



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Llanos Chimbor, Luis Guillermo

Asesor:

Ing. Cubas Becerra, Alejandro

Cajamarca – Perú

2019

DEDICATORIA

A mis padres Guillermo y María, que siempre
estuvieron listos para brindarme todo el apoyo
incondicional en mis estudios, además de
darme la vida, cuidarme y guiarme siempre
por el buen camino.

A la persona más importante en mi vida que es
mi novia Katia apoyándome y confiando en mí
en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones que me ha
dado y permitirme culminar mi carrera con
éxito.

Gracias a la Universidad Privada del Norte por
brindarme los conocimientos adquiridos

Gracias a mi asesor Ing. Alejandro Cubas
Becerra

A la Municipalidad Provincial de Cajamarca,
Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca
por brindarme toda la información sobre los
diseños de las carreteras en estudio

Mi más sincero agradecimiento

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos.....	14
1.4. Hipótesis.....	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	16
2.1. Tipo de investigación.....	16
2.2. Población y muestra.....	16
2.3. Materiales e instrumentos.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	18
2.5. Procedimiento.....	18
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	23
3.1. Carretera Cajamarca – Santa Bárbara.....	23
3.1.1 Información preliminar.....	23
3.1.2. Datos de la carreta no pavimentada.....	25
3.1.3. Estudio del material que conforma la capa de rodadura.....	28
3.1.3.1. Afirmado.....	28
3.1.3.2 Contenido de Humedad.....	29
3.1.3.3. Abrasión Los Ángeles.....	29
3.1.3.4. Límite líquido.....	30
3.1.4. Ficha Técnica de Daños.....	33
3.1.5. Clima (precipitaciones).....	39
3.2. Carretera Cajamarca – Tres Molinos.....	40
3.2.1 Información preliminar.....	40
3.2.2. Datos de la carreta no pavimentada.....	42
3.2.3. Estudio del material que conforma la capa de rodadura.....	45

3.2.3.1. Afirmado.....	45
3.2.3.2. Contenido de Humedad	46
3.2.3.3. Abrasión Los Ángeles.....	46
3.2.3.4. Límite Líquido y Límite Plástico.	47
3.2.4. Ficha Técnica de Daños.....	51
3.2.5. Clima (precipitaciones).....	57
3.3. Carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.	58
3.3.1 Información preliminar.....	58
3.3.2. Datos de la carreta no pavimentada.....	60
3.3.3. Estudio del material que conforma la capa de rodadura.	63
3.3.3.1. Afirmado	63
3.3.3.2. Contenido de Humedad	64
3.3.3.3 Abrasión Los Ángeles	64
3.3.3.4. Límite Líquido y Límite Plástico	65
3.3.4. Ficha Técnica de Daños.....	68
3.3.5. Clima (precipitaciones).....	88
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	89
4.1 Discusión.....	89
4.2 Conclusiones.	91
4.3. Recomendaciones.....	92
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS	95
Anexo N°1: Ficha técnica de nivel de gravedad de la carretera Cajamarca - Santa Bárbara.....	95
Anexo N°2: Ficha Técnica de nivel de gravedad de la carretera Cajamarca - Tres Molinos.....	96
Anexo N°3: Ficha Técnica de nivel de gravedad de la carretera Cajamarca - Cumbe Mayo.	97
Ensayo de Granulometría carretera Cajamarca – Santa Bárbara.....	111
Ensayo de Granulometría carretera Cajamarca – Tres Molinos.....	112
Ensayo de Granulometría carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.....	113
Ensayo de Abrasión Los Ángeles carretera Cajamarca – Santa Bárbara.....	114
Ensayo de Abrasión Los Ángeles carretera Cajamarca – Tres Molinos.....	115
Ensayo de Abrasión Los Ángeles carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.	116
Ensayo de Contenido de Humedad carretera Cajamarca – Santa Bárbara.....	117

Ensayo de Contenido de Humedad carretera Cajamarca – Tres Molinos.....	118
Ensayo de Contenido de Humedad carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.	119
Precipitación de la estación Augusto Weberbauer	120
Fotografías de la carretera Cajamarca Santa Bárbara.....	122
Fotografías de la carretera Cajamarca Tres Molinos	132
Fotografías de la carretera Cajamarca Cumbe Mayo.....	138
Fotografías del estudio de suelos del material de la capa de rodadura.	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de deterioros y niveles de gravedad.....	19
Tabla 2: Ficha técnica de daños en caminos vecinales.....	19
Tabla 3: Tipos de deterioros y sus causas.....	20
Tabla 4: Tipos de deterioro.....	21
Tabla 5: Coordenadas geográficas.. ..	25
Tabla: 7 Índice medio diario semanal.	27
Tabla: 8 Contenido de humedad ASTM D-2216/MTC E108.....	29
Tabla: 9 Desgaste a la abrasión.....	30
Tabla: 10 Limite líquido y limite plástico.....	30
Tabla: 11 Comparación con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.....	32
Tabla: 12 Ficha Técnica de Daños en Carreteras No Pavimentadas.....	33
Tabla: 13 Cuantificación de Fallas en la Carretera No Pavimentada.....	34
Tabla: 14 Coordenadas Geográficas.	42
Tabla: 15 Coordenadas UTM.....	42
Tabla: 16 Índice Medio Diario.....	44
Tabla: 17 Contenido de Humedad ASTM D-2216/MTC E108.....	46
Tabla: 18 Degaste a la Abrasión.....	47
Tabla: 19 Limite Líquido y Limite Plástico.....	48

Tabla: 20 Comparación con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de	Bajo
Volumen de Transito.....	49
Tabla: 21 Ficha Técnica de Daños en Carreteras No Pavimentadas.....	51
Tabla: 22 Porcentaje de Deterioros.....	52
Tabla: 23 Ubicación Geográfica.....	59
Tabla: 24 Coordenadas UTM.....	60
Tabla: 25 Índice Medio Diario.....	62
Tabla: 26 Contenido de Humedad ASTM D-2216/MTC E108.....	64
Tabla: 27 Desgaste a la Abrasión.....	65
Tabla: 28 Limite Líquido y Limite Plástico.....	66
Tabla: 29 Comparación con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo	
Volumen de Transito.....	62
Tabla: 30 Ficha Técnica de Daños en Carreteras No Pavimentadas.....	68
Tabla: 31 Porcentaje de Deterioros.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1: Ubicación política.....	23
figura 2: Inicio y final de la carretera no pavimentada.....	24
figura 3: Curva granulométrica	28
figura 4: Limite líquido	31
figura 5: Características del material según el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.	31
figura 6: Porcentaje de cada tipo de falla existente.	38
figura 7: Precipitaciones anual.	39
figura 8: Ubicación política.....	40
figura 9: Inicio y final de la carretera no pavimentada.....	41
figura 10: Curva granulométrica	45
figura 11: Limite líquido	48
figura 12: Especificaciones para material de base.....	49
figura 13: Porcentaje de cada tipo de falla existente.	56
figura 14: Precipitaciones.....	57
figura 15: Ubicación política.....	58
figura 16: Inicio y final de la carretera no pavimentada.....	59
figura 17: Curva granulométrica	63
figura 18: Límite líquido	66
figura 19: Comparación con el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.....	67
figura 20: Porcentaje de cada tipo de falla existente.	87
figura 21: Precipitación anual.	88

RESUMEN

La presente investigación consiste en determinar los factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Bárbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo, Cajamarca 2017.

Se realizó varias visitas a las carreteras en mención, elaborándose un diagnóstico detallado en la que se evidencian deterioros moderados.

Cajamarca – Santa Bárbara, consta de 1.349 km, con un tipo de suelo según: AASHTO A-2-5 Gravas y arenas limosas o arcillosas, Cajamarca – Tres Molinos consta de 1.926 km, con un tipo de suelo según: AASHTO A-2-5 Gravas y arenas limosas o arcillosas, Cajamarca – Cumbe Mayo, consta de 16.309 km, con un tipo de suelo según: AASHTO A-2-4 Gravas y arenas limosas o arcillosas.

También se obtuvo la información proporcionada por SENAMHI de la estación Augusto Weberbauer con las precipitaciones máximas de los años (1968 – 2018).

Los resultados de las carreteras en estudio mostraron que la falla más relevante son los baches o huecos con porcentaje promedio de 62.20%

Concluyendo que el factor más determinante para el deterioro de las carreteras no pavimentadas es el material que no cumple con las especificaciones respectivas del Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Palabras claves: carreteras no pavimentadas, diagnostico, deterioros

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Andreas S, (1992) Sólo en los países de América Latina y el Caribe, las graves deficiencias en la conservación de la red vial interurbana y rural causan actualmente una reducción del valor de la red de caminos de entre 2.000 y 3.000 millones de dólares al año. Esta estimación es el resultado de una investigación realizada por el Banco Mundial, que también indica que existe una clara tendencia hacia un aumento de las pérdidas anuales. Actualmente, en muchos países ya es evidente que los caminos deteriorados significan un serio freno para el desarrollo económico y social, por cuanto en el futuro habrá que reemplazar la infraestructura que se ha perdido por descuido.

