AGUA	% DE ADITIVO	% DE FILLER (CEMENTO)	% DE EMULSION	Lectura fluencia en cono (cm)				FLUJO cm
					1	2	3	4	
1	4	0	1.0	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6	0	1.0	14.2	0.0	0.0	1.0	1.0	0.5
3	8	0	1.0	14.2	1.0	1.0	2.0	1.0	1.3
4	10	0	1.0	14.2	5.0	3.0	3.0	3.0	3.5
5	12	0	1.0	14.2	6.0	4.0	6.0	4.0	5.0



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V.S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)

TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

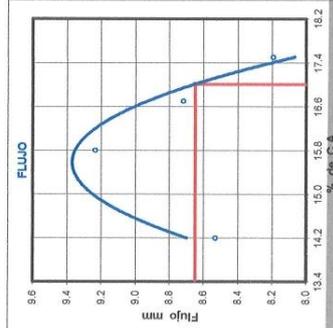
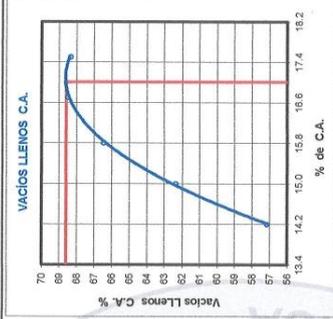
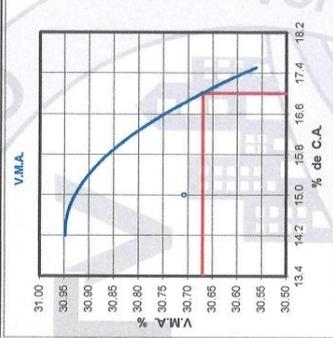
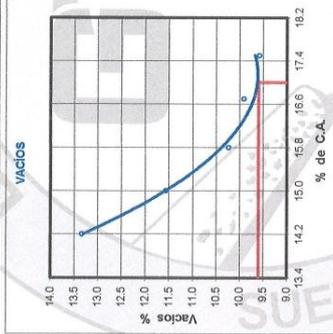
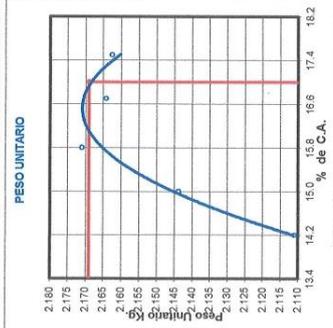
TESISTA: De la Cruz Cancumani, Meyim Sulema y Espinosa Quispe, Katterin Mellin

CANTERA: Píscornayo

MATERIAL: Slurry seal

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre-2022



RESUMEN DE RESULTADOS

ESPECIFIC	OPTIMO %EA
GOLPES POR LADO	30
EMULSION ASFALTICA	17.0
RESIDUO ASFALTICO	10.2
PESO UNITARIO	2169
VACIOS	9.6
V.M.A.	30.3
VACIOS LLENOS CON C.A.	69.2
FLUJO	8.62
ESTABILIDAD	2541
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	7469
ESTABILIDAD RETENIDA	
DOSEIFICACION	
Grava entruada 3/4"	0.0%
Grava entruada 1/2"	0.0%
arena natural	0.0%

CSS-34

 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Emulsion asfáltica

📍 RUC: 20606529229
 📍 P.S.U. GRAU #211- CHILCA
 📞 980329953 / 952525151
 📧 GEO TEST V.S.A.C.
 📧 GEOTEESTV@GMAIL.COM
 📧 LABGEOTEESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)												
TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales".												
TESISTA: De la Cruz Chanchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mellin												
CANTERA: Pilcomayo												
MATERIAL: Slurry seal												
HECHO POR: A.Y.G.												
FECHA: Octubre-2022												
Diseño E.A. 14.2%												
ENSAYO GRANULOMETRICO										LAVADO ASFALTICO		
TAMIZ ASTM		Nº 3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200	<Nº 200	Peso Mat. S.Lever	gr.
ABERTURA EN mm		9.525	4.760	2.36	1.180	0.600	0.300	0.15	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		124.6	215.0	145.4	114.6	97.6	75.7	38.7	84.8	Peso Mat. Lav+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		13.9	24.0	16.2	12.8	10.9	8.4	4.3	9.5	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		13.9	37.9	54.1	66.9	77.8	86.2	90.5	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	86.1	62.1	45.9	33.1	22.2	13.8	9.5		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACION	%	100	70-90	45-70	28-50	19-34	12-25	7-18	5-15		Peso de Filler	%
ASfalto Líquido											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.
												896.4

REPRESENTACIÓN GRÁFICA											
Tamaño de grano en mm											

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	E.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	14.2	14.2	14.2	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	11.93	11.93	11.93	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	73.02	73.02	73.02	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.86	0.86	0.86	
5	PESO ESPECÍFICO DEL EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H APARENTE		0.95	0.95	0.95	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.611	2.611	2.611	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.628	2.628	2.628	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1168.9	1103.0	1168.9	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1121.6	1105.8	1123.3	
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	592.1	554.8	618.8	
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	528.5	521.0	554.5	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Parafina)	c.c.				
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	528.5	521.0	554.5	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (8/15)	gr/c.c.	2.109	2.197	2.107	2.111
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.436	2.436	2.436	
18	VACÍOS (17-16)/(10017)	%	13.4	13.1	13.5	13.3
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2+3+4+14)		2.630	2.630	2.630	
20	V.M.A. 100 (2+3+4)/(1+19)	%	31.2	30.8	31.3	31.1
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100/(20-19)/20	%	67.0	67.7	68.8	67.2
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(10017)+(15)		3.287	3.287	3.287	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5/(22-19)))/(22*19)	%	7.218	7.218	7.218	
24	CEMENTO ASFALTICO EFECTIVO 1-(22*(2+3+4)/100)	%	8.01	8.01	8.01	
25	FLUJO	mm	8.4	8.7	8.4	8.6
26	LECTURA DEL EQUIPO		20.005	20.002	20.224	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	2040	2040	2093	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	2040	2040	2093	2049
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	6147	5948	6305	6099

OBSERVACIONES:

- Grava triturada 3/4" 0.0%
- Grava triturada 1/2" 0.0%
- Arena triturada 1/4" 100%
- Arena natural 0.0%
- Emulsion asfáltica CSS-1H

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)

TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Setipo - Mazamari con tratamientos superficiales".
 TESISTA: De la Cruz Conchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin
 CANTERA: Pilcomayo
 MATERIAL: Slurry seal

HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Octubre - 2022

Diseño E.A. 15.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO			
	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200	<Nº 200	Peso Mat. Secar	gr.
ABERTURA EN mm	9.525	4.750	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr	124.6	210.0	145.4	114.8	97.5	75.7	38.7	84.8	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	13.9	24.0	16.2	12.8	10.9	8.4	4.3	9.5	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	13.9	37.9	54.1	66.9	77.8	86.2	90.5	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	86.1	62.1	45.9	33.1	22.2	13.8	9.5	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	70-90	45-70	28-50	19-34	12-25	7-18	5-15	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.



BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 EA. EN PESO DE LA MEZCLA	%	15.0	15.0	15.0	15.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	11.62	11.62	11.62	11.62	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	72.33	72.33	72.33	72.33	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.85	0.85	0.85	0.85	
5 PESO ESPECÍFICO DEL EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H APARENTE		0.95	0.95	0.95	0.95	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.611	2.611	2.611	2.611	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.628	2.628	2.628	2.628	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	3.140	
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1152.6	1152.0	1159.9	1152.6	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AGUA (SATURADO)	gr	1155.2	1155.8	1152.7	1155.2	
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	636.1	617.3	598.7	617.3	
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	559.1	538.5	514.0	538.5	
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13-Pa parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPESAJAMIENTO (12-14)	c.c.	559.1	538.5	514.0	538.5	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9-15)	gr/c.c.	2.133	2.139	2.159	2.144	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.424	2.424	2.424	2.424	
18 VACIOS (11-16)/(100-17)	%	12.0	11.8	10.9	11.6	
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+6)/(26)+(37)+(48))		2.630	2.630	2.630	2.630	
20 V.M.A. 100-(2+3+6)/(169)	%	31.1	30.9	30.2	30.7	
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100/(20-18/20)	%	61.3	61.9	63.8	62.4	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+6)/(100-17)-(15))		3.338	3.338	3.338	3.338	
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-18)/(22*19))	%	7.666	7.666	7.666	7.666	
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(22/(2+3+6)/100)	%	8.48	8.48	8.48	8.48	
25 FLUIDO	mm	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
26 LECTURA DEL EQUIPO		22.317	22.308	22.421	22.317	
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	2276	2281	2287	2281	
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	2276	2281	2287	2281	
30 ESTABILIDAD FLUIDO	Kg/cm	5991	6124	5957	6024	

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 0.0%
 Grava triturada 1/2" 0.0%
 Arena triturada 1/4" 100%
 Arena natural 0.0%
 Emulsion asfáltica CSS-1H

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAL #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA											
DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)											
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".											
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Moilin											
CANTERA: Pilcomayo											
MATERIAL: Slurry seal											
HECHO POR: A.Y.G.											
FECHA: Octubre - 2022											
Diseño E.A. 15.8 %											
ENSAYO GRANULOMETRICO										LAVADO ASFALTICO	
TAMIZ ASTM	30"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200	<Nº 200	Peso Mat. S/Lavado	gr.
ABERTURA EN mm	9.525	4.760	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	124.8	215.0	145.4	114.6	97.6	76.7	38.7	84.8	Peso Mat. Lav+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	13.9	24.0	16.2	12.8	10.9	8.4	4.3	9.5	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	13.9	37.9	54.1	66.9	77.8	86.2	90.5	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	66.1	45.9	33.1	22.2	13.8	9.5		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACION	%	100	70-80	45-70	28-50	18-34	12-25	7-18	5-15	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.
											896.4

REPRESENTACIÓN GRÁFICA											
Tamaño de l grano en mm											

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 E.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	15.8	15.8	15.8	15.8	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	11.70	11.70	11.70	11.70	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	71.65	71.65	71.65	71.65	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.84	0.84	0.84	0.84	
5 PESO ESPECÍFICO DEL EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H APARENTE		0.95	0.95	0.95	0.95	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.611	2.611	2.611	2.611	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.628	2.628	2.628	2.628	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	3.140	
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1077.4	1120.5	1184.7		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1081.9	1125.7	1189.2		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	588.1	610.9	640.3		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	493.8	515.7	548.9		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/8 parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	493.8	515.7	548.9		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (8/15)	gr/c.c.	2.182	2.173	2.158	2.171	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.418	2.418	2.418		
18 VACÍOS (11-18)/(10*17)	%	8.8	10.2	10.8	10.2	
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+6)/(2/8)+(3/7)+(6/8)		2.630	2.630	2.630		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(19*19)	%	30.1	30.4	30.9	30.5	
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	67.5	68.6	65.2	66.4	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (1+3+4)/(10*17)+(15/8)		3.407	3.407	3.407		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(9)/(22-19))	%	8.238	8.238	8.238		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1/(23*(2+3+4)/100)	mm	8.87	8.87	8.87	8.87	
25 FLUIDO		9.1	9.4	9.3	9.2	
26 LECTURA DEL EQUIPO		22.787	22.573	22.868		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	2322	2302	2332	2319	
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	2322	2302	2332	2319	
30 ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	6510	6222	6402	6378	

OBSERVACIONES:	
Grava triturada 3/4"	0.0%
Grava triturada 1/2"	0.0%
arena triturada 1/4"	100%
arena natural	0.0%
Emulsion asfáltica	CSS-1H

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 9803229953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)

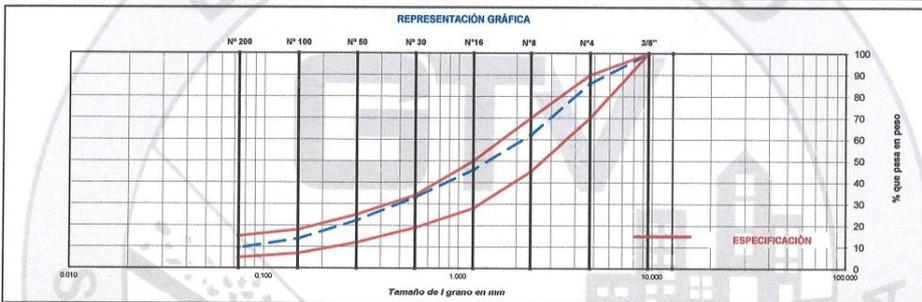
TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salipo - Mazamari con tratamientos superficiales".
 TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin
 CANTERA: Pilcomayo
 MATERIAL: Slurry seal

HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Octubre - 2022

Diseño E.A. 16.7 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFALTICO	
TAMIZ ASTM	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 60	Nº 100	Nº 200	<Nº 200	Peso Met. S.Lavar	gr.
ABERTURA EN mm	9.525	4.760	2.360	1.190	0.600	0.300	0.150	0.074		Peso Met. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	124.6	215.0	145.4	114.6	97.6	75.7	38.7	84.8	Peso Met. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	13.9	24.0	16.2	12.8	10.9	8.4	4.3	9.5	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	13.9	37.9	54.1	66.9	77.8	86.2	90.5	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	85.1	82.1	45.9	33.1	22.2	13.8	9.5	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	70-80	45-70	28-60	19-34	12-25	7-18	5-15	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LIQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.