Manual de Carreteras Conservación Vial, (2013) El desarrollo de la vialidad y de los transportes es una importante necesidad nacional para romper el aislamiento de los pueblos, que tanto en costa, sierra y selva tienen dificultades para superar los obstáculos naturales y para mejorar su accesibilidad entre ellos, en razón de las particulares características de nuestra topografía y climas nacionales. Su integración es una necesidad y una meta nacional desde el punto de vista social, económico y geopolítico; y como medio de transporte a las carreteras les toca cubrir ese anhelo de los pueblos que es una de las infraestructuras requeridas y de las más costosas entre las muchas necesidades que tiene el país.

Según el Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones Público Privadas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2017) registra en el Perú un 69.33% de caminos vecinales en toda la red vial, por lo cual, el Perú tiene la mayor parte de vías de caminos no pavimentados. Según el manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018) aprobado mediante Resolución Directoral N°03-2018 – MTC.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013) Las redes viales de carreteras, que el Estado requiere mantener en buenas condiciones operativas, ellas son: a) La Red Vial Nacional de carreteras primarias a cargo del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, b) las redes viales troncales Regionales o Departamentales, a cargo de los Gobiernos Regionales en su respectiva jurisdicción; y las redes viales vecinales troncales en áreas no habilitadas como urbanas (caminos troncales locales rurales), a cargo de las Municipalidades.

Los caminos no pavimentados están sujetos a diferentes factores que afectan la calidad de la transitabilidad entre las que podemos citar: tráfico, clima, (lluvias permanentes), calidad de suelos, geometría, (pendientes, curvas, bombeo) y tipo de superficie de rodadura. La superficie de rodadura por efectos del clima, tráfico, etc. sufre con el tiempo fallas que afectan la calidad del tránsito; originando mayores costos de operación vehicular, disminución de velocidad, problemas de seguridad, etc.

Es necesario que los caminos no pavimentados se encuentren sometidos a una gestión en la cual se incluya el mantenimiento como actividad relevante debido a la necesidad de minimizar los deterioros que comúnmente se observan, tales como pérdida de fracción gruesa, erosiones, baches, encalaminados, entre otras patologías. A ello debe sumarse el desprendimiento de finos que genera emisiones de polvo y la preocupación por un correcto saneamiento y drenaje.

Para el Manual Técnico de Mantenimiento Periódico para la Red Vial Departamental No Pavimentada, (2006) El tráfico vehicular que circula por las vías es variable, depende en cuanto a su composición, de la región en donde se localiza el camino. Sin embargo, es de destacar que la mayor cantidad de las vías tienen más de un 50% de tráfico pesado. El índice

medio diario (IMD), en su mayoría, tiene menos de 400 vehículos diarios y en un 50% de las vías circulan menos de 50 vehículos diarios.

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013) El ancho de las vías está en el rango entre 4 metros y 5 metros y en algunos casos extremos se tienen caminos con 3.30 metros u 8.00 metros de ancho, dependiendo del volumen vehicular. Por lo tanto, una vía no pavimentada es un camino con una capa de rodadura conformada por una estructura de agregados pétreos o material granular. En general, los materiales de afirmado o simplemente “afirmados”, pueden ser de dos tipos, según las características del material pétreo.

(Según el Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, 2005) El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas del camino, para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad. El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de un camino y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de este.

La eliminación del agua de la superficie del camino se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas. Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (2005).

Las cunetas tendrán en general sección rectangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte. Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones

pluviométricas. Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (2005).

El tiempo y clima de Cajamarca, el mes con temperatura más alta es septiembre 22.2°C, la temperatura más baja se da en el mes de julio 4.9°C, y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo 123.5mm/mes.

Cajamarca se encuentra en la parte sierra del Perú; por lo que tiene una topografía accidentada, una geología conformada por la cordillera de los Andes; suelos conformados por rocas, gravas, finos, arcillas y un clima lluvioso templado. Por otro lado, los caminos calificados como trochas con volúmenes de tráfico hasta 30 veh/día, y en su mayoría vías con superficies de rodadura afirmada, sin afirmar y tierra, las cuales tienen principios de ahuellamiento, pérdida de agregados, deformaciones, erosiones, baches, encalaminados y lodazal. Frente a esta problemática se realizó el estudio de factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas).

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Bárbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar los factores que más influyen el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Bárbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo, Cajamarca 2017.

1.3.2 Objetivos específicos

- Recolectar información y verificar el estado físico en la que se encuentran las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Bárbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo.
- Realizar el estudio de suelos y comparar con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.
- Clasificar los tipos de deterioro observados en las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Bárbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo.
- Recomendar los procesos de mantenimiento que más se adecuen, proponiendo soluciones eficientes para evitar carreteras en mal estado.

1.4. Hipótesis

Los factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas), son: clima (precipitaciones), tráfico y el material usado en su capa de rodadura.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Es descriptivo porque detalla la realidad sin alterarla, Analítica porque estudia los detalles de cada factor y establece las posibles causas, y según la temporalización es de Corte Transversal porque se está analizando en un periodo exclusivo y se tomaron las medidas en campo.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población está constituida por las carreteras no pavimentadas (afirmadas), de Cajamarca.

2.2.2. Muestra

Las muestras elegidas son: la carretera de Cajamarca – Santa Bárbara con una longitud de 1.349 km, Cajamarca – Tres Molinos con una longitud de 1.926 km y Cajamarca – Cumbe Mayo con una longitud de 16.309 km, estudio de gran importancia puesto que Cajamarca une caseríos que son de gran envergadura para el crecimiento poblacional y el turismo.

2.3. Materiales e instrumentos

2.3.1. Materiales:

El material básico utilizado es el yeso, la cual se utilizó para el marcado de los deterioros y progresivas de la carretera. Se incluyen además herramientas y equipos como: Wincha (50 metros, 5 metros), cordel, regla de aluminio de 5 metros, equipo de seguridad (conos), equipos de protección personal (cascos y chalecos), tablero de apuntes, lápiz y borrador, balanza con precisión de 0.1% de carga, horno $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, serie de tamices ASTM (2" a

Nº200), taras, tambor giratorio, 12 bolas de acero de 390gr y 455gr, Copa Casagrande, ranurador, probeta, entre otros.

2.3.2. Instrumentos

El instrumento empleado en la presente investigación es la hoja de datos del Inventario de Condición, que es el documento donde se registra toda la información obtenida durante la inspección visual (ver tabla 2), permitiendo obtener datos cuantitativos necesarios para la validación de la hipótesis. Igualmente, se incluyen los formatos del estudio de suelos del material utilizado en la capa de rodadura, que recopilan los datos cuantificados y numéricos. Finalmente se emplearon la cámara fotográfica como instrumento óptico para revelar fotografías como evidencias de los deterioros encontradas y el GPS para determinar las coordenadas de los puntos inicial y final de las carreteras en estudio.

2.3.3. Métodos

Para la inspección superficial de las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas (afirmadas), se usó el método visual utilizando las tablas del Inventario de Condición, para determinar los deterioros, considerando cada tipo de deterioro o falla según el nivel de gravedad y su clase de densidad.

Asimismo, se realizó el estudio de suelos del material utilizado en la capa de rodadura de las carreteras no pavimentadas (afirmadas), Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107), Abrasión los Ángeles (ASTM131), Contenido de Humedad (ASTM D- 2216 / MTC E108), Limite Líquido (MTC E110), Limite Plástico (MTC E111) y Índice de Plasticidad.

Por otro lado, se recopiló la información de la estación Augusto Weberbauer de las precipitaciones de los años 1968 -2018, también el Índice Medio Diario Semanal (IMDS).

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de investigación

Para desarrollar esta investigación se recurrió a la técnica de la observación, con el uso de guías y cuaderno de notas, esta técnica permite determinar los deterioros de la capa de rodadura de las carreteras en estudio, para luego efectuar el registro detallado de las fallas, para identificarlas y clasificarlas para su correspondiente análisis.

2.4.1. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos el principal instrumento utilizado fue la ficha técnica de daños en caminos vecinales. Este instrumento nos permitió recolectar adecuadamente los datos, para luego ser analizados e interpretados.

2.4.3. Análisis de datos

El análisis de datos se efectuó mediante el uso de tablas ya establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, elaborada para el análisis y presentación a través de tablas de registros de datos.

2.5. Procedimiento

El procedimiento metodológico para encontrar los factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) son:

2.5.1. Primera etapa

En esta primera etapa se realizó el trabajo de campo en el cual se identificaron los tramos para determinar las fallas teniendo en cuenta el tipo de daño, nivel de gravedad y su clase de densidad (solo aplica al tipo de daño 3 Baches o huecos), de cada uno de

ellos. Esta información se registró en formatos adecuados para tal fin. Ver la tabla 2 (ficha técnica de daños en caminos vecinales).

Tabla 1

Tipos de Deterioros y Niveles de Gravedad.

<u>Código del daño</u>	<u>Tipo de Daño</u>	<u>Nivel de Gravedad</u>
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm. 2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm. 3. Huellas/Hundimientos >= 10 cm.
2	Erosión	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm. 2. Profundidad entre 5 y 10 cm. 3. Profundidad >= 10 cm.
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria 2. Se necesita una capa de material adicional 3. Se Necesita una reconstrucción.
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm. 2. Profundidad entre 5 y 10 cm. 3. Profundidad >= 10 cm.
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Tabla 2

Ficha Técnica de Daños en Caminos Vecinales.