Metros Lineales: 896.4



BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 E.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	16.7	16.7	16.7	16.7	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	11.58	11.58	11.58	11.58	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	70.89	70.89	70.89	70.89	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.83	0.83	0.83	0.83	
5 PESO ESPECÍFICO DEL EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H APARENTE		0.95	0.95	0.95	0.95	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.611	2.611	2.611	2.611	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.628	2.628	2.628	2.628	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	3.140	
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1105.0	1135.0	1077.8		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1108.6	1140.3	1083.9		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	634.4	611.9	591.1		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	549.2	528.4	492.8		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13Pa parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	549.2	528.4	492.8		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.158	2.148	2.187	2.164	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.402	2.402	2.402		
18 VACIOS (17-16)*100/17	%	10.2	10.8	9.0	9.0	
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(20+13/7)+4/8))		2.630	2.630	2.630		
20 V.M.A. 100*(2+3+4)/(16/19)	%	31.7	32.0	30.7	31.4	
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-19)/20	%	67.8	66.9	70.8	68.5	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)-(1/5))		3.464	3.464	3.464		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-19)/(22*19)	%	8.701	8.701	8.701		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23/12)+4/100)	%	9.45	9.45	9.45		
25 FLUJO	mm	0.8	0.7	0.7	0.7	
26 LECTURA DEL EQUIPO		24.737	24.291	24.375		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	2523	2478	2466		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	2523	2478	2466	2496	
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	7322	7198	7284	7271	

OBSERVACIONES:

- Grava triturada 3/4" 0.0%
- Grava triturada 1/2" 0.0%
- Arena triturada 1/4" 100%
- Arena natural 0.0%
- Emulsion asfáltica CSS-1H

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA											
DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)											
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".											
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mellin											
CANTERA: Pilcomayo											
MATERIAL: Slurry seal											
HECHO POR: A.Y.G.											
FECHA: Octubre - 2022											
Diseño E.A. 17.5 %											
ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO			
TAMIZ ASTM	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm	9.525	4.760	2.380	1.190	0.600	0.300	0.150	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	124.6	215.0	145.4	114.6	97.6	75.7	38.7	84.8	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	13.9	24.0	16.2	12.8	10.9	8.4	4.3	9.5	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	13.9	37.9	54.1	66.9	77.8	86.2	90.5	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	86.1	62.1	45.9	33.1	22.2	13.8	9.5	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	70 - 90	45 - 70	28 - 50	18 - 34	12 - 25	7 - 18	5 - 15	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.
											898.4

REPRESENTACIÓN GRÁFICA										
Tamaño de l grano en mm										

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 E.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	17.5	17.5	17.5	17.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	11.47	11.47	11.47	11.47	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	70.21	70.21	70.21	70.21	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.83	0.83	0.83	0.83	
5 PESO ESPECÍFICO DEL EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H APARENTE		0.95	0.95	0.95	0.95	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.611	2.611	2.611	2.611	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.628	2.628	2.628	2.628	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	3.140	
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1129.5	1090.5	1154.8		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1144.0	1093.9	1158.6		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	616.3	594.8	610.8		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	527.7	499.1	538.8		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pa parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	527.7	499.1	538.8		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (Nº15)	gr/c.c.	2.169	2.185	2.143	2.163	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.392	2.392	2.392		
18 VACÍOS (17-18)/100V7	%	8.7	8.8	10.4	8.8	
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(26)+(37)+(48))		2.558	2.558	2.558		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(19/19)	%	30.4	29.5	30.8	30.2	
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100/(20-18)/20	%	68.0	70.7	68.3	68.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100V7)+(15))		3.527	3.527	3.527		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (19/5)/(22-18)/(22*19)	%	10.209	10.209	10.209		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)/(2+3+4)/100	%	9.08	9.08	9.08		
25 FLUIDO	mm	8.5	8.3	7.8	8.2	
26 LECTURA DEL EQUIPO		26.448	26.188	26.320		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	2698	2671	2685		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	2698	2671	2685	2685	
30 ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	8070	8151	8784	8335	

OBSERVACIONES:	
Grava triturada 3/4"	0.0%
Grava triturada 1/2"	0.0%
Arena triturada 1/4"	100%
Arena natural	0.0%
Emulsion asfáltica	CSS-1H

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)

TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

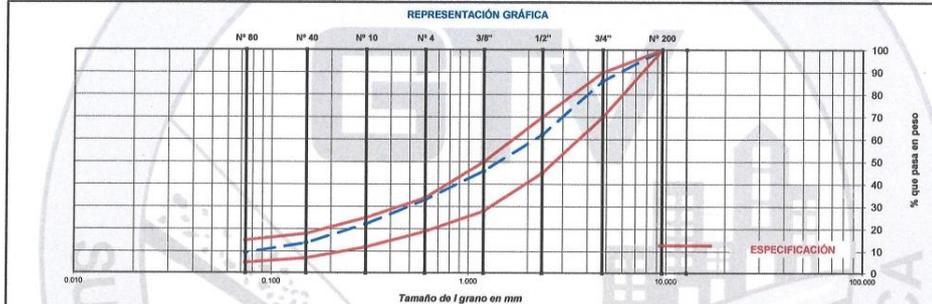
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pllcomayo HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Slurry seal FECHA: Octubre - 2022

Diseño E.A. 17.0% - ÓPTIMO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. Sl.Lavar	gr.	
ABERTURA EN mm	9.525	4.760	2.360	1.190	0.600	0.300	0.150	0.074		Peso Mat. Levado	gr.	
PESO RETENIDO	gr.	124.6	215.0	145.4	114.6	97.6	75.7	38.7	84.8	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%	13.9	24.0	16.2	12.8	10.9	8.4	4.3	9.5	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%	13.9	37.9	54.1	66.9	77.8	86.2	90.5	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	86.1	62.1	45.9	33.1	22.2	13.8	9.5	Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	70 - 80	45 - 70	28 - 50	19 - 34	12 - 25	7 - 18	5 - 15	Peso de Filler	gr.	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.	886.4



BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	E.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	17.00	17.00	17.00	17.00
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	11.54	11.54	11.54	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	70.63	70.63	70.63	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.83	0.83	0.83	
5	PESO ESPECÍFICO DEL EMULSION ASFÁLTICA TIPO CSS-IH APARENTE		0.95	0.95	0.95	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.611	2.611	2.611	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.628	2.628	2.628	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140	
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1103.5	1106.8	1113.5	
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1106.5	1109.6	1116.8	
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	597.7	599.3	603.4	
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	508.8	510.3	513.4	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Po parafina)	c.c.				
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	508.8	510.3	513.4	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.169	2.169	2.169	2.169
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.399	2.399	2.399	
18	VACÍOS (17-18)*100/17	%	9.6	9.6	9.6	9.6
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.630	2.658	2.658	
20	V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	31.6	29.6	29.6	30.3
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100/(20-18)/20	%	69.5	67.6	67.6	68.2
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		3.490	3.490	3.490	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5/(22-18)))/(22*18)	%	8.903	9.922	9.922	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	9.61	8.76	8.76	
25	FLUJO	mm	8.7	8.5	8.7	8.6
26	LECTURA DEL EQUIPO		24.978	24.987	25.165	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	2507	2549	2567	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	2507	2549	2567	2541
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	7359	7596	7514	7490

OBSERVACIONES:
 Arena triturada 1/4" 100%
 Emulsion asfáltica CSS-1H

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Psj. GRAU #211 - CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE							
ASTM D-2041							
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo – Mazamari con tratamientos superficiales".							
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin							
CANTERA: Pilcomayo				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Slurry seal				FECHA: Octubre - 2022			
DISEÑO DE SLURRY SEAL - ISSA TB-148 (MARSHALL MODIFICADO)							
ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Emulsión Asfáltica	%	14.20	15.00	15.80	16.70	17.50	17.00
Peso del material	gr	1189.20	1177.90	1169.10	1164.00	1150.20	1184.60
Peso del agua + frasco Rice	gr	3547.50	3547.50	3547.50	3547.50	3547.50	3547.50
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	4736.70	4725.40	4716.60	4711.50	4697.70	4732.10
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	4248.50	4239.50	4233.20	4227.00	4216.80	4238.40
Volumen del material	cc	488.20	485.90	483.40	484.50	480.90	493.70
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.436	2.424	2.418	2.402	2.392	2.399
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25
Grava triturada 3/4"	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Grava triturada 1/2"	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Arena triturada 1/4"	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Arena natural	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198167



**LABORATORIO
GEO TEST V S.A.C.**
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Diseño de mezcla Slurry seal

▲ RUC: 20606529229
📍 Psj. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



DISEÑO DE MEZCLA SLURRY SEAL (ISSA TB 148-MARSHALL MODIFICADO)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".	
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meillin	
CANTERA: Pilcomayo	HECHO POR: A.Y.G.
MATERIAL: Slurry seal	FECHA: Octubre - 2022
(RESUMEN)	

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

Agregado Grava Triturada 1/4" (Cantera "Pilcomayo") : 100 %
 Gradación : ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MTC - E.G. - 2013 SECCIÓN 420 (TIPO III)
 Filler (Cemento Portland) : 1.0 %

2.- LIGANTE ASFÁLTICO

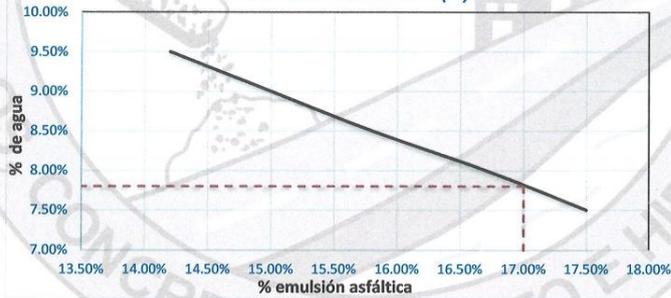
Tipo de emulsión asfáltica : CSS-1H
 % óptimo de emulsión asfáltica : 17
 % óptimo de asfalto residual : 10.2

3.- AGUA

% de humedad natural : 0
 % de agua : 7.8

% emulsión asfáltica	14.20%	15.00%	15.80%	16.70%	17.50%
% de agua	9.50%	9.00%	8.50%	8.00%	7.50%

CONTENIDO DE AGUA (%)



4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

	ÓPTIMO %E.A.	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	30	30
EMULSION ASFÁLTICA	17.0	
RESIDUO ASFÁLTICO	10.2	(+/- 0.5%)
PESO UNITARIO	2.169	
VACÍOS	9.6	
V.M.A.	30.3	
VACÍOS LLENOS CON C.A.	68.2	

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



DISEÑO DE MEZCLA SLURRY SEAL

(ISSA TB 148-MARSHALL MODIFICADO)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Slurry seal

FECHA: Octubre - 2022

(RESUMEN)

5.- VOLUMENES

Residuos de la emulsión	: 60.0%
Optimo contenido de asfalto	: 10.2%
P.U.S. del agregado	: 1520.10 Kg/m ³
Area de aplicación	: 100 m ²
Espesor	: 0.02m
Volumen de aplicación	: 2 m ³

MATERIALES	CANTERA	DISEÑO(%)	P.U.S.(kg/m ³)	PESOS (kg)	m ³	pies ³
Arena Triturada de 1/4"	Pilcomayo	20	1520.10	319.2	0.21	7.4

% de agua	7.8	200	0.124 m ³	24.9	7 gln	24.9 lt.
% de emulsión	16.5	200	0.263 m ³	52.7	14 gln	52.7 lt.

👤 RUC: 20606529229
📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



Luis Camarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL

(ASTM D 3515)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

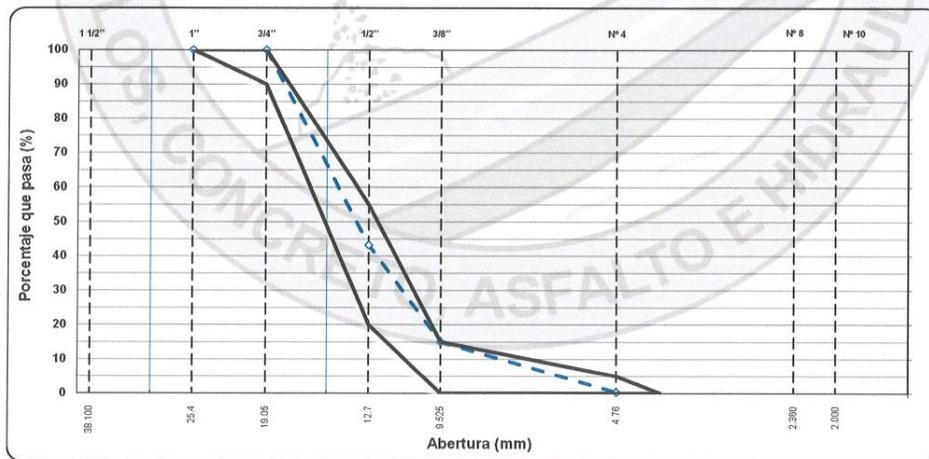
MATERIAL: Piedra chancada 3/4"

FECHA: Octubre-2022

COMBINACION FISICA GRANULOMETRICA DE AGREGADOS

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. HUSO - 6	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
			retenido	acumulado	que pasa		
1 1/2"	38.100						Peso inicial de la muestra 2172.2 gr
1"	25.400				100.0	100	Peso Fraccion
3/4"	19.050				100.0	90-100	
1/2"	12.700	1234.1	56.8	56.8	43.2	20-55	
3/8"	9.525	612.5	28.2	85.0	15.0	0-15	
1/4"	6.300						
N°4	4.760	318.5	14.7	99.7	0.3	0-5	
N°8	2.360						
N°10	2.000						
N°16	1.190						
N°20	0.840						
N°30	0.600						
N°40	0.425						
N°50	0.300						
N°80	0.180						
N°100	0.150						
N°200	0.074						
< 200		7.1	0.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211-CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

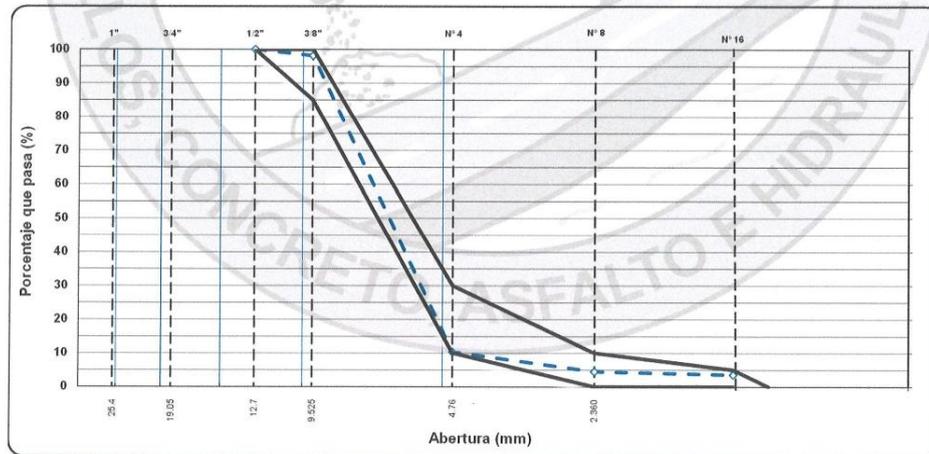


LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO TRATAMIENTO SUPERFICIAL									
(ASTM D 3515)									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA									
TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".									
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin									
CANTERA: Pilcomayo					HECHO POR: A.Y.G.				
MATERIAL: Piedra chancada de 3/8"					FECHA: Octubre-2022				
COMBINACION FISICA GRANULOMETRICA DE AGREGADOS									
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. HUSO - 8	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	1/2"	
1 1/2"	38.100						Peso inicial de la muestra	1415.8	gr
1"	25.400						Peso Fraccion		
3/4"	19.050								
1/2"	12.700				100.0	100			
3/8"	9.525	26.4	1.9	1.9	98.1	85-100			
1/4"	6.300								
N° 4	4.760	1243.2	87.8	89.7	10.3	10 30			
N° 8	2.360	82.5	5.8	95.5	4.5	0-10			
N° 10	2.000	4.4	0.3	95.8	4.2				
N° 16	1.190	9.1	0.6	96.5	3.5	0-5			
N° 20	0.840								
N° 30	0.600								
N° 40	0.425								
N° 50	0.300								
N° 80	0.180								
N° 100	0.150								
N° 200	0.074								
< 200		50.2	3.5	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ABRASIÓN LOS ANGELES				
(ASTM C131 - AASTHO T96)				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".				
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Moilin				
CANTERA: Píllcomayo			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Piedra chancada 3/4"			FECHA: Octubre-2022	
Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 6				
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.2		
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº4		-		
Nº4 - Nº8		-		
Peso Muestra		5000.2		
Peso Retenido Tamiz Nº 12		4080.5		
Peso Pasante Tamiz Nº 12		919.7		
% DESGASTE		18.39		
PROMEDIO		18.4%		
ESPECIFICACION:	MAX.	40.0%		OK

OBSERVACIONES:

RUC: 20606529229
Psj. GRAU #211- CHILCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							OBSERVACIONES
(ASTM D 4791-10)							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales". TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mellin CANTERA: Pilcomayo MATERIAL: Piedra chancada 3/4"							
					HECHO POR: A.Y.G. FECHA: Octubre-2022		
Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 6							
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3/4"	1/2"	2000.0	70.6	3.5	56.8	200.5	
1/2"	3/8"	1000.0	68.7	6.9	28.2	193.7	
Σ		3,000.0	139.3		85.0	394.2	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					4.64		OK
ESPECIFICACION:					MAXIMO	15.0%	

OBSERVACIONES:

RUC: 20606529229
 Ps.J.GRAU #211-CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198163



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

CARAS FRACTURADAS	
(ASTM D 5821-13)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA	
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales".	
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin	
CANTERA: Pilcomayo	HECHO POR: A.Y.G.
MATERIAL: Piedra chancada 3/4"	FECHA: Octubre-2022

Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 6

A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 85% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C (B/A)*100	D (%)	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	500.9	0	-	56.8	0.0
1/2"	3/8"	200.1	0	-	28.2	0.0
TOTAL		701	0		85.0	-
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA					TOTAL E TOTAL D = $\frac{0}{85.00}$	100.0 %

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 60% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C (B/A)*100	D (grs.)	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	500.9	4.4	0.88	56.8	49.9
1/2"	3/8"	200.1	4.6	2.30	28.2	64.8
TOTAL		701	9.0		85.0	114.72
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS					TOTAL E TOTAL D = $\frac{115}{85.00}$	98.7 %

OBSERVACIONES :

<p> RUC: 20606529229 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA 980329953 / 952525151 </p>	<p> GEO TEST V S.A.C. GEOTEST.V@GMAIL.COM LABGEOTESTV02@GMAIL.COM </p>	<p>Luis Gariarra Espinoza INGENIERO CIVIL CIP 198161</p>
--	--	--



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(ASTM C88M-18 - AASHTO T104)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pilcomayo

MATERIAL: Piedra chancada 3/4"

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre-2022

Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 6

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	3/8"	11.7	670.3	662.4	7.90	1.18	0.14
3/8"	N° 4	13.6	300.8	296.2	4.60	1.53	0.21
TOTALES		25.3	971.1				0.35

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM



Luis Camarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

(ASTM D 1888)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mellin

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Piedra chancada 3/4"

FECHA: Octubre-2022

Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 6

AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	130.40	136.20	165.30
3.-	Peso + Sal + Biker 250 ml.	g	130.50	136.30	165.40
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.10	0.10	0.10
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Sales Solubles $(1/((Cx A)/(DxB)))x100$	%	0.300	0.300	0.300
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.300		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	

RUC: 20606529229
 Ps.J. BRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ABRASIÓN LOS ANGELES				
(ASTM C131 - AASTHO T96)				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales".				
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mellin				
CANTERA: Pilcomayo			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Piedra chancada 3/8"			FECHA: Octubre-2022	
Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 8				
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"			2500.3	
1/2" - 3/8"			2500.2	
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº4			-	
Nº4 - Nº8			-	
Peso Muestra			5000.5	
Peso Retenido Tamiz Nº 12			4005.6	
Peso Pasante Tamiz Nº 12			994.9	
% DESGASTE			19.90	
PROMEDIO			19.9%	
ESPECIFICACION:	MAX.		40.0%	OK

OBSERVACIONES:

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							
(ASTM D 4791-10)							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".							
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin							
CANTERA: Pilcomayo				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Piedra chancada 3/8"				FECHA: Octubre-2022			
Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 8							
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3/4"	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1/2"	3/8"	1000.0	74.8	7.5	1.9	14.2	
Σ		1,000.0	74.8		1.9	14.2	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					7.48		OK
ESPECIFICACION:					MAXIMO	15.0%	

OBSERVACIONES:

RUC: 20606529229
Psj. GRAU #211 - CHILCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

CARAS FRACTURADAS (ASTM D 5821-13)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA	
TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".	
TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin	
CANTERA: Pilcomayo	HECHO POR: A.Y.G.
MATERIAL: Piedra chancada 3/8"	FECHA: Octubre-2022

Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 8

A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 85% MAX						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	%	C'D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"	501.3	9.6	1.92	1.9	3.6
TOTAL		501	9.6		1.9	3.64

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	TOTAL E	=	4		98.1	%
	TOTAL D		1.90			

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 60% MAX						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	(grs.)	C'D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"	501.3	9.6	1.92	1.9	3.6
TOTAL		501	9.6		1.9	3.64

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	TOTAL E	=	4		98.1	%
	TOTAL D		1.90			

OBSERVACIONES :

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEO TESTV02@GMAIL.COM

Luis Gambarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198167



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO	
(ASTM C88M-18 - AASHTO T104)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
<p>TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".</p> <p>TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin</p> <p>CANTERA: Pilcomayo</p> <p>MATERIAL: Piedra chancada 3/8"</p> <p style="text-align: right;">HECHO POR: A.Y.G. FECHA: Octubre-2022</p>	

Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 8

AGREGADO GRUESO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	3/8"	1.9	675.4	666.3	9.10	1.35	0.03
3/8"	Nº 4	87.8	300.0	288.5	11.50	3.83	3.37
TOTALES		89.7	975.4				3.39

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

(ASTM D 1888)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pilcomayo

MATERIAL: Piedra chancada 3/8"

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre-2022

Muestra: Tratamiento Superficial Bicapa - Huso 8

AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	145.90	175.20	168.90
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	146.05	175.33	169.01
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.15	0.13	0.11
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(1/((C \times A)/(D \times B))) \times 100$	%	0.450	0.390	0.330
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.390		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	

RUC: 20606529229
Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198162



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DOSIFICACIÓN DE LIGANTES ASFÁLTICOS Y AGREGADO PÉTREO

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De La Cruz Canchumani Meyim Sulema y Esplana Quispe Katterin Mellin

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Combinación de agregado

FECHA: Octubre-2022

MUESTRA: Dosificación ligantes asfálticos y dosificación de agregado pétreo

AREA DE APLICACIÓN	100	m ²
LIGANTE ASFÁLTICO	Emulsion tipo CRS-2	
PRIMERA APLICACIÓN	Huso granulométrico N°6	
SEGUNDA APLICACIÓN	Huso granulométrico N°8	

DESCRIPCIÓN	CANT.	UND.
Agregado 1° capa	1.200	m ³ /m ²
Agregado 2° capa	0.600	m ³ /m ²
Total de agregado	1.800	m ³ /m ²
Ligante Asfáltico 1° capa	108.000	l/m ²
Ligante Asfáltico 2° capa	91.000	l/m ²
Total de ligante asfáltico	199.000	l/m ²

OBSERVACIONES:

▲ RUC: 20606529229
📍 Psj. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



**LABORATORIO
GEO TEST V S.A.C.**
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Viga Benkelman- tramo N°01

▲ RUC: 20606529229
📍 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)

Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales

PUNTO DE MUESTRA	LADO	PROGRESIVA	R1 = 30 cm			R2 = 75 cm			R3 = 150 cm			R4 = 300 cm			DEFLEXIONES INDIVIDUALES (pp=2 mm)			DEFLEXIONES RELACION DE BRAZO DE VIGAS (pp=2 mm)			DINAM (pp=3 mm)	PUNTO DE CANTONERA (mm)
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18		
PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES, DEFLEXIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA - TRAMO I																						
1	IZQUIERDA	0+000	97	95	93	89	87	13,00	10,00	8,00	6,00	2,00	0,00	52,00	40,00	32,00	24,00	8,00	0,00	52,00	0,00	290,42
2	IZQUIERDA	0+010	97	95	93	89	87	15,00	12,00	10,00	8,00	4,00	0,00	50,00	40,00	32,00	24,00	16,00	0,00	50,00	0,00	290,42
3	IZQUIERDA	0+020	97	94	92	89	86	14,00	11,00	9,00	7,00	4,00	0,00	55,00	44,00	33,00	28,00	16,00	0,00	55,00	0,00	290,42
4	IZQUIERDA	0+030	97	95	93	89	87	17,00	13,00	12,00	10,00	8,00	0,00	58,00	46,00	35,00	24,00	8,00	0,00	58,00	0,00	198,31
5	IZQUIERDA	0+040	97	94	92	89	86	12,00	9,00	8,00	5,00	2,00	0,00	48,00	36,00	24,00	20,00	6,00	0,00	48,00	0,00	290,42
6	IZQUIERDA	0+050	97	95	93	89	86	14,00	11,00	9,00	8,00	3,00	0,00	50,00	44,00	36,00	24,00	12,00	0,00	50,00	0,00	290,42
PROMEDIO																						
DESV. ESTÁNDAR																						
56,67 44,00 35,33 28,00 15,33 0,00 56,67 240,37																						
8,89 5,86 8,16 7,16 8,91 0,00 8,89 28,38																						