<u>Progresiva</u>		<u>Tipo de Daño</u>	<u>Nivel de Gravedad</u>	<u>Clase de Densidad</u>	<u>Causas</u>
<u>Del Km</u>	<u>Al Km</u>				
	<u>Longitud (Km)</u>				
TIPO DE DAÑO		1. Deformación 4. Encalaminado	2. Erosión 5. Lodazal	3. Baches o Huecos 6. Cruce de Agua	
NIVEL DE GRAVEDAD		0. Sin deterioro	1. Leve 2. Moderada	3. Severa	
CLASE DE DENSIDAD		Solo se aplica al Tipo de Daño 3. Baches o Huecos.			

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (número / 500 m)
1	Leve	menor a 10
2	Moderado	entre 10 y 20
3	Severo	mayor a 20

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2013

Figura 1 Criterios de densidad para baches o huecos.

Según el manual de Carreteras de Conservación Vial nos dice que dividamos cada 500m para realizar el muestreo de daños, para poder identificar sus posibles causas.

Tabla 3

Tipos de Deterioros y sus Causas.

<u>Código del daño</u>	<u>Tipo de Daño</u>	<u>Causas</u>
1	Deformación	Insuficiencia estructural acentuada por un volumen de tráfico excesivo. Geometría de la carretera (curvas agudas aumentan el desgaste superficial. Clima y drenaje (un contenido de agua excesivo conlleva una reducción de la capacidad de soporte de la capa granular y de la subrasante).
2	Erosión	Topografía accidentada (fuertes pendientes favorece a los escurrimientos sobre la superficie de la carretera). Clima y drenaje (un drenaje deficiente favorece los escurrimientos sobre la superficie de la carretera).
3	Baches (Huecos)	Mal drenaje de la superficie de la carretera. Clima y drenaje (un drenaje deficiente favorece las aguas estancadas sobre la superficie de la carretera).
4	Encalaminado	Acción de las vibraciones transmitidas por los vehículos.
5	Lodazal	Drenaje deficiente.
6	Cruce de Agua	Drenaje deficiente.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.5.2. Segunda etapa

En la segunda etapa se efectuó la cuantificación de deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas, con los datos obtenidos en las hojas de datos de campo, de acuerdo a los daños según el manual de Carreteras de Conservación Vial.

Tabla 4

Tipos de Deterioro

<u>Código de Daño</u>	<u>Deterioro o Fallas</u>	<u>Nivel de Gravedad</u>
1	Deformación	
2	Erosión	Sin deterioro
3	Baches o Huecos	leve
4	Encalaminado	moderada
5	Lodazal	severa
6	Cruce de Agua	

2.5.3. Tercera etapa

Se realizó el estudio de los materiales utilizados en la capa de rodadura de las carreteras no pavimentadas para así compararlas con el Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

- Análisis granulométrico según norma (MTC E107)
- Abrasión los ángulos según norma (ASTM C131)
- Contenido de humedad según norma (MTC E 108)
- Limite Líquido (MTC E 110)
- Limite Plástico (MTC E111)
- Índice de Plasticidad.

En esta etapa también se realizó el conteo vehicular Índice Medio Diario Semanal (IMDS), con la finalidad de registrar el volumen diario de vehículos que transitan por esa sección durante una semana clasificándoles según el número de ejes.

Y por último se obtuvo la información del SENAMHI de la estación Augusto Weberbauer con las precipitaciones máximas de los años (1968 – 2018).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Carretera Cajamarca – Santa Bárbara.

3.1.1 Información preliminar

a.- Ubicación de zona de estudio

La carretera no pavimentada está ubicada en la Provincia de Cajamarca distrito de Los Baños del Inca caserío de Santa Bárbara, en el cual se realizó la inspección visual.

b.- Ubicación

Ubicación política:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Los Baños del Inca

Caserío: Santa Bárbara

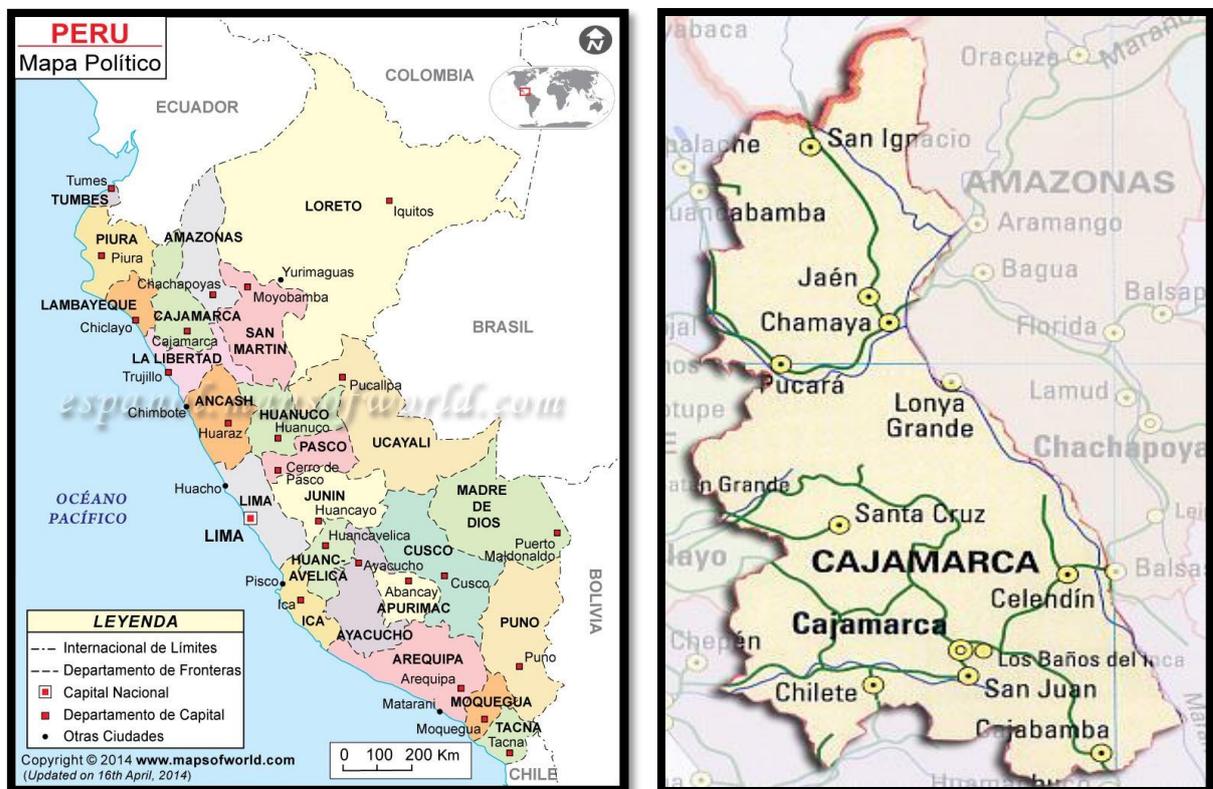


Figura 2 Ubicación Política

Ubicación geográfica:

La carretera no pavimentada inicia desde el puente Venecia hasta llegar al centro poblado de Santa Bárbara (Posta Medica de Santa Bárbara).