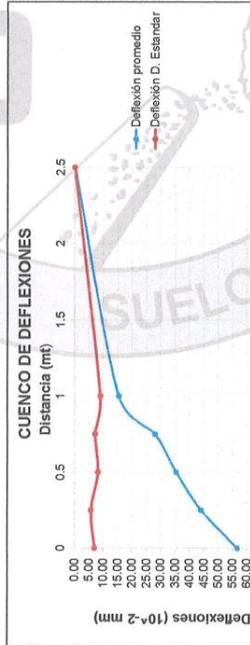
📍 RUC: 20606529229
 📍 P.S.J. GRAU #211 - D.H.L.C.A
 📞 980329953 / 952525151
 🌐 GEO TEST V S.A.C.
 ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📧 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

TÍTULO		MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 102)										
ACTIVIDAD		*Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Mazaruni con tratamientos superficiales*										
MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRA)		TRAMITO SUPERFICIAL BICAPA										
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN		8.2 TN										
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS		80 PSI										
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES		VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)										
TEMPERATURA		26.9° C										
FECHA		OCTUBRE - 2022										
SOLICITADO POR		De la Cruz Canchamani, Moyán Sulema y Espalona Quirope, Kathrin Melin										
MUESTRA		TRAMO 01										
PRO DE BARRA	LADO	PROGRESIVA	LECTORES DEL DEFLECTOMETRO		DIFERENCIA		DEFLEXIONES PARCIALES (10 ⁻² mm)		DEFLEXIONES RELACIONES BRZ DE BS (10 ⁻² mm)		Difm (10 ⁻² mm)	Relm del Carretera (mm)
			R1+25 cm	R2+25 cm	R1+75 cm	R2+75 cm	D1	D2	D1	D2		

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE



Deflexión Característica

Dm = 56.67 (10⁻² mm)
 ds = 6.89 (10⁻² mm)
 Dc = 68.00 (10⁻² mm)

Deflexión admisible

N = 4.8 millones de ejes equivalentes
 Dadm = 69.95 (10⁻² mm)

Análisis de la Deflexión Característica y Admisible

Dc = 68.00 (10⁻² mm)
 Dadm = 69.95 (10⁻² mm)
 Verif. Dc < Dadm
 Estado = **conforme!!!**

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas, carreteras de IMDA separadas cada una con dos o más carriles. Carreteras de 4001 vehículos, de calzadas anchas.	Dc = Dm + 1.645 ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras de Primera Clase con un carril por cada dirección de circulación. Carreteras de Segunda Clase con un carril por cada dirección de circulación.	Dc = Dm + 1.645 ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras de Tercera Clase con un carril por cada dirección de circulación.	Dc = Dm + 1.262 ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%.
Carreteras de 2da categoría con un carril por cada dirección de circulación.	Dc = Dm + 1.262 ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%.
Troncos carreteros con un carril por cada dirección de circulación.	Dc = Dm + 1.036 ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 85%.

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

Consultar 15.225 (Deflexión de Pavimentos Carreteros) Series: Tipos de Carreteras. Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MTC - 2014.



RUC: 20606529229
 PSJ.GRAU.#211-CHILDA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEO TEST V @ GMAIL.COM
 LABEOTESTV02 @ GMAIL.COM



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

TÍTULO		MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 102)																				
ACTIVIDAD		*Análisis del comportamiento funcional y estructura de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Itzamal con tratamientos superficiales*																				
TIPO DE PAVIMENTO		MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)																				
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN		SLURRY SEAL																				
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS		8.2 TN																				
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES		80 PSI																				
TEMPERATURA		VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)																				
FECHA		OCTUBRE 2022																				
SOLICITADO POR		De la Cruz Canchamari, Mayán Sulema y Espinoza Guispe, Katerin Mallin																				
MUESTRA		TRAMO 04																				
PROYECTO	LADO	PROGRESIVA	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO			DEFLEXIONES FISICALES (pp=2 mm)					DEFLEXIONES RELACION DE BRZO DE 16 (pp=2 mm)					Límite (pp=2 mm)	Radio de Curvatura (m)					
			R1=1.50 cm	R2=1.50 cm	R3=1.50 cm	R4=1.50 cm	R5=1.50 cm	R6=1.50 cm	R7=1.50 cm	R8=1.50 cm	R9=1.50 cm	D0	D25	D50	D75			D100				
PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES, DEFLEXIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA - TRAMO I																						
1	IZQUIERDO	0+000	100	89	97	95	91	88	12.00	11.00	9.00	7.00	3.00	0.00	48.00	44.00	38.00	28.00	12.00	0.00	48.00	791.25
2	IZQUIERDO	0+210	100	97	95	92	89	86	11.00	8.00	7.00	6.00	3.00	0.00	44.00	32.00	23.00	24.00	12.00	0.00	44.00	289.42
3	IZQUIERDO	0+220	100	89	95	93	89	87	11.00	10.00	9.00	6.00	4.00	0.00	44.00	40.00	35.00	24.00	16.00	0.00	44.00	791.25
4	IZQUIERDO	0+300	100	97	95	94	88	86	12.00	9.00	8.00	7.00	6.00	0.00	48.00	36.00	35.00	28.00	24.00	0.00	48.00	289.42
5	IZQUIERDO	0+340	100	88	95	94	87	89	11.00	9.00	9.00	5.00	4.00	0.00	44.00	36.00	35.00	20.00	16.00	0.00	44.00	399.03
6	IZQUIERDO	0+350	100	97	95	94	89	87	11.00	8.00	7.00	5.00	2.00	0.00	44.00	32.00	28.00	20.00	8.00	0.00	44.00	289.42
PROMEDIO																						
DESV ESTIMAR																						
45.32 36.67 33.33 34.00 14.67 0.00 46.33																						
2.07 4.86 4.13 2.58 5.47 0.00 2.07																						


Luis Gaiterra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161


GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM

RUC: 20606529229
 PSJ GRAJ #211-CHILCA
 980329953 / 952525151



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

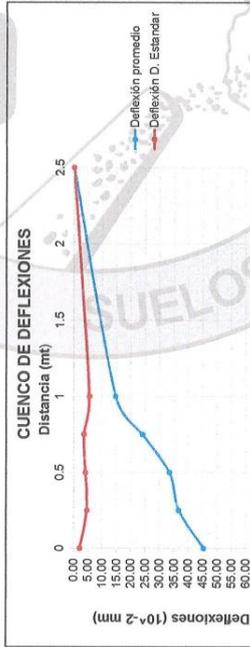
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BEINKELMAN (MTO E - 1002)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
TÍTULO	"Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Mizamarif con tratamientos superficiales".																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
ACTIVIDAD	MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
TIPO DE PAVIMENTO	TRAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN	8.2 TN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS	80 PSI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES	VIGA BEINKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
TEMPERATURA	26.8° C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
FECHA	OCTUBRE- 2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SOLICITADO POR	De la Cruz Cancichimani, Meyim Sulmeza y Esplana Quispe, Kallarin Millin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
MUESTRA	TRAMO 01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
PUNTO DE ENSAYO	LADO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	PROGRESIVA	P1+ 2.00	P1+ 25.00	P1+ 28.00	P2+ 36.00	P2+ 75.00	P2+ 78.00	P3+ 88.00	P3+ 200.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO					DEFLEXIONES PARCIALES (10 ⁻² mm)					DEFLEXIONES RELACION DE BRAZO DE 10 ⁻² mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43	P44	P45	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59	P60	P61	P62	P63	P64	P65	P66	P67	P68	P69	P70	P71	P72	P73	P74	P75	P76	P77	P78	P79	P80	P81	P82	P83	P84	P85	P86	P87	P88	P89	P90	P91	P92	P93	P94	P95	P96	P97	P98	P99	P100	P101	P102	P103	P104	P105	P106	P107	P108	P109	P110	P111	P112	P113	P114	P115	P116	P117	P118	P119	P120	P121	P122	P123	P124	P125	P126	P127	P128	P129	P130	P131	P132	P133	P134	P135	P136	P137	P138	P139	P140	P141	P142	P143	P144	P145	P146	P147	P148	P149	P150	P151	P152	P153	P154	P155	P156	P157	P158	P159	P160	P161	P162	P163	P164	P165	P166	P167	P168	P169	P170	P171	P172	P173	P174	P175	P176	P177	P178	P179	P180	P181	P182	P183	P184	P185	P186	P187	P188	P189	P190	P191	P192	P193	P194	P195	P196	P197	P198	P199	P200	P201	P202	P203	P204	P205	P206	P207	P208	P209	P210	P211	P212	P213	P214	P215	P216	P217	P218	P219	P220	P221	P222	P223	P224	P225	P226	P227	P228	P229	P230	P231	P232	P233	P234	P235	P236	P237	P238	P239	P240	P241	P242	P243	P244	P245	P246	P247	P248	P249	P250	P251	P252	P253	P254	P255	P256	P257	P258	P259	P260	P261	P262	P263	P264	P265	P266	P267	P268	P269	P270	P271	P272	P273	P274	P275	P276	P277	P278	P279	P280	P281	P282	P283	P284	P285	P286	P287	P288	P289	P290	P291	P292	P293	P294	P295	P296	P297	P298	P299	P300	P301	P302	P303	P304	P305	P306	P307	P308	P309	P310	P311	P312	P313	P314	P315	P316	P317	P318	P319	P320	P321	P322	P323	P324	P325	P326	P327	P328	P329	P330	P331	P332	P333	P334	P335	P336	P337	P338	P339	P340	P341	P342	P343	P344	P345	P346	P347	P348	P349	P350	P351	P352	P353	P354	P355	P356	P357	P358	P359	P360	P361	P362	P363	P364	P365	P366	P367	P368	P369	P370	P371	P372	P373	P374	P375	P376	P377	P378	P379	P380	P381	P382	P383	P384	P385	P386	P387	P388	P389	P390	P391	P392	P393	P394	P395	P396	P397	P398	P399	P400	P401	P402	P403	P404	P405	P406	P407	P408	P409	P410	P411	P412	P413	P414	P415	P416	P417	P418	P419	P420	P421	P422	P423	P424	P425	P426	P427	P428	P429	P430	P431	P432	P433	P434	P435	P436	P437	P438	P439	P440	P441	P442	P443	P444	P445	P446	P447	P448	P449	P450	P451	P452	P453	P454	P455	P456	P457	P458	P459	P460	P461	P462	P463	P464	P465	P466	P467	P468	P469	P470	P471	P472	P473	P474	P475	P476	P477	P478	P479	P480	P481	P482	P483	P484	P485	P486	P487	P488	P489	P490	P491	P492	P493	P494	P495	P496	P497	P498	P499	P500	P501	P502	P503	P504	P505	P506	P507	P508	P509	P510	P511	P512	P513	P514	P515	P516	P517	P518	P519	P520	P521	P522	P523	P524	P525	P526	P527	P528	P529	P530	P531	P532	P533	P534	P535	P536	P537	P538	P539	P540	P541	P542	P543	P544	P545	P546	P547	P548	P549	P550	P551	P552	P553	P554	P555	P556	P557	P558	P559	P560	P561	P562	P563	P564	P565	P566	P567	P568	P569	P570	P571	P572	P573	P574	P575	P576	P577	P578	P579	P580	P581	P582	P583	P584	P585	P586	P587	P588	P589	P590	P591	P592	P593	P594	P595	P596	P597	P598	P599	P600	P601	P602	P603	P604	P605	P606	P607	P608	P609	P610	P611	P612	P613	P614	P615	P616	P617	P618	P619	P620	P621	P622	P623	P624	P625	P626	P627	P628	P629	P630	P631	P632	P633	P634	P635	P636	P637	P638	P639	P640	P641	P642	P643	P644	P645	P646	P647	P648	P649	P650	P651	P652	P653	P654	P655	P656	P657	P658	P659	P660	P661	P662	P663	P664	P665	P666	P667	P668	P669	P670	P671	P672	P673	P674	P675	P676	P677	P678	P679	P680	P681	P682	P683	P684	P685	P686	P687	P688	P689	P690	P691	P692	P693	P694	P695	P696	P697	P698	P699	P700	P701	P702	P703	P704	P705	P706	P707	P708	P709	P710	P711	P712	P713	P714	P715	P716	P717	P718	P719	P720	P721	P722	P723	P724	P725	P726	P727	P728	P729	P730	P731	P732	P733	P734	P735	P736	P737	P738	P739	P740	P741	P742	P743	P744	P745	P746	P747	P748	P749	P750	P751	P752	P753	P754	P755	P756	P757	P758	P759	P760	P761	P762	P763	P764	P765	P766	P767	P768	P769	P770	P771	P772	P773	P774	P775	P776	P777	P778	P779	P780	P781	P782	P783	P784	P785	P786	P787	P788	P789	P790	P791	P792	P793	P794	P795	P796	P797	P798	P799	P800	P801	P802	P803	P804	P805	P806	P807	P808	P809	P810	P811	P812	P813	P814	P815	P816	P817	P818	P819	P820	P821	P822	P823	P824	P825	P826	P827	P828	P829	P830	P831	P832	P833	P834	P835	P836	P837	P838	P839	P840	P841	P842	P843	P844	P845	P846	P847	P848	P849	P850	P851	P852	P853	P854	P855	P856	P857	P858	P859	P860	P861	P862	P863	P864	P865	P866	P867	P868	P869	P870	P871	P872	P873	P874	P875	P876	P877	P878	P879	P880	P881	P882	P883	P884	P885	P886	P887	P888	P889	P890	P891	P892	P893	P894	P895	P896	P897	P898	P899	P900	P901	P902	P903	P904	P905	P906	P907	P908	P909	P910	P911	P912	P913	P914	P915	P916	P917	P918	P919	P920	P921	P922	P923	P924	P925	P926	P927	P928	P929	P930	P931	P932	P933	P934	P935	P936	P937	P938	P939	P940	P941	P942	P943	P944	P945	P946	P947	P948	P949	P950	P951	P952	P953	P954	P955	P956	P957	P958	P959	P960	P961	P962	P963	P964	P965	P966	P967	P968	P969	P970	P971	P972	P973	P974	P975	P976	P977	P978	P979	P980	P981	P982	P983	P984	P985	P986	P987	P988	P989	P990	P991	P992	P993	P994	P995	P996	P997	P998	P999	P1000	P1001	P1002	P1003	P1004	P1005	P1006	P1007	P1008	P1009	P1010	P1011	P1012	P1013	P1014	P1015	P1016	P1017	P1018	P1019	P1020	P1021	P1022	P1023	P1024	P1025	P1026	P1027	P1028	P1029	P1030	P1031	P1032	P1033	P1034	P1035	P1036	P1037	P1038	P1039	P1040	P1041	P1042	P1043	P1044	P1045	P1046	P1047	P1048	P1049	P1050	P1051	P1052	P1053	P1054	P1055	P1056	P1057	P1058	P1059	P1060	P1061	P1062	P1063	P1064	P1065	P1066	P1067	P1068	P1069	P1070	P1071	P1072	P1073	P1074	P1075	P1076	P1077	P1078	P1079	P1080	P1081	P1082	P1083	P1084	P1085	P1086	P1087	P1088	P1089	P1090	P1091	P1092	P1093	P1094	P1095	P1096	P1097	P1098	P1099	P1100	P1101	P1102	P1103	P1104	P1105	P1106	P1107	P1108	P1109	P1110	P1111	P1112	P1113	P1114	P1115	P1116	P1117	P1118	P1119	P1120	P1121	P1122	P1123	P1124	P1125	P1126	P1127	P1128	P1129	P1130	P1131	P1132	P1133	P1134	P1135	P1136	P1137	P1138	P1139	P1140	P1141	P1142	P1143	P1144	P1145	P1146	P1147	P1148	P1149	P1150	P1151	P1152	P1153	P1154	P1155	P1156	P1157	P1158	P1159	P1160	P1161	P1162	P1163	P1164	P1165	P1166	P1167	P1168	P1169	P1170	P1171	P1172	P1173	P1174	P1175	P1176	P1177	P1178	P1179	P1180	P1181	P1182	P1183	P1184	P1185	P1186	P1187	P1188	P1189	P1190	P1191	P1192	P1193	P1194	P1195	P1196	P1197	P1198	P1199	P1200	P1201	P1202	P1203	P1204	P1205	P1206	P1207	P1208	P1209	P1210	P1211	P1212	P1213	P1214	P1215	P1216	P1217	P1218	P1219	P1220	P1221	P1222	P1223	P1224	P1225	P1226	P1227	P1228	P1229	P1230	P1231	P1232	P1233	P1234	P1235	P1236	P1237	P1238	P1239	P1240	P1241	P1242	P1243	P1244	P1245	P1246	P1247	P1248	P1249	P1250	P1251	P1252	P1253	P1254	P1255	P1256	P1257	P1



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENZELMAN (MTC - 1012)											
Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Mazamari con trámites superficiales											
TÍTULO											
ACTIVIDAD											
MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)											
TIPO DE PAVIMENTO											
CARGA DE ELE DEL CAMIÓN											
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS											
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES											
TEMPERATURA											
FECHA											
SOLICITADO POR											
MUESTRA											
PROGRESIVA											
LAJO											
ESTADOS DEL RESQUEMERO											
DEFLEXIONES PUNTALES (p*2 mm)											
DEFLEXIONES CARACTERÍSTICAS (p*2 mm)											
DEFLEXIONES MEDIDAS EN EL PASO DE LOS VEHÍCULOS (p*2 mm)											
RADIO DE CURVATURA (m)											

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE



Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA separadas, cada una con dos o más carriles	Dc = Dm = 1.645xds	Deflexión característica para una confiabilidad de 95%
Carreteras: Doble o Múltiple carriles de IMDA entre 6000 y 4000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	Dc = Dm = 1.645xds	Deflexión característica para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase con un IMDA entre 4000 y 2000 vehículos, de una calzada de dos carriles	Dc = Dm = 1.645xds	Deflexión característica para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase con un IMDA entre 400 y 200 vehículos, de una calzada de dos carriles	Dc = Dm = 1.282xds	Deflexión característica para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase con un IMDA entre 400 y 200 vehículos, de una calzada de dos carriles	Dc = Dm = 1.282xds	Deflexión característica para una confiabilidad de 80%
Troncos: carreteras con un IMDA de 200 vehículos, de una calzada.	Dc = Dm = 1.036xds	Deflexión característica para una confiabilidad de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

Norma N° 302: Deflexiones de Pavimentos Características, Estado Tipo de Carreteras
 Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MTC - 2014.

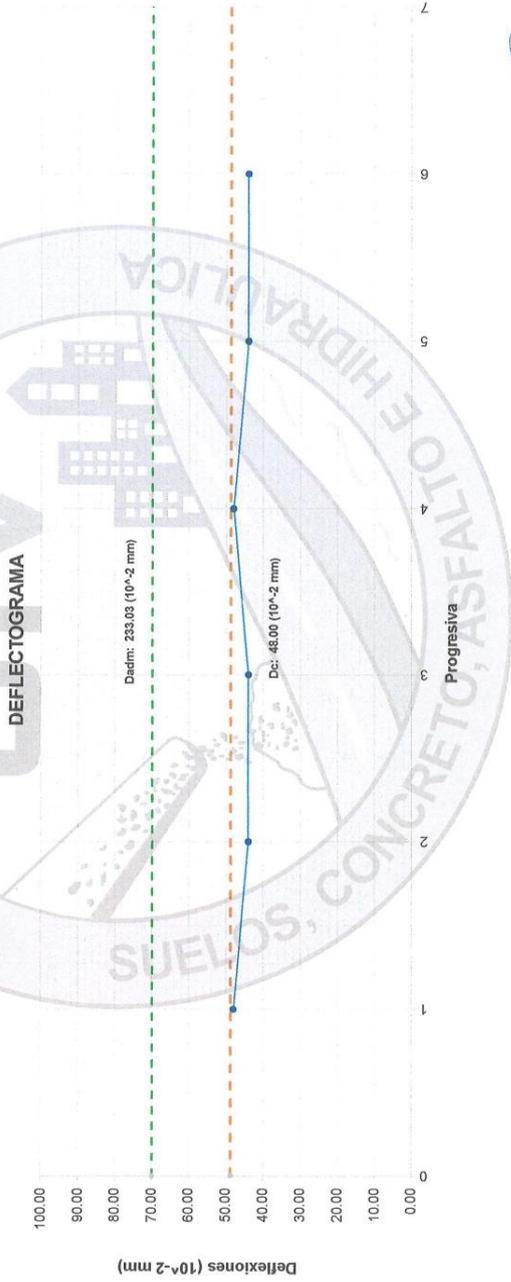


• RUC: 20606529229
 • P.S.J. GRAU #211-CHILCA
 • 980329953 / 952525151
 • GEO TEST V S.A.C.
 • GEOTEST.V@GMAIL.COM
 • LABGEOESTV02@GMAIL.COM



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (RTE E - 102.1)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
TÍTULO	"Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ACTIVIDAD	MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
TIPO DE PAVIMENTO	SLURRY SEAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN	8.2 TN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS	80 PSI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES	VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
TEMPERATURA	24.5° C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
FECHA	OCTUBRE-2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SOLICITADO POR	De la Cruz Cancichamani, Mayim Suñama y Espinoza Espinoza, Katherine Mallin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
MUESTRA	TRAMO 01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CITA DE ENSAYO	PROBLEMA	80 x 1 cm	R1 = 25 cm	R2 = 30 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	R5 = 200 cm	DEFLEXIONES PARCIALES (10 ⁻² mm)							DEFLEXIONES RELACION DE BRACO DE 100 (10 ⁻² mm)	Inicio (10 ⁻² mm)	Fin (10 ⁻² mm)	Resultado Corregido (mm)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	LADO							01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999



📍 RUC: 20606529229
 📍 PSJ.GRAU.#211-DHILCA
 📞 980329953 / 952525151

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 188787



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V.S.A.C.

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 10M2)

"Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Sulpo - Macanari con tratamientos superficiales"

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)

TRATAMIENTO SUPERFICIAL RICAPA

8.2 IN

PRUEBA DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES

VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)

30.9 IN

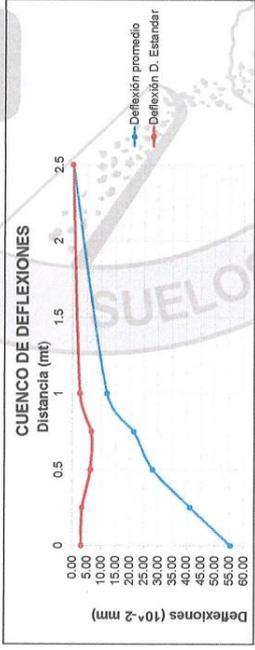
OCTUBRE 2022

De la Cruz Canchamuni, Mayim Subiana y Espinosa Quirope, Katherin Mellin

TRAMO 02

LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO		DEFLEXIONES INDIVIDUALES (10*2 mm)										DEFLEXIONES RELACION DE BRAZO DE 10 (10*2 mm)		Diferencia (10*2 mm)				
PROGRESIVA	LABO	R0 = 8 cm	R1 = 25 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	R5 = 150 cm	R6 = 200 cm	R7 = 300 cm	R8 = 400 cm	R9 = 500 cm	D50	D100	D150	D200	D250	D300	D350

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE



Deflexión Característica

$D_m = 55.33$ (10^{-2} mm)

$d_s = 3.01$ (10^{-2} mm)

$D_c = 60.29$ (10^{-2} mm)

Deflexión admisible

$N = 4.7$ millones de ejes equivalentes

$D_{adm} = 70.33$ (10^{-2} mm)

Análisis de la Deflexión Característica y Admisible

$D_c = 60.29$ (10^{-2} mm)

$D_{adm} = 70.33$ (10^{-2} mm)

Verif. = $D_c < D_{adm}$

Estado = **conforme!!!**

Tipo de Carretera	Deflexión Característica D_c	Observación
Autopistas: carreteras de IMCA mayor de 8000 vehículos, de calzadas anchas, con más de dos carriles por sentido.	$D_c = D_m + 1.645d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%.
Carreteras: Duales o Multicarril de IMCA entre 6000 y 4001 vehículos, de una calzada de dos carriles, con una o más carriles por sentido.	$D_c = D_m + 1.645d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%.
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMCA entre 4000-2000 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.645d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%.
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMCA entre 2000-500 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.262d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%.
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMCA entre 400-200 vehículos, de una calzada de dos carriles.	$D_c = D_m + 1.262d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%.
Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico: carreteras con un IMCA ≤ 200 vehículos.	$D_c = D_m + 1.005d_s$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 85%.

Nota: D_c = Deflexión característica, D_m = Deflexión media, d_s = desviación estándar

Cuadro 12.22: Deflexión de Carreteras Segun Tipo de Carreteras
 Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC -2014.