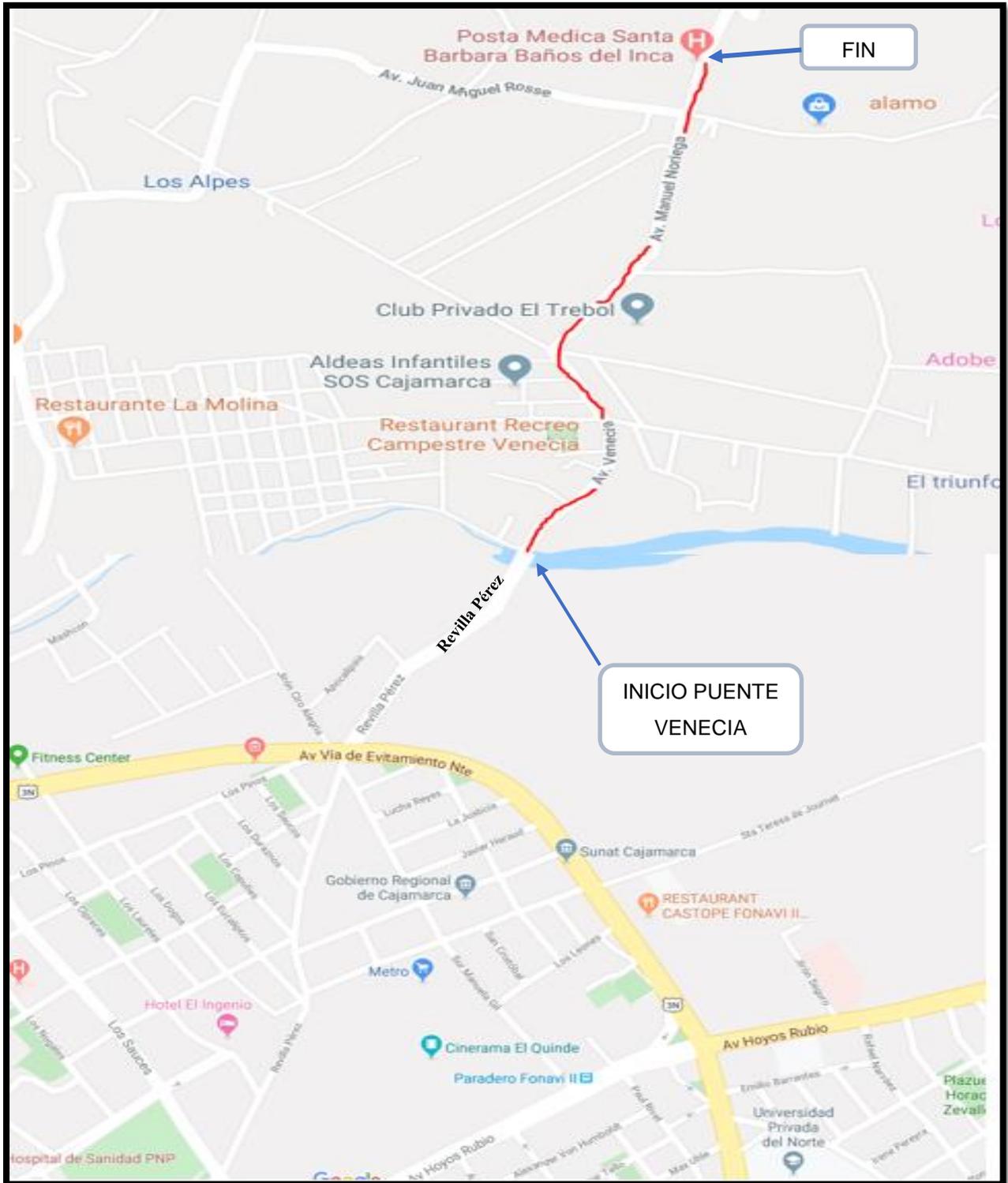


Figura 3 Inicio y final de la carretera no pavimentada.

Tabla 5

Coordenadas Geográficas.

Latitud Sur: 7° 7' 56" S	Entre paralelos
Longitud Oeste: 78° 30' 14.5" W	Entre meridianos
Altitud	2706 msnm

Tabla 6

Coordenadas UTM.

Descripción	Norte	Este	Cota
Inicio	9210917.47	775516.47	2701.42
Final	9212051.62	776292.44	2706.32

3.1.2. Datos de la carreta no pavimentada.

a. Clasificación de la carretera no pavimentada:

La carretera no pavimentada (afirmada) Cajamarca – Santa Bárbara se clasificó en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018.

- **De acuerdo a la demanda:**

De acuerdo a la demanda se puede clasificar como Carretera de Tercera Clase tiene un IMDA menor a 400 veh/día, con calzada de dos carriles con un ancho promedio de 6m.

- **Por sus condiciones orográficas:**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%),

demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo. Se clasifica como terreno plano (tipo 1)

- **Por su jerarquía:**

La carretera Cajamarca Santa Bárbara pertenece a la Red Vial Vecinal Rural.

b. Características de la vía:

La carretera en estudio Cajamarca – Santa Bárbara, consta de dos carriles que proporciona un ancho de circulación de 6m en su primer tramo del km 0+000 – 0+540, de 7m en su segundo tramo del km 0+540 – 01+00, y de 7.5m en su tercer tramo del km 01+000 – 01+349.50, las que fueron identificadas en la carretera mediante sus límites de calzada.

c. Características de tránsito:

- **Composición vehicular**

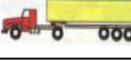
La información recolectada con relación al conteo vehicular y el análisis en forma precisa y detallada fue de 271 vehículos por día donde los vehículos ligeros (motos Taxi) representan el 40.7%, (autos) el 17.21%, (camionetas) el 10.37%, (combi) el 26.16% y vehículos pesados B₂ el 0.89%, C₂ el 3.58% y C₄ el 1.04%.

- **Índice Medio Diario Semanal (IMDS).**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía.

Tabla 7

Índice Medio Diario Semanal.

Tipo de vehículo	Descripción gráfica de los vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Motos		101	112	124	107	124	103	103
Automóvil		49	34	54	48	42	46	54
Camioneta		35	32	25	26	29	26	24
Combis		75	64	71	67	74	80	66
Cargador Frontal								
B2		1			1		1	
B3								
C2		16	6	4	7	3	14	1
C3		4	8	6	3	12	6	5
C4			2	1				1
T2S2								
T2S3								
Total, IMD veh/día		281	258	285	259	284	276	254
TOTAL, veh/semana					1679			

- $IMD = 271 \text{ veh / día.}$

3.1.3. Estudio del material que conforma la capa de rodadura.

3.1.3.1. Afirmado

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013) indican que el Afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.

Según el Expediente Técnico “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTA BARBARA, QUINRAYQUERO BAJO, SHULTIN, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA, indica que el espesor del afirmado es de 0.15m de material granular debidamente compactada cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, que brinden a los usuarios adecuadas condiciones de confort, seguridad y economía.

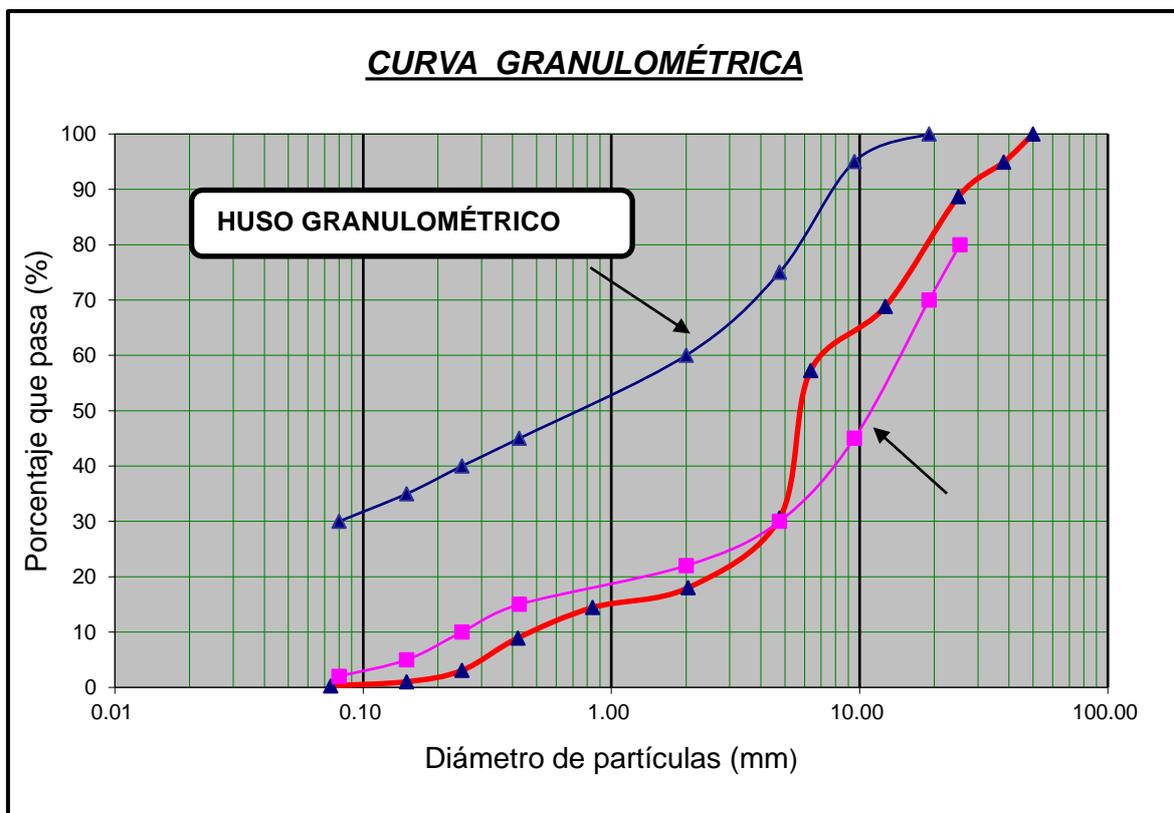


Figura 4 Curva Granulométrica

Cu=	12.33	Cc=	0.83
------------	-------	------------	------

Curva granulométrica bien graduada $C_u > 6$ o $3 > C_c > 1$

La curva granulométrica nos indica que no está bien graduada la cual el material afirmado no cumple con las especificaciones según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

3.1.3.2 Contenido de Humedad

Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

Tabla 8

Contenido de Humedad ASTM D-2216/MTC E108

Descripción	Und	Ensayo N°1	Ensayo N°2
N° Tara		A	B
Tara +Suelo húmedo	gr	486.1	516.3
Tara +Suelo seco	gr	456.3	483.2
Agua	gr	29.8	33.1
Peso de tara	gr	0	0
Peso del suelo seco	gr	456.3	483.2
Porcentaje de humedad	%	6.53	6.85
Humedad promedio	%	6.69	

3.1.3.3. Abrasión Los Ángeles

Se realizó la prueba de abrasión los ángeles (ASTM C131), evalúa la tenacidad y resistencia del material utilizado en la capa de rodadura de la carretera en estudio.