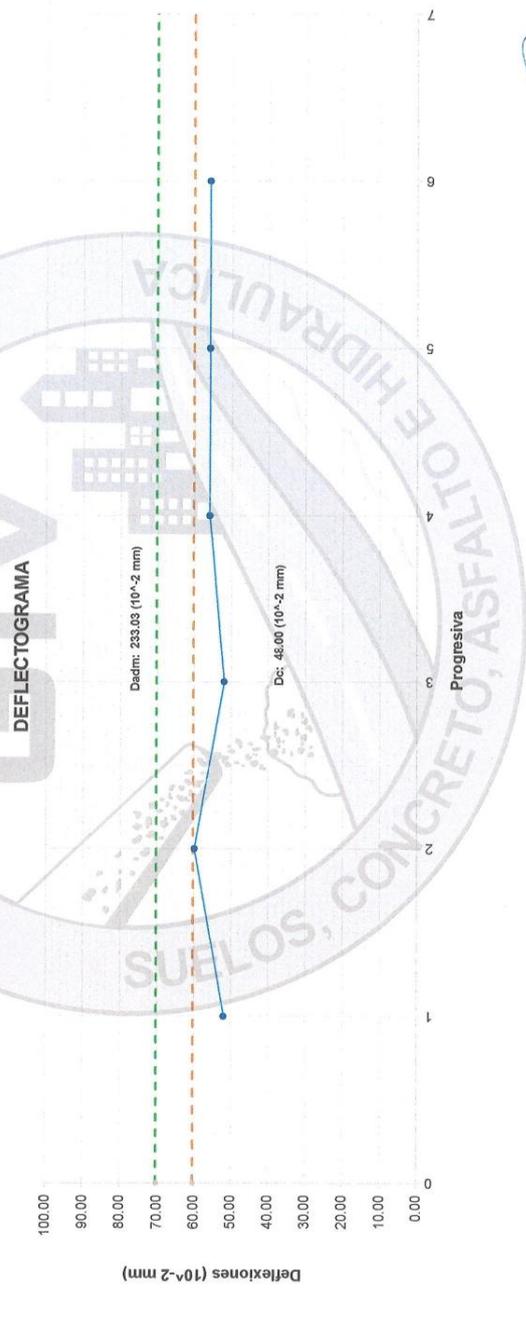


📍 RUC: 20606529229
 📍 P.S.J. GRAU #211- CHILCA
 📞 980329953 / 952525151
 🌐 GEO TEST V.S.A.C.
 📧 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉️ LABGEOTESTV2@GMAIL.COM



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

TÍTULO MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)												
ACTIVIDAD "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Sulco - Macanuri con tratamientos superficiales".												
TIPO DE PAVIMENTO MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)												
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA												
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS 8.2 PSI												
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)												
TEMPERATURA 26.3° C												
FECHA OCTUBRE 2022												
SOLICITADO POR De la Cruz Canchamuri, Mayim Subema y Espelina Guispe, Kaiterin Mellin												
MUESTRA TRAMO 02												
PROYECTO LADO	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO R1 = 8 cm R2 = 30 cm R3 = 75 cm R4 = 150 cm R5 = 300 cm		DEFLEXIONES PARCIALES (10⁻² mm) D00 D25 D50 D75 D100 D150 D200 D300		DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE 100 A 1 (10⁻² mm) D100 D200 D300		DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE 100 A 2 (10⁻² mm) D200 D300		DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE 100 A 3 (10⁻² mm) D300		DEFLEXIONES - RELACION DE BRAZO DE 100 A 4 (10⁻² mm) D400	
	R6 = 45 cm R7 = 90 cm R8 = 135 cm R9 = 180 cm R10 = 225 cm		D45 D90 D135 D180 D225		D400 D600		D600 D900		D900 D1200		D1200 D1500	
PROYECTO PROGRESIVA												
PROYECTO PROGRESIVA												



📍 RUC: 20606529229
 📍 P.S.J. GRAU #211 - CHILCA
 📞 980329953 / 952525151

📝 JULIO GAMARRA ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (M.T.O. E - 1002)

"Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Mazanari con tratamientos superficiales".

SLURRY SEAL

8.2 TN

80 PSI

VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)

24.5° C

OCTUBRE 2022

De la Cruz Canchamani, Mayán Sulema y Espina Ousppe, Katherin Melin

PUNTO DE MUESTRA	LADO	PROGRESIVA	LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO					DEFLEXIONES POR SECTORES (mm/2 mm)										Difer. (mm/2 mm)	Difer. de Curvatura (mm)				
			R1 + 15 cm	R2 + 30 cm	R3 + 45 cm	R4 + 60 cm	R5 + 75 cm	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9			D10	D11	D12	D13
PROCESAMIENTO DE LECTURAS, OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES, DEFLEXIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA - TRAMO II																							
1	ZQUIERDO	0+00	86	95	83	91	89	11.00	9.00	6.00	4.00	2.00	0.00	44.00	44.00	38.00	24.00	18.00	8.00	0.00	44.00	44.00	380.03
2	ZQUIERDO	0+10	96	95	95	92	90	10.00	6.00	5.00	5.00	2.00	0.00	40.00	40.00	24.00	20.00	8.00	0.00	40.00	40.00	198.31	
3	ZQUIERDO	0+20	97	95	95	93	90	10.00	7.00	6.00	5.00	3.00	0.00	40.00	40.00	28.00	24.00	12.00	0.00	40.00	40.00	289.42	
4	ZQUIERDO	0+30	96	95	95	94	89	11.00	7.00	6.00	6.00	5.00	0.00	44.00	44.00	28.00	24.00	20.00	0.00	44.00	44.00	198.31	
5	ZQUIERDO	0+40	97	95	95	95	92	88	12.00	9.00	7.00	7.00	5.00	0.00	46.00	46.00	38.00	28.00	20.00	0.00	46.00	46.00	289.42
6	ZQUIERDO	0+50	96	95	93	90	87	13.00	11.00	8.00	6.00	3.00	0.00	52.00	44.00	36.00	24.00	12.00	0.00	52.00	52.00	380.03	
PROMEDIO																							
DESVI ESTANDAR																							
														44.67	32.67	22.00	13.33	0.00	44.67	262.12			
														4.88	7.34	4.20	3.47	0.00	4.88	88.58			



📍 RUC: 20606529229
 📍 PSJ. GRAU #211 - CHILCA
 📞 980329953 / 952525151
 📧 GEO TEST V S.A.C.
 📧 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



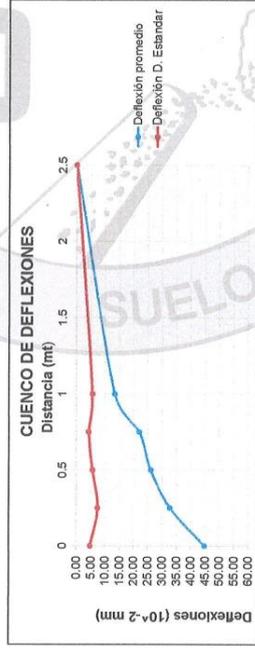
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 1002)

Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salpo - Nazamari con tratamientos superficiales.

TÍTULO	MEDICIÓN DE DEFLEXIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)										
ACTIVIDAD	SLURRY SEAL										
TIPO DE PAVIMENTO	8.2 TN										
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN	80 PSI										
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS	VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BANKER)										
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES	24.9° C										
TEMPERATURA	OCTUBRE 2022										
FECHA	De la Cruz Carachumani, Mayim Sullana y Espilana Oulapo, Kallitum Melin										
SOLICITADO POR	FRANCO 02										
MUESTRA	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO										
PROYECTO	R1 = 1.20 cm	R2 = 2.30 cm	R3 = 7.5 cm	R4 = 1.00 cm	R5 = 2.50 cm	R6 = 1.00 cm	R7 = 2.50 cm	R8 = 1.00 cm	R9 = 2.50 cm	R10 = 1.00 cm	R11 = 2.50 cm
LADO	DEFLEXIONES PROMEDIALES (10 ⁻² mm)										
PROGRESIVA	DEFLEXIONES RELACION DE BRAZO DE 16 (10 ⁻² mm)										
UNIDAD	mm										

CUENCO DE DEFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y ADMISIBLE



Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas, carreteras de IMDA y carreteras de primera clase, para un volumen de tráfico superior a cada una de las siguientes categorías:	Dc = Dm + 1.645ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase o Maltrata, para un volumen de tráfico superior a cada una de las siguientes categorías:	Dc = Dm + 1.645ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase o Maltrata, de una categoría de dos carriles, de una longitud de dos carriles, con un IMDA entre 4000-4999 vehículos, de una categoría de tres carriles, de una longitud de dos carriles.	Dc = Dm + 1.645ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase o Maltrata, de una categoría de dos carriles, de una longitud de dos carriles.	Dc = Dm + 1.262ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase o Maltrata, de una categoría de tres carriles, de una longitud de dos carriles.	Dc = Dm + 1.262ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Baja Volumen de Tráfico, de una categoría de dos carriles, de una longitud de dos carriles.	Dc = Dm + 1.036ds	Deflexión característica, para una confiabilidad de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica; Dm = Deflexión media; ds = desviación estándar

Curso 12.22: Deflexión de Carreteras Segun Tipo de Carretera
 Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología y Pavimentos - MTC - 2014.

GEO TEST V S.A.C.
 GEO TEST V S.A.C.
 LAB GEOTEST V2 @ GMAIL.COM

RUC: 20606529229
 P.S.J. DRAJ # 211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MEDIDA DE LA DEFLIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN (MTC E - 102)

TÍTULO	*Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramón - La Merced y Salpo - Itazamañ con tratamientos superficiales*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ACTIVIDAD	MEDICIÓN DE DEFLIONES (ESTUDIO DE DEFLECTOMETRÍA)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
TIPO DE PAVIMENTO	SLURRY SEAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
CARGA DE EJE DEL CAMIÓN	8.2 TN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
PRESIÓN DE INFLADO DE NEUMÁTICOS	80 PSI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
EQUIPO DE MEDICIÓN DE DEFLIONES	VIGA BENKELMAN (DEFLECTOMETRO MARCA BAKER)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
TEMPERATURA	24.9° C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
FECHA	OCTUBRE: 2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
SOLICITADO POR	De la Cruz Canchaman, Mayán Summa y Espinosa Quirope, Katerin Mallin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
MUESTRA	TRAMO 02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
PROYECTO	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ESTADO	R0 = 0 cm	R1 = 25 cm	R2 = 50 cm	R3 = 75 cm	R4 = 100 cm	R5 = 150 cm	R6 = 200 cm	DEFLESIONES INDIVIDUALES (10 ⁻² mm)							D198	D199	D200	D201	D202	D203	D204	D205	D206	D207	D208	D209	D210	D211	D212	D213	D214	D215	D216	D217	D218	D219	D220	D221	D222	D223	D224	D225	D226	D227	D228	D229	D230	D231	D232	D233	D234	D235	D236	D237	D238	D239	D240	D241	D242	D243	D244	D245	D246	D247	D248	D249	D250	D251	D252	D253	D254	D255	D256	D257	D258	D259	D260	D261	D262	D263	D264	D265	D266	D267	D268	D269	D270	D271	D272	D273	D274	D275	D276	D277	D278	D279	D280	D281	D282	D283	D284	D285	D286	D287	D288	D289	D290	D291	D292	D293	D294	D295	D296	D297	D298	D299	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D310	D311	D312	D313	D314	D315	D316	D317	D318	D319	D320	D321	D322	D323	D324	D325	D326	D327	D328	D329	D330	D331	D332	D333	D334	D335	D336	D337	D338	D339	D340	D341	D342	D343	D344	D345	D346	D347	D348	D349	D350	D351	D352	D353	D354	D355	D356	D357	D358	D359	D360	D361	D362	D363	D364	D365	D366	D367	D368	D369	D370	D371	D372	D373	D374	D375	D376	D377	D378	D379	D380	D381	D382	D383	D384	D385	D386	D387	D388	D389	D390	D391	D392	D393	D394	D395	D396	D397	D398	D399	D400	D401	D402	D403	D404	D405	D406	D407	D408	D409	D410	D411	D412	D413	D414	D415	D416	D417	D418	D419	D420	D421	D422	D423	D424	D425	D426	D427	D428	D429	D430	D431	D432	D433	D434	D435	D436	D437	D438	D439	D440	D441	D442	D443	D444	D445	D446	D447	D448	D449	D450	D451	D452	D453	D454	D455	D456	D457	D458	D459	D460	D461	D462	D463	D464	D465	D466	D467	D468	D469	D470	D471	D472	D473	D474	D475	D476	D477	D478	D479	D480	D481	D482	D483	D484	D485	D486	D487	D488	D489	D490	D491	D492	D493	D494	D495	D496	D497	D498	D499	D500	D501	D502	D503	D504	D505	D506	D507	D508	D509	D510	D511	D512	D513	D514	D515	D516	D517	D518	D519	D520	D521	D522	D523	D524	D525	D526	D527	D528	D529	D530	D531	D532	D533	D534	D535	D536	D537	D538	D539	D540	D541	D542	D543	D544	D545	D546	D547	D548	D549	D550	D551	D552	D553	D554	D555	D556	D557	D558	D559	D560	D561	D562	D563	D564	D565	D566	D567	D568	D569	D570	D571	D572	D573	D574	D575	D576	D577	D578	D579	D580	D581	D582	D583	D584	D585	D586	D587	D588	D589	D590	D591	D592	D593	D594	D595	D596	D597	D598	D599	D600	D601	D602	D603	D604	D605	D606	D607	D608	D609	D610	D611	D612	D613	D614	D615	D616	D617	D618	D619	D620	D621	D622	D623	D624	D625	D626	D627	D628	D629	D630	D631	D632	D633	D634	D635	D636	D637	D638	D639	D640	D641	D642	D643	D644	D645	D646	D647	D648	D649	D650	D651	D652	D653	D654	D655	D656	D657	D658	D659	D660	D661	D662	D663	D664	D665	D666	D667	D668	D669	D670	D671	D672	D673	D674	D675	D676	D677	D678	D679	D680	D681	D682	D683	D684	D685	D686	D687	D688	D689	D690	D691	D692	D693	D694	D695	D696	D697	D698	D699	D700	D701	D702	D703	D704	D705	D706	D707	D708	D709	D710	D711	D712	D713	D714	D715	D716	D717	D718	D719	D720	D721	D722	D723	D724	D725	D726	D727	D728	D729	D730	D731	D732	D733	D734	D735	D736	D737	D738	D739	D740	D741	D742	D743	D744	D745	D746	D747	D748	D749	D750	D751	D752	D753	D754	D755	D756	D757	D758	D759	D760	D761	D762	D763	D764	D765	D766	D767	D768	D769	D770	D771	D772	D773	D774	D775	D776	D777	D778	D779	D780	D781	D782	D783	D784	D785	D786	D787	D788	D789	D790	D791	D792	D793	D794	D795	D796	D797	D798	D799	D800	D801	D802	D803	D804	D805	D806	D807	D808	D809	D810	D811	D812	D813	D814	D815	D816	D817	D818	D819	D820	D821	D822	D823	D824	D825	D826	D827	D828	D829	D830	D831	D832	D833	D834	D835	D836	D837	D838	D839	D840	D841	D842	D843	D844	D845	D846	D847	D848	D849	D850	D851	D852	D853	D854	D855	D856	D857	D858	D859	D860	D861	D862	D863	D864	D865	D866	D867	D868	D869	D870	D871	D872	D873	D874	D875	D876	D877	D878	D879	D880	D881	D882	D883	D884	D885	D886	D887	D888	D889	D890	D891	D892	D893	D894	D895	D896	D897	D898	D899	D900	D901	D902	D903	D904	D905	D906	D907	D908	D909	D910	D911	D912	D913	D914	D915	D916	D917	D918	D919	D920	D921	D922	D923	D924	D925	D926	D927	D928	D929	D930	D931	D932	D933	D934	D935	D936	D937	D938	D939	D940	D941	D942	D943	D944	D945	D946	D947	D948	D949	D950	D951	D952	D953	D954	D955	D956	D957	D958	D959	D960	D961	D962	D963	D964	D965	D966	D967	D968	D969	D970	D971	D972	D973	D974	D975	D976	D977	D978	D979	D980	D981	D982	D983	D984	D985	D986	D987	D988	D989	D990	D991	D992	D993	D994	D995	D996	D997	D998	D999	D1000	D1001	D1002	D1003	D1004	D1005	D1006	D1007	D1008	D1009	D1010	D1011	D1012	D1013	D1014	D1015	D1016	D1017	D1018	D1019	D1020	D1021	D1022	D1023	D1024	D1025	D1026	D1027	D1028	D1029	D1030	D1031	D1032	D1033	D1034	D1035	D1036	D1037	D1038	D1039	D1040	D1041	D1042	D1043	D1044	D1045	D1046	D1047	D1048	D1049	D1050	D1051	D1052	D1053	D1054	D1055	D1056	D1057	D1058	D1059	D1060	D1061	D1062	D1063	D1064	D1065	D1066	D1067	D1068	D1069	D1070	D1071	D1072	D1073	D1074	D1075	D1076	D1077	D1078	D1079	D1080	D1081	D1082	D1083	D1084	D1085	D1086	D1087	D1088	D1089	D1090	D1091	D1092	D1093	D1094	D1095	D1096	D1097	D1098	D1099	D1100	D1101	D1102	D1103	D1104	D1105	D1106	D1107	D1108	D1109	D1110	D1111	D1112	D1113	D1114	D1115	D1116	D1117	D1118	D1119	D1120	D1121	D1122	D1123	D1124	D1125	D1126	D1127	D1128	D1129	D1130	D1131	D1132	D1133	D1134	D1135	D1136	D1137	D1138	D1139	D1140	D1141	D1142	D1143	D1144	D1145	D1146	D1147	D1148	D1149	D1150	D1151	D1152	D1153	D1154	D1155	D1156	D1157	D1158	D1159	D1160	D1161	D1162	D1163	D1164	D1165	D1166	D1167	D1168	D1169	D1170	D1171	D1172	D1173	D1174	D1175	D1176	D1177	D1178	D1179	D1180	D1181	D1182	D1183	D1184	D1185	D1186	D1187	D1188	D1189	D1190	D1191	D1192	D1193	D1194	D1195	D1196	D1197	D1198	D1199	D1200	D1201	D1202	D1203	D1204	D1205	D1206	D1207	D1208	D1209	D1210	D1211	D1212	D1213	D1214	D1215	D1216	D1217	D1218	D1219	D1220	D1221	D1222	D1223	D1224	D1225	D1226	D1227	D1228	D1229	D1230	D1231	D1232	D1233	D1234	D1235	D1236	D1237	D1238	D1239	D1240	D1241	D1242	D1243	D1244	D1245	D1246	D1247	D1248	D1249	D1250	D1251	D1252	D1253	D1254	D1255	D1256	D1257	D1258	D1259	D1260	D1261	D1262	D1263	D1264	D1265	D1266	D1267	D1268	D1269	D1270	D1271	D1272	D1273	D1274	D1275	D1276	D1277	D1278	D1279	D1280	D1281	D1282	D1283	D1284	D1285	D1286	D1287	D1288	D1289	D1290	D1291	D1292	D1293	D1294	D1295	D1296	D1297	D1298	D1299	D1300	D1301	D1302	D1303	D1304	D1305	D1306	D1307	D1308	D1309	D1310	D1311	D1312	D1313	D1314	D1315	D1316	D1317	D1318	D1319	D1320	D1321	D1322	D1323	D1324	D1325	D1326	D1327	D1328	D1329	D1330	D1331	D1332	D1333	D1334	D1335	D1336	D1337	D1338	D1339	D1340	D1341	D1342	D1343	D1344	D1345	D1346	D1347	D1348	D1349	D1350	D1351	D1352	D1353	D1354	D1355	D1356	D1357	D1358	D1359	D1360	D1361	D1362	D1363	D1364	D1365	D1366	D1367	D1368	D1369	D1370	D1371	D1372	D1373	D1374	D1375	D1376	D1377	D1378	D1379	D1380	D1381	D1382	D1383	D1384	D1385	D1386	D1387	D1388	D1389	D1390	D1391	D1392	D1393	D1394	D1395	D1396	D1397	D1398	D1399	D1400	D1401	D1402	D1403	D1404	D1405	D1406	D1407	D1408	D1409	D1410	D1411	D1412	D1413	D1414	D1415	D1416	D1417	D1418	D1419	D1420	D1421	D1422	D1423	D1424	D1425	D1426	D1427	D1428	D1429	D1430	D1431	D1432	D1433	D1434	D1435	D1436	D1437	D1438	D1439



**LABORATORIO
GEO TEST V S.A.C.**
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*Circulo de arena-
tramo N°01*

👤 RUC: 20606529229
📍 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ENSAYO DE CIRCULO DE ARENA

ASTM E965-MTC E 1005

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Salpo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mallin

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Tratamiento superficial bicapa

FECHA: Octubre - 2022

MUESTRA: Tramo 01

LADO	PROG	LECTURAS DEL ENSAYO (mm)					PROMEDIO	VOLUMEN DE ARENA (mm ³)	MDT (mm)
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5			
CENTRO	0+000	170	171	171	169	168	169.8	25000	1.10
CENTRO	0+010	168	166	167	169	168	167.6	25000	1.13
CENTRO	0+020	170	171	168	167	166	168.4	25000	1.12
CENTRO	0+030	169	167	168	167	167	167.6	25000	1.13
CENTRO	0+040	170	171	169	167	168	169	25000	1.11
CENTRO	0+050	168	167	164	168	167	166.4	25001	1.15
TEXTURA SUPERFICIAL REGULAR									1.12


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ENSAYO DE CIRCULO DE ARENA

ASTM E965-MTC E 1005

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESTISTAS: De la Cruz Canchumani, Moyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pilcomayo

MATERIAL: Slurry seal

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre - 2022

MUESTRA: Tramo 02

LADO	PROG	LECTURAS DEL ENSAYO (mm)					PROMEDIO	VOLUMEN DE ARENA (mm ³)	MDT (mm)
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5			
CENTRO	0+000	215	214	213	212	216	214	25000	0.70
CENTRO	0+010	214	214	214	209	211	212.4	25000	0.71
CENTRO	0+020	213	216	217	218	214	215.6	25000	0.68
CENTRO	0+030	210	211	212	213	214	212	25000	0.71
CENTRO	0+050	209	215	216	217	214	214.2	25000	0.69
TEXTURA SUPERFICIAL REGULAR									0.70


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

▲ RUC: 20606529229

📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA

☎ 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V S.A.C.

✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM

✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ENSAYO DE CIRCULO DE ARENA

ASTM E965-MTC E 1005

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTAS: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

CANTERA: Pilcomayo

MATERIAL: Slurry seal

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre - 2022

MUESTRA: Tramo 01

LADO	PROG	LECTURAS DEL ENSAYO (mm)					PROMEDIO	VOLUMEN DE ARENA (mm ³)	MDT (mm)
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5			
CENTRO	0+000	210	213	215	216	216	214	25000	0.70
CENTRO	0+010	209	207	209	211	212	209.6	25000	0.72
CENTRO	0+020	215	216	214	217	218	216	25000	0.68
CENTRO	0+030	219	217	218	218	219	218.2	25000	0.67
CENTRO	0+050	210	211	213	214	216	212.8	25000	0.70
TEXTURA SUPERFICIAL REGULAR									0.69



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198163

📞 RUC: 20606529229
📍 Psj. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
📧 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ENSAYO DE CIRCULO DE ARENA

ASTM E965-MTC E 1005

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTAS: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mallin

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Tratamiento superficial bicapa

FECHA: Octubre-2022

MUESTRA: Tramo 02

LADO	PROG	LECTURAS DEL ENSAYO (mm)					PROMEDIO	VOLUMEN DE ARENA (mm ³)	MDT (mm)
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5			
CENTRO	0+000	168	169	167	168	169	168.2	25000	1.13
CENTRO	0+010	165	164	165	164	163	164.2	25000	1.18
CENTRO	0+020	166	167	168	164	169	166.8	25000	1.14
CENTRO	0+030	165	164	163	165	166	164.6	25000	1.17
CENTRO	0+040	163	162	161	163	164	162.6	25000	1.20
CENTRO	0+050	162	161	162	161	162	161.6	25001	1.22
TEXTURA SUPERFICIAL REGULAR									1.17



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198163

▲ RUC: 20606529229
📍 Psj. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN (IRI)

(ASTM E 1926)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Mellin

TRAMO: N° 2

CARRIL: Izquierdo

LONGITUD: 50 metros

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre - 2022

MUESTRA: Tratamiento superficial bicapa

LECTURAS CAMPO										LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN																													
28	29	28	29	28	28	29	28	28	27	LECTURAS 0	HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS																												
26	25	27	24	25	26	25	24	26	24																														
19	29	19	19	19	21	18	18	18	24																														
17	20	19	18	19	22	17	21	20	18																														
21	21	20	21	22	20	21	20	23	19																														
28	28	28	29	30	29	27	28	28	29																														
27	27	30	26	30	27	30	28	28	27																														
28	29	30	26	29	26	29	25	26	28																														
28	29	29	31	26	26	29	27	30	30																														
29	29	29	21	30	28	28	29	27	27																														
ESP. PASTILLA: 6 LEC. INI.: 25 LEC. FIN.: 12 FACTOR DE CORRECCION: F.C. = 0.923										1																													
CALCULO DE "D" $D = (CI + CE + CD) \times 5$ DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA										2	XX																												
CALCULO DE "R" (IRI) $R = 0.593 + 0.0471 \times D$ $R = 0.0485 \times D$										3																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>COLA IZQUIERDA (CI)</th> <th>CENTRO (CE)</th> <th>COLA DERECHA (CD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TOTALES COLUMNAS EXTREMAS</td> <td>7</td> <td>-</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>LECTURAS CONSIDERADAS</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>FRACCIONES RESULTANTES</td> <td>0.571</td> <td>9</td> <td>0.941</td> </tr> <tr> <td>SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)</td> <td colspan="3">10.51</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td colspan="3">48.52</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td colspan="3">2.88</td> </tr> </tbody> </table>											COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)	TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	7	-	17	LECTURAS CONSIDERADAS	4	-	16	FRACCIONES RESULTANTES	0.571	9	0.941	SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	10.51			D	48.52			R	2.88			4	XXXX
	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)																																				
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	7	-	17																																				
LECTURAS CONSIDERADAS	4	-	16																																				
FRACCIONES RESULTANTES	0.571	9	0.941																																				
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	10.51																																						
D	48.52																																						
R	2.88																																						
COMENTARIOS										5	XXXXXXXX																												
										6	XXXXXXXX																												
										7	XXXXXXXX																												
										8	XXXXXXXX																												
										9	XXXXXXXX																												
										10	XXXXXXXX																												
										11	XXXXXXXX																												
										12	XXXXXXXX																												
										13	XXXXXXXX																												
										14	XXXXXXXX																												
										15	XXXXXXXX																												
										16	XXXXXXXX																												
										17	XXXXXXXX																												
										18	XXXXXXXX																												
										19	XXXXXXXX																												
										20	XXXXXXXX																												
										21	XXXXXXXX																												
										22	XXXXXXXX																												
										23	XXXXXXXX																												
										24	XXXXXXXX																												
										25	XXXXXXXX																												
										26	XXXXXXXX																												
										27	XXXXXXXX																												
										28	XXXXXXXX																												
										29	XXXXXXXX																												
										30	XXXXXXXX																												
										31	XXXXXXXX																												
										32	XXXXXXXX																												
										33	XXXXXXXX																												
										34	XXXXXXXX																												
										35	XXXXXXXX																												
										36	XXXXXXXX																												
										37	XXXXXXXX																												
										38	XXXXXXXX																												
										39	XXXXXXXX																												
										40	XXXXXXXX																												
										41	XXXXXXXX																												
										42	XXXXXXXX																												
										43	XXXXXXXX																												
										44	XXXXXXXX																												
										45	XXXXXXXX																												
										46	XXXXXXXX																												
										47	XXXXXXXX																												
										48	XXXXXXXX																												
										49	XXXXXXXX																												
										50	XXXXXXXX																												

RUD: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN (IRI)

(ASTM E 1926)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis del comportamiento funcional y estructural de las carreteras San Ramon - La Merced y Satipo - Mazamari con tratamientos superficiales".