La gradación es tipo “A” con carga abrasiva (12 esferas de acero).

Tabla 9

Desgaste a la Abrasión

Id	Descripción	Und	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5000	5000	5000	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	1945	1965	1955	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	61.10	60.70	60.90	60.90

Desgaste de los Ángeles no cumple: (60.90 % > 50%)

3.1.3.4. Límite líquido

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la cuchara de Casagrande o copa de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que el surco que previamente se ha hecho en la muestra se cierre en una longitud de 12,7 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre el surco es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido.

Tabla 10

Límite Líquido y Límite Plástico

Pesos	Límite Líquido			Límite Plástico	
	LL1	LL2	LL3	LP1	LP2
Wt (gr)	25.80	29.20	27.50	21.86	21.30
Wmh + t (gr)	41.70	40.80	38.90	33.02	30.05
Wms + t (gr)	36.00	36.41	34.30	30.50	28.00
Wms (gr)	10.20	7.21	6.80	8.64	6.70
W (gr)	5.70	4.39	4.60	2.52	2.05
W (%)	55.88	60.89	67.65	29.17	30.60
N.GOLPES	13	25	35		
LL/LP		61.00		29.88	



Figura 5 limite líquido

- $IP = LL-LP$
 $IP = 31.12$

Comparación del estudio de suelos con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)

Figura 6 Características del Material Según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Tabla 11

Comparación con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Ensayo	Tipo	Resultado	Cumple
Granulometría	A - 1	Cc menor a 1	No
Abrasión Los Ángeles	Gradación A	60.90%	No
Contenido de Humedad	Natural	6.69	No
Limite Liquido	ASTM D4318	61.00%	No
Limite Plástico	ASTM D4318	29.38%	No
Índice de Plasticidad	MTC E 111	31.12%	No

Clasificación del suelo de la capa de rodadura de la carretera Cajamarca – Santa Bárbara según: American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

N° Malla	% Retenido acumulado	% Que pasa
N°4	67.83	32.17
N°40	95.36	4.64
N°200	98.13	1.87

% que pasa la malla N°200 \leq 35 **Suelo grueso.**

IG=0.2(a)+0.005(a) (c)

IG=0

TIPO DE SUELO: A-2-5 Gravas y arenas limosas o arcillosas.

3.1.4. Ficha Técnica de Daños.

En las carreteras no pavimentadas (afirmadas) según el informe visual encontramos los deterioros o fallas indicadas en el cuadro siguiente.

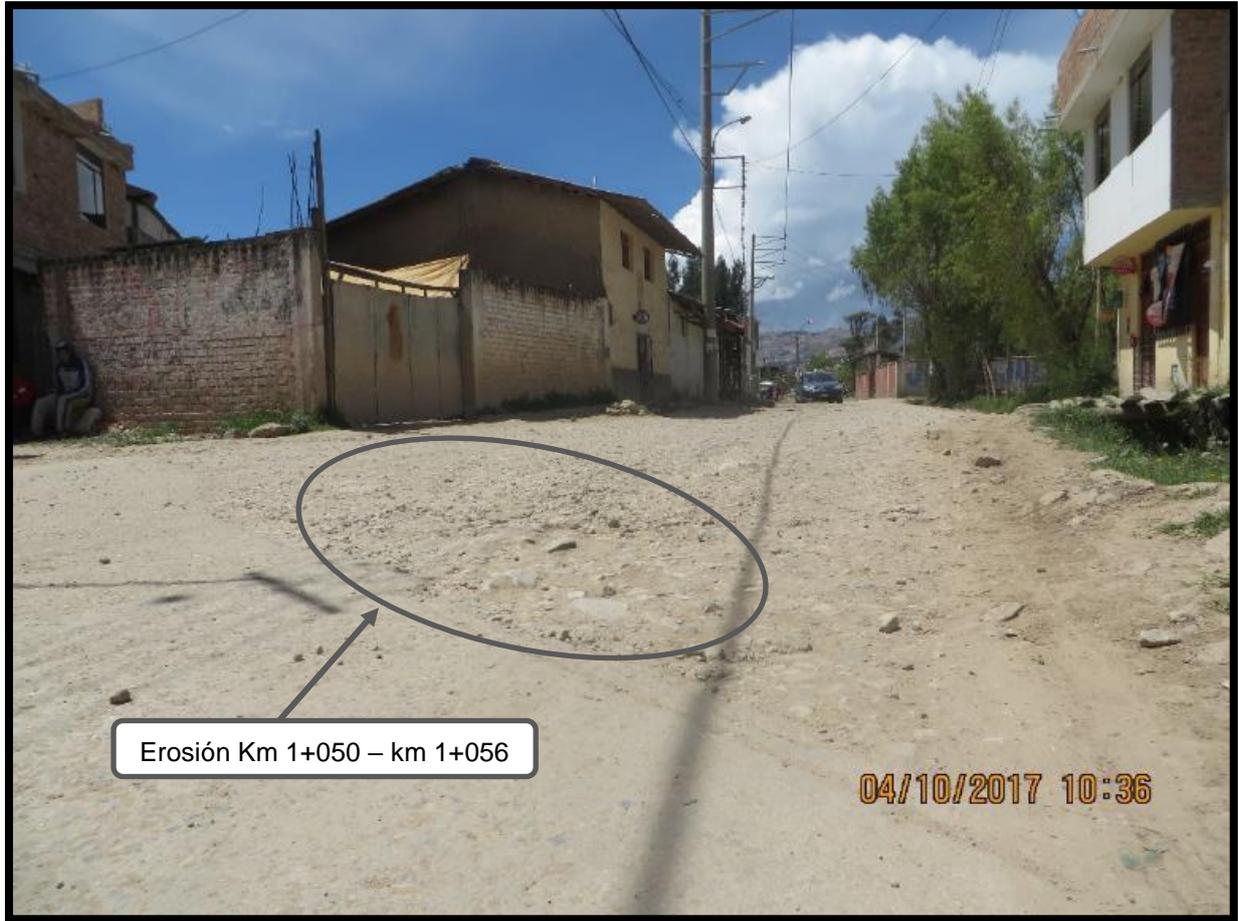
Tabla 12

Ficha Técnica de Daños de la Carretera Cajamarca Santa Bárbara.

Progresiva		Longitud (m)	Tipo de daños	Nivel de gravedad	Clase de densidad	Causas
Del km	Al km					
0+000	0+005	5	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+035	0+080	45	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+200	0+213	13	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+300	0+306.50	6.50	Lodazal	Leve		Drenaje deficiente
0+480.40	0+500	19.60	Baches	Moderada	x	Mal drenaje Vibraciones por vehículos
0+500	0+506	6	Encalaminado	Leve		
0+506	0+517	11	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+526	0+533	7	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+621	0+630	9	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+763	0+781.60	18.60	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+854	0+873	19	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+994.80	1+000	5.20	Lodazal	Leve		Drenaje deficiente Clima y drenaje
1+050	1+056	6	Erosión	Leve		Clima y drenaje
1+089	1+092	3	Deformación	Leve		
1+106	1+126	20	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+185	1+200	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+330	1+349.50	19.50	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
TIPO DE DAÑO		1. Deformación		2. Erosión	3. Baches o Huecos	
		4. Encalaminado		5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
NIVEL DE GRAVEDAD		0. Sin deterioro		1. Leve	2. Moderada	3. Severa
CLASE DE DENSIDAD		Solo se aplica al Tipo de Daño 3. Baches o Huecos.				

fuentes: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Fotografía N°1



Tipo de falla erosión en el tramo km 1+050 hasta km 1+056.

Fotografía N°2



Tipo de falla Baches en el tramo km 0+200 hasta km 0+213.

Fotografía N°3



Tipo de falla Lodazal en el tramo km 0+994.80 hasta km 1+000.

Fotografía N°4



Tipo de falla Deformación en el tramo km 1+089 hasta km 1+092.

Tabla 13

Cuantificación de Fallas de la Carretera Cajamarca Santa Bárbara.

<u>Deterioro</u>	<u>Estado</u>	<u>Longitud (m)</u>	<u>%</u>
Deformación	Leve	3	1%
Erosión	Leve	6	3%
Baches	Moderada	201.70	88%
Encalaminado	Leve	6	3%
Lodazal	Leve	11.7	5%



Figura 7 Porcentaje de cada tipo de falla existente.

3.1.5. Clima (precipitaciones).

Observamos que las precipitaciones empiezan desde el mes de octubre, noviembre y diciembre con una intensidad regular; pero en los meses de enero, febrero y marzo son los meses con mayor precipitación, lo cual implica que el estado de la carretera no pavimentada (afirmada), de Cajamarca – Santa Bárbara, sufre daños como deformación, erosión, baches (huecos), encalaminados y lodazal, debido a la falta de cunetas y al mal drenaje de la superficie de la carretera. Ocasionando un malestar a la población y daños reparables al parque automotor que circula por dichas vías.

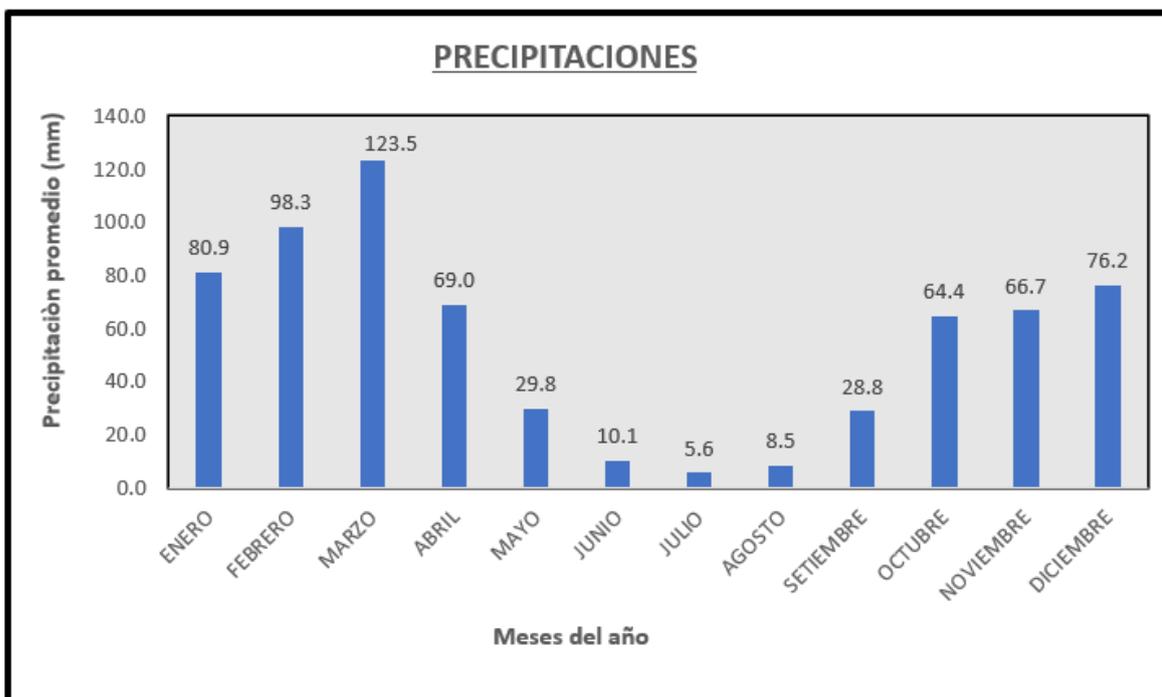


Figura 8 Precipitación anual (Estación Augusto Weberbauer de los años 1968 -2018)

3.2. Carretera Cajamarca – Tres Molinos.

3.2.1 Información preliminar

a.- Ubicación de zona de estudio

La carretera no pavimentada está ubicada en la Provincia de Cajamarca Distrito de Los Baños del Inca caserío de Tres Molinos, en el cual se realizó la inspección visual.

b.- Ubicación

Ubicación política:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Los Baños del Inca

Caserío: Tres Molinos

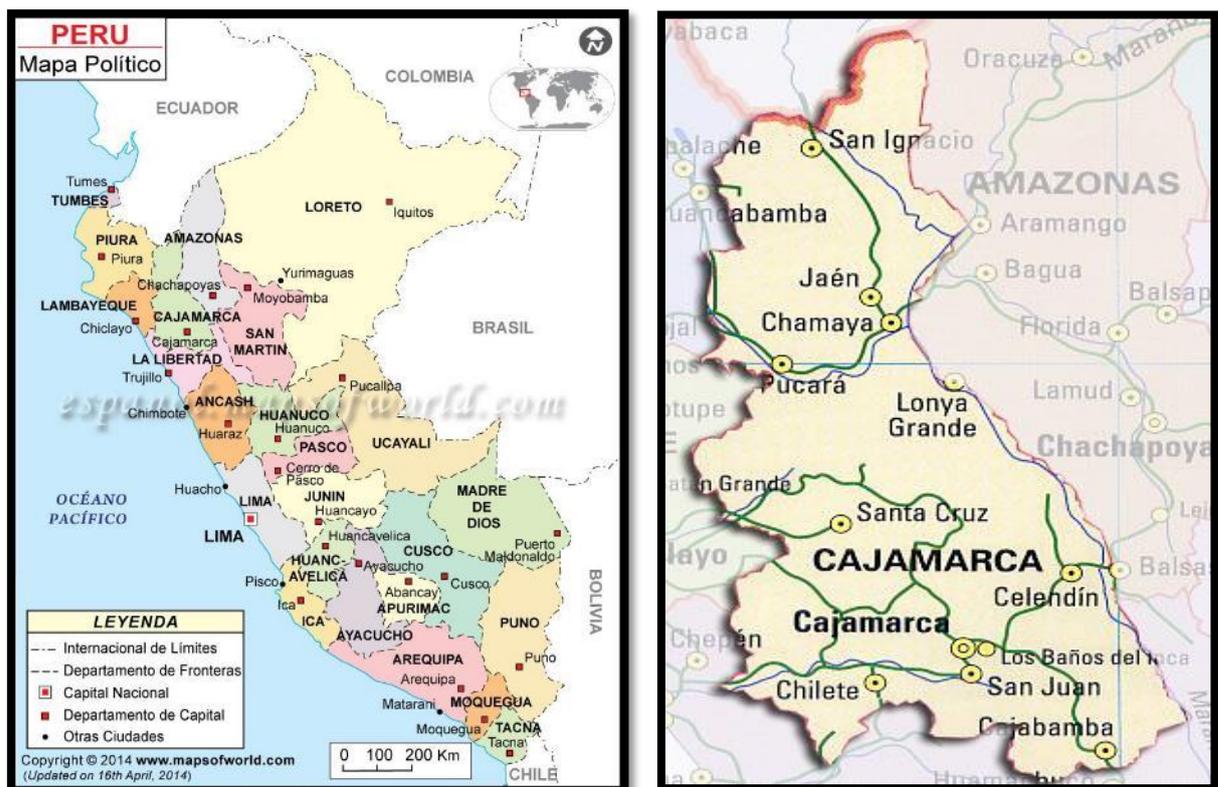


Figura 9 Ubicación política

Tabla 14

Coordenadas geográficas.

Latitud Sur: 7° 7' 45" S	Entre paralelos
Longitud Oeste: 78° 30' 54.9" W	Entre meridianos
Altitud	2741 msnm

Tabla 15

Coordenadas UTM.

Descripción	Norte	Este	Cota
Inicio	9210917.47	774516.47	2721.14
Final	9212051.62	776292.44	2741.89

3.2.2. Datos de la carreta no pavimentada.

a. Clasificación de la carretera no pavimentada:

La carretera no pavimentada (afirmada) Cajamarca – Tres Molinos se clasificó en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018.

- **De acuerdo a la demanda:**

De acuerdo a la demanda se puede clasificar como Carretera de Tercera Clase tiene un IMDA menor a 400 veh/día, con calzada de dos carriles con un ancho promedio de 7m.

- **Por sus condiciones orográficas:**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo. Se clasifica como terreno plano (tipo 1).

- **Por su jerarquía**

La carretera Cajamarca Tres Molinos pertenece a la Red Vial Vecinal Rural.

b. Características de la carretera:

La carretera Cajamarca – Tres Molinos, consta de dos carriles que proporciona un ancho de circulación de 7m en su primer tramo del km 0+000 – 01+000, de 6m en su segundo tramo del km 01+000 – 01+600, de 4m en su tercer tramo del km 01+600 – 01+926, las que fueron identificadas en la carretera mediante sus límites de calzada.

c. Características de tránsito:

- **Composición vehicular**

La información recolectada con relación al conteo vehicular y el análisis en forma precisa y detallada fue de 214 vehículos por día donde los vehículos ligeros (motos taxi) representan el 43.9%, (autos) el 19.7%, (camionetas) el 11.4%, (combi) el 19.30% y vehículos pesados C₂ el 3.4%, C₃ el 2.1% y C₄ el 0.1%.

- **Índice Medio Diario Semanal (IMDS).**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía.

Tabla 16

Índice Medio Diario

Tipo de vehículo	Descripción gráfica de los vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Motos		101	92	97	92	104	97	76
Automóvil		40	34	44	48	42	46	42
Camioneta		23	17	26	26	29	26	24
Combis		41	41	42	37	43	40	46
Cargador Frontal								
B2								
B3								
C2		5	12	8	7	9	3	7
C3		5	11	3	3	5	1	4
C4				1				
T2S2								
T2S3								
Total, IMD veh/día		215	207	221	213	232	213	199
Total, veh/semana					1329			

- IMD = 214 veh/ día

3.2.3. Estudio del material que conforma la capa de rodadura.

3.2.3.1. Afirmado

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013) El Afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.

Según el Expediente Técnico “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRES MOLINOS QUE INICIA DESDE EL PUENTE VENECIA HASTA EL JARDIN DE LAS HORTENCIAS, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA, indica que el espesor del afirmado es de 0.15m de material granular debidamente compactada cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, que brinden a los usuarios adecuadas condiciones de confort, seguridad y economía.