TESISTA: De la Cruz Canchumani, Meyim Sulema y Esplana Quispe, Katterin Meilin

TRAMO: N° 1

CARRIL: Izquierdo

LONGITUD: 50 metros

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Octubre - 2022

MUESTRA: Slurry seal

LECTURAS CAMPO									
26	31	31	32	37	32	31	30	31	
31	33	33	31	33	32	34	33	32	
32	35	31	31	29	34	37	36	27	31
28	33	35	37	34	32	34	26	32	30
32	29	36	36	32	31	29	31	28	30
30	31	33	32	29	36	36	35	31	31
32	31	31	33	37	36	37	33	35	36
32	30	31	28	33	32	31	36	36	35
31	29	31	31	31	30	31	32	36	32
32	29	36	29	34	30	29	29	29	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN			
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS			
0	1		
0	2		
0	3		
0	4		
0	5		
0	6		
0	7		
0	8		
0	9		
0	10		
0	11		
0	12		
0	13		
0	14		
0	15		
0	16		
0	17		
0	18		
0	19		
0	20		
0	21		
0	22		
0	23		
0	24		
0	25		
0	26	XX	
1	27	X	
0	28	XXX	
11	29	XXXXXXXXXXXX	
7	30	XXXXXXX	
23	31	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
18	32	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
9	33	XXXXXXXXXX	
5	34	XXXXXX	
5	35	XXXXX	
11	36	XXXXXXXXXXXX	
5	37	XXXXX	
0	38		
0	39		
0	40		
0	41		
0	42		
0	43		
0	44		
0	45		
0	46		
0	47		
0	48		
0	49		
0	50		

ESP. PASTILLA	6	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	12
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. =		0.923	

CALCULO DE "D"			
$D = (CI + CE + CD) \times 5$			
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA			
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA			

CALCULO DE "R" (IRI)			
D > 40	D < 40		
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$		

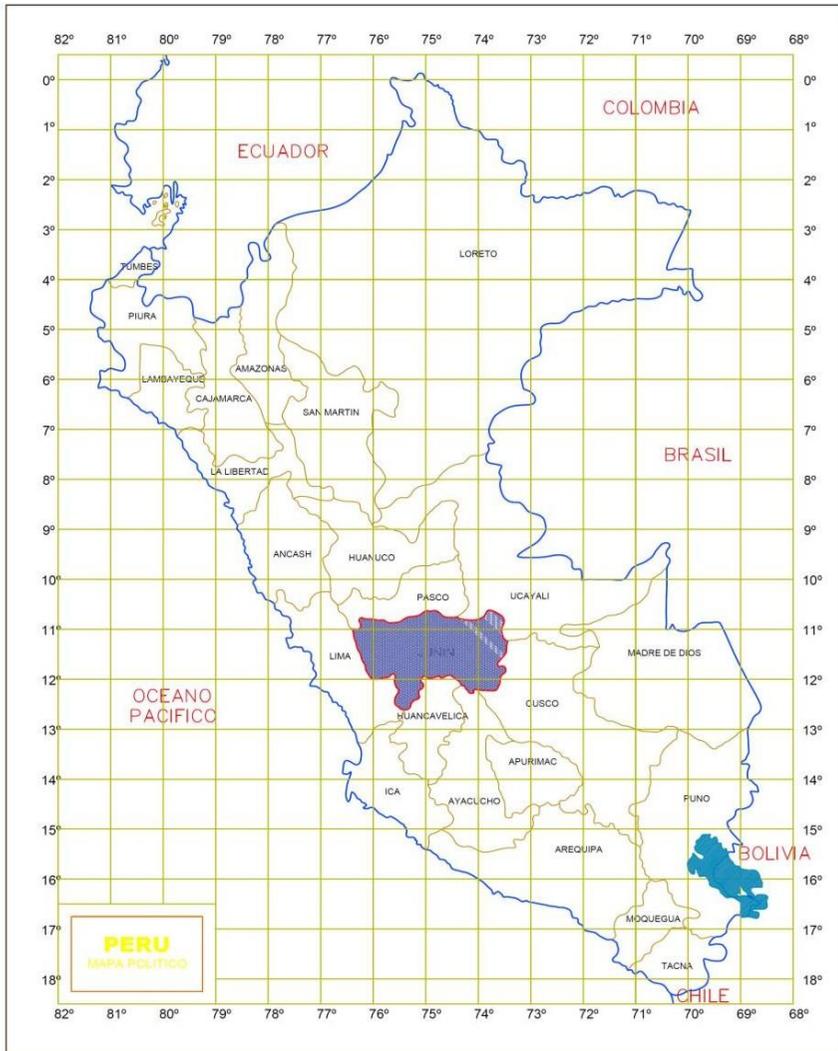
	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	11	-	11
LECTURAS CONSIDERADAS	7	-	6
FRACCIONES RESULTANTES	0.636	6	0.545
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	7.18		
D	33.15		
R	1.61		

COMENTARIOS

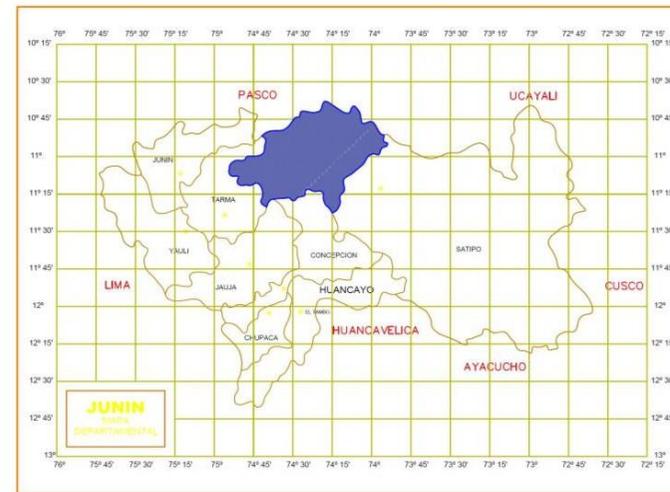
RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

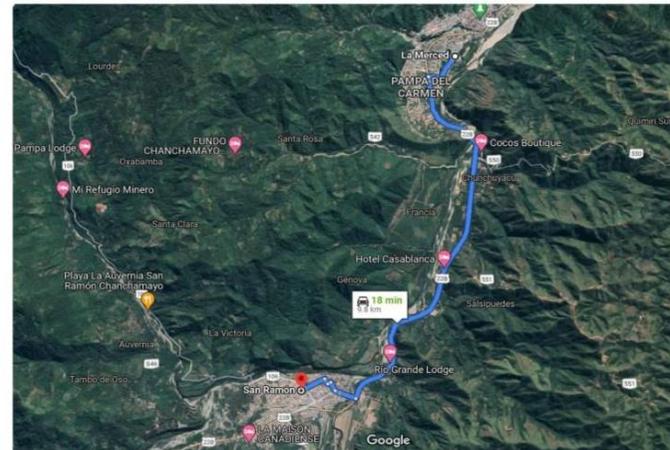
ANEXO 5: PLANOS



UBICACION NACIONAL



UBICACION DEPARTAMENTAL



UBICACION DISTRITAL



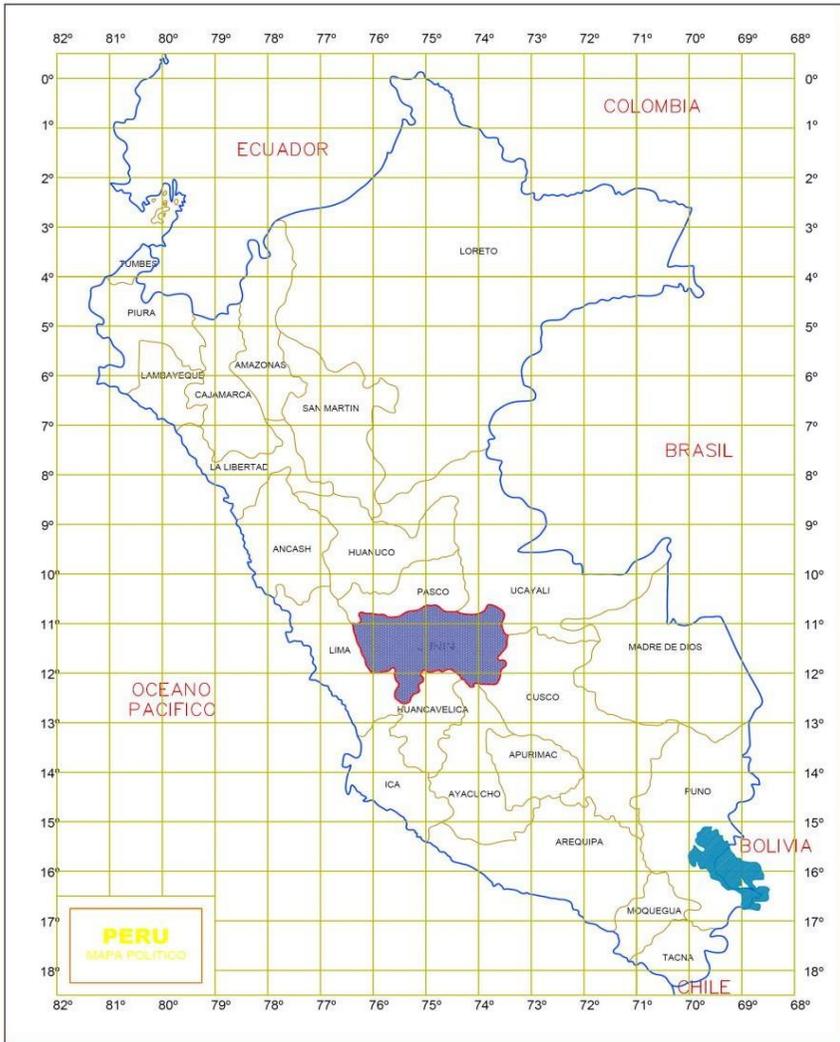
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS SAN RAMON- LA MERCED Y SATIPO-MAZAMARI CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL

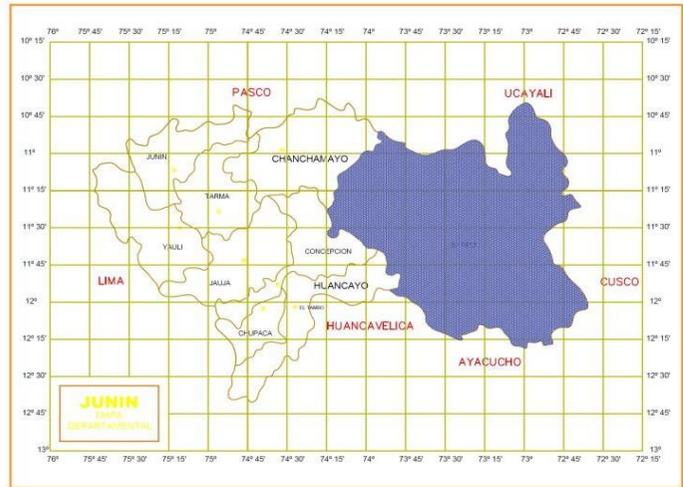
PLANO
UBICACION LOCALIZACION

TESISTAS:
BACH. DE LA CRUZ CANCHUMANI, MEYIM
SULEMA BACH. ESPLANA QUISPE, KATTERIN
MEILIN

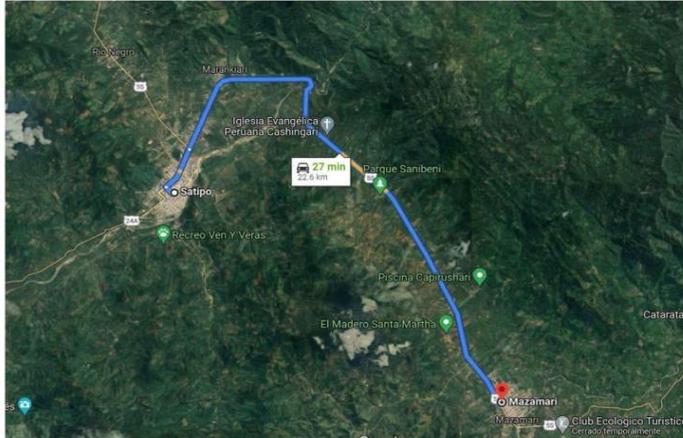
FECHA: 2021
ESCALA: ADICADA
FORMATO: B4x1
LÁMINA: UL-01



UBICACION NACIONAL



UBICACION DEPARTAMENTAL



UBICACION DISTRITAL



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LAS
 CARRETERAS SAN RAMON- LA MERCED Y SATIPO-MAZAMARI CON
 TRATAMIENTO SUPERFICIAL

PLANO
 UBICACION LOCALIZACION

TESISTAS:
 BACH. DE LA CRUZ CANCHUMANI, MEYIM SULEMA
 BACH. ESPLANA QUISPE, KATTERIN MELIN

FECHA: 2021
 ESCALA INDICADA
 LAYNA
 FORMATO BNVI
 UL-02