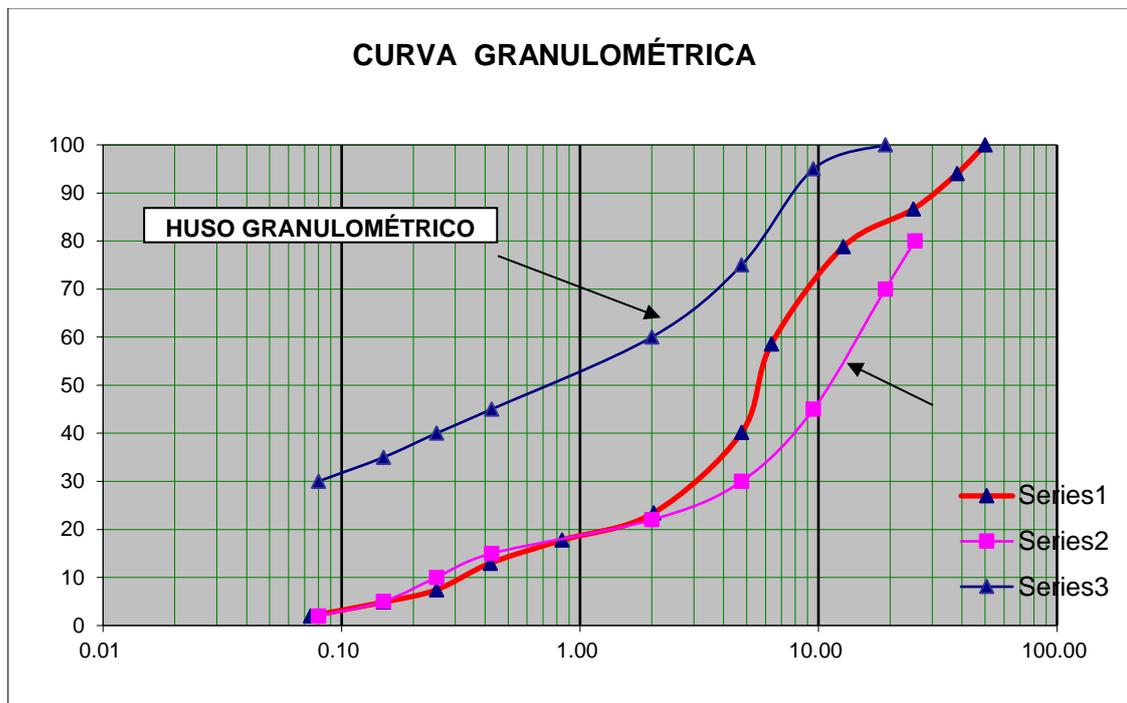


Figura 11 Curva granulométrica

Cu=	12.45	Cc=	0.98
------------	-------	------------	------

Curva granulométrica bien graduada $Cu > 6$ o $4, 3 > Cc > 1$

La curva granulométrica nos indica que no está bien graduada la cual el material no cumple con las especificaciones técnicas de granulometría según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

3.2.3.2. Contenido de Humedad

Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

Tabla 17

Contenido de Humedad ASTM D-2216/MTC E108

Descripción	UND	Ensayo N°1	Ensayo N°2
N° Tara		1	2
Tara +suelo húmedo	gr	512.6	475.6
Tara +suelo seco	gr	482.2	449.1
Agua	gr	30.4	26.5
Peso de tara	gr	0	0
Peso del suelo seco	gr	482.2	449.1
Porcentaje de humedad	%	6.30	5.90
Humedad promedio	%	6.10	

3.2.3.3. Abrasión Los Ángeles

Se realizó la prueba de abrasión los ángeles (ASTM C131), evalúa la tenacidad y resistencia del material utilizado en la capa de rodadura de la carretera en estudio.

La gradación es tipo “A” con carga abrasiva (12 esferas de acero).

Tabla 18

Degaste a la Abrasión

Id	Descripción	Und	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5000	5000	5000	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2163.36	2235.15	2348.67	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles D = (A – B) * 100 / A	%	56.73	55.30	53.03	55.02

Según norma < 50%

Desgaste de los Ángeles no cumple: (55.02 % > 50%)

3.2.3.4. Límite Líquido y Límite Plástico.

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la cuchara de Casagrande o copa de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que el surco que previamente se ha hecho en la muestra se cierre en una longitud de 12,7 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre el surco es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido.

Tabla 19

Límite Líquido y Límite Plástico

Pesos	Límite Líquido			Límite Plástico	
	LL1	LL2	LL3	LP1	LP2
Wt (gr)	28.20	26.40	27.10	29.30	29.50
Wmh + t (gr)	38.60	40.60	38.90	34.10	36.30
Wms + t (gr)	35.20	35.30	33.90	32.50	35.64
Wms (gr)	7.00	8.90	6.80	3.20	6.14
W (gr)	3.40	5.30	5.00	1.60	0.66
W(%)	48.57	59.55	73.53	50.00	10.75
N. GOLPES	14	24	32		
LL/LP	60.00			30.37	

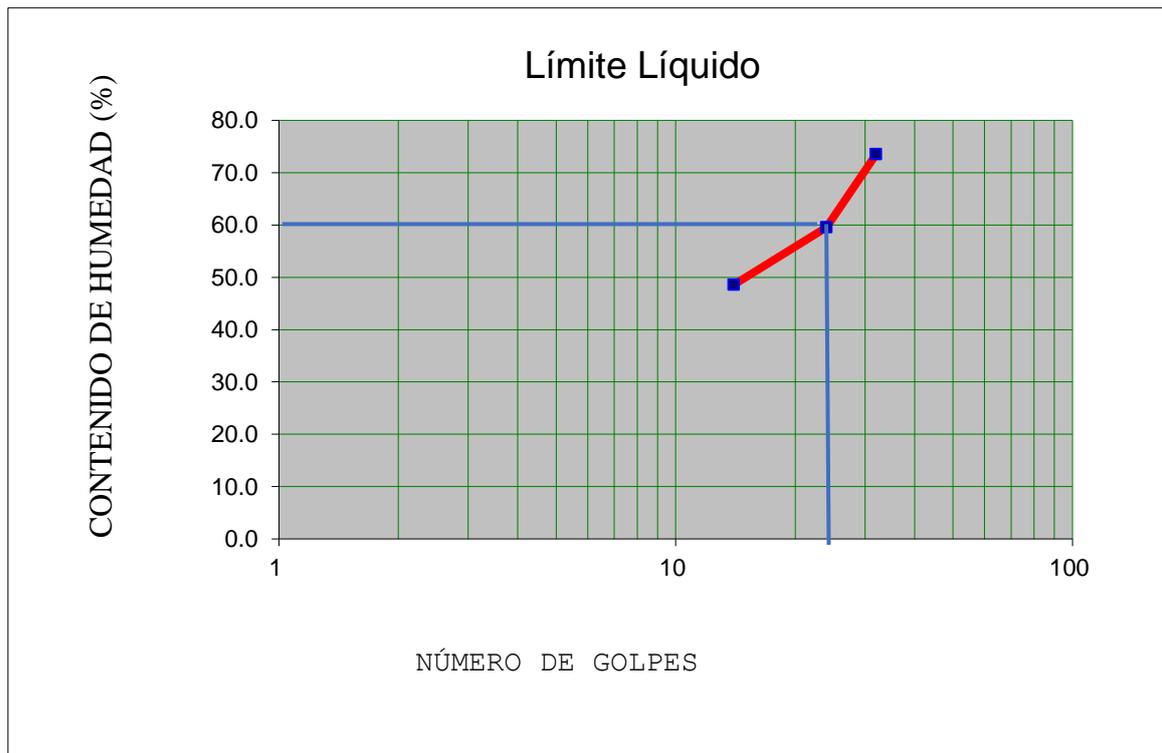


Figura 12 Límite Líquido

- $IP = LL - LP$
 $IP = 29.63$

Comparación del estudio de suelos con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)

Figura 13 Especificaciones para material de base granular

Tabla 20

Comparación con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Ensayo	Tipo	Resultado	Cumple
Granulometría	A - 1	Cc menor a 1	No
Abrasión Los Ángeles	Gradación A	55.02%	No
Contenido de Humedad	Natural	6.10	No
Limite Líquido	ASTMD 4318	60%	No
Limite Plástico	ASTMD 4318	30.37%	No
Índice de Plasticidad	MTC E 111	29.63%	No

Clasificación del suelo de la capa de rodadura de la carretera Cajamarca – Tres Molinos según: American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

N° Malla	% Retenido acumulado	% Que pasa
N°4	67.83	29.44
N°40	95.36	8.87
N°200	98.13	3.33

% que pasa la malla N°200 \leq 35 **Suelo grueso.**

IG=0.2(a)+0.005(a) (c)

IG=0

TIPO DE SUELO: A-2-5 Gravas y arenas limosas o arcillosas.

3.2.4. Ficha Técnica de Daños.

En las carreteras no pavimentadas (afirmadas) según el informe visual encontramos los deterioros o fallas indicadas en el cuadro siguiente.

Tabla 21

Ficha Técnica de Daños de la Carretera Cajamarca Tres Molinos

Progresiva		Longitud (m)	Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Causas
Del km	Al km					
0+000	0+050	50	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+100	0+120	20	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+240	0+265	25	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+280	0+303.5	23.50	Lodazal	Leve		Drenaje deficiente
0+360	0+365	5	Lodazal	Leve		Drenaje deficiente
0+400	0+408	8	Lodazal	Leve		Drenaje deficiente
0+490	0+500	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+500	0+512	12	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
0+515	0+522	7	Baches	Severa	x	Mal drenaje
0+530	0+540	10	Baches	Severa	x	Mal drenaje
0+605	0+612	7	Baches	Severa	x	Mal drenaje
0+810	0+820	10	Baches	Severa	x	Mal drenaje
0+845	0+858	13	Baches	Severa	x	Mal drenaje
0+992	1+000	8	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
1+000	1+001	1	Cruce de agua	Leve		Drenaje deficiente
1+126	1+140	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+200	1+250	50	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+340	1+352	12	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+400	1+410	10	Lodazal	Moderada		Drenaje deficiente
1+498	1+500	2	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+600	1+630	30	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+750	1+765	15	Lodazal	Leve		Drenaje deficiente
1+900	1+926	26	deformación	Moderada		Clima y drenaje

TIPO DE DAÑO	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches o Huecos
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua
NIVEL DE GRAVEDAD	0. Sin deterioro	1. Leve	2. Moderada
			3. Severa
CLASE DE DENSIDAD	Solo se aplica al Tipo de Daño 3. Baches o Huecos.		

fuelle: Ministerio de Trasportes y Comunicaciones

Fotografía N°5



Tipo de falla baches o huecos desde la progresiva 0+530 km hasta 0+540 km.

Fotografía N°6



Tipo de falla encalaminado en el tramo km 0+500 hasta km 0+512.

Fotografía N°7



Tipo de falla lodazal desde la progresiva km 0 + 360 hasta km 0+365.

Fotografía N°8



Tipo de falla lodazal en tamo km 0+400 – km 0+408.

Tabla 22

Porcentaje de Deterioros de la Carretera Cajamarca Tres Molinos.

Deterioro	Estado	Longitud (m)	%
Deformación	Moderada	26	7.1%
Baches	Moderada	260	70.6%
Encalaminado	Leve	20	5.4%
Lodazal	Moderada	61.5	16.7%
Cruce de Agua	Leve	1	0.3%

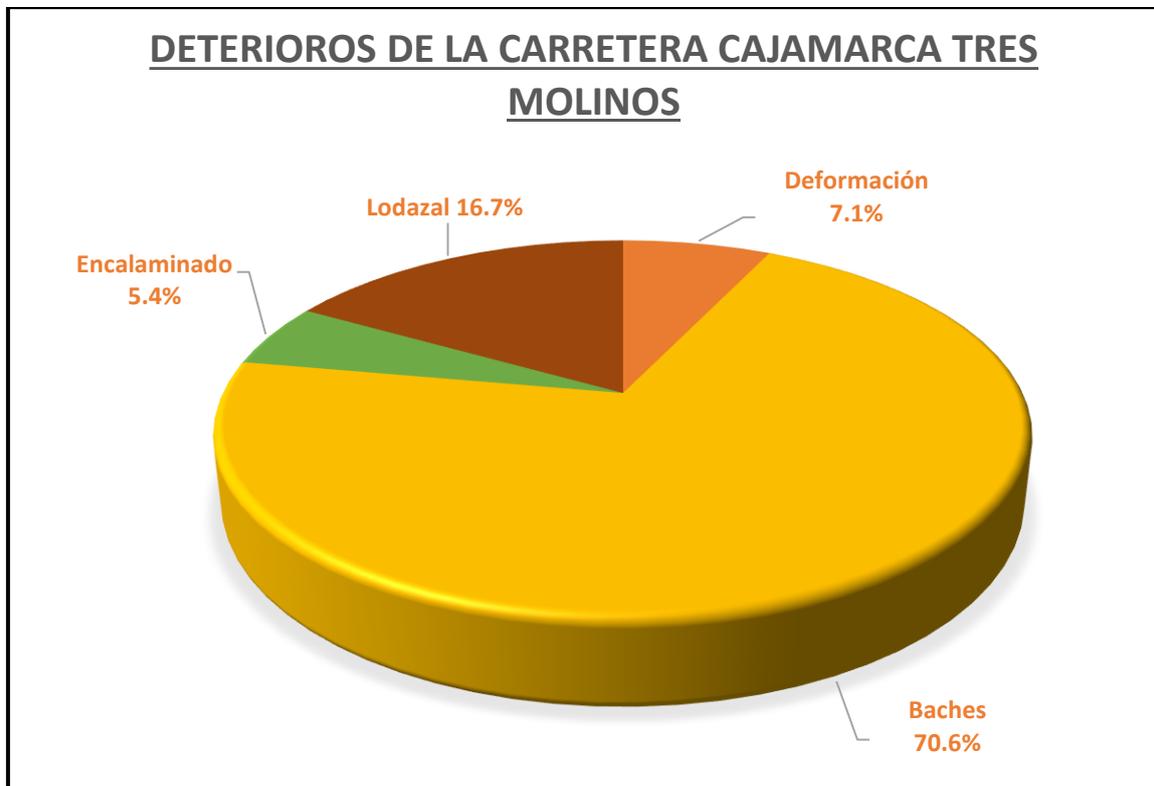


Figura 14 Porcentaje de cada tipo de falla existente.

3.2.5. Clima (precipitaciones).

Observamos que las precipitaciones empiezan desde el mes de octubre, noviembre y diciembre con una intensidad regular; pero en los meses de enero, febrero y marzo son los meses con mayor precipitación, lo cual implica que el estado de la carretera no pavimentada (afirmadas), de Cajamarca – Tres Molinos, sufre daños como deformación, erosión, baches (huecos), encalaminados y lodazal, debido a la falta de cunetas y mal drenaje que ocasionan aguas estancadas sobre la superficie de la carretera. Ocasionando un malestar a la población y daños reparables al parque automotor que circula por dichas vías.

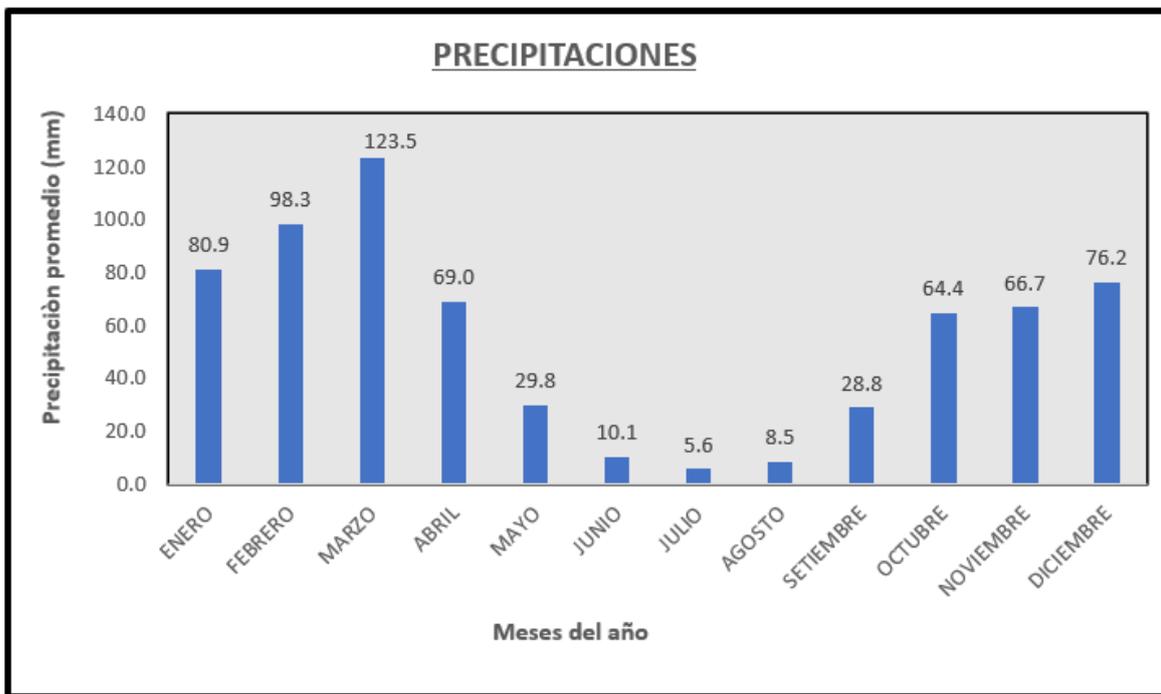


Figura 15 precipitación anual (Estación Augusto Weberbauer de los años 1968 - 2018)

3.3. Carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.

3.3.1 Información preliminar

a.- Ubicación de zona de estudio

La carretera no pavimentada está ubicada en la Provincia de Cajamarca Distrito de Cajamarca caserío de Cumbe Mayo, en el cual se realizó la inspección visual.

b.- Ubicación

Ubicación política:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Cajamarca

Caserío: Cumbe Mayo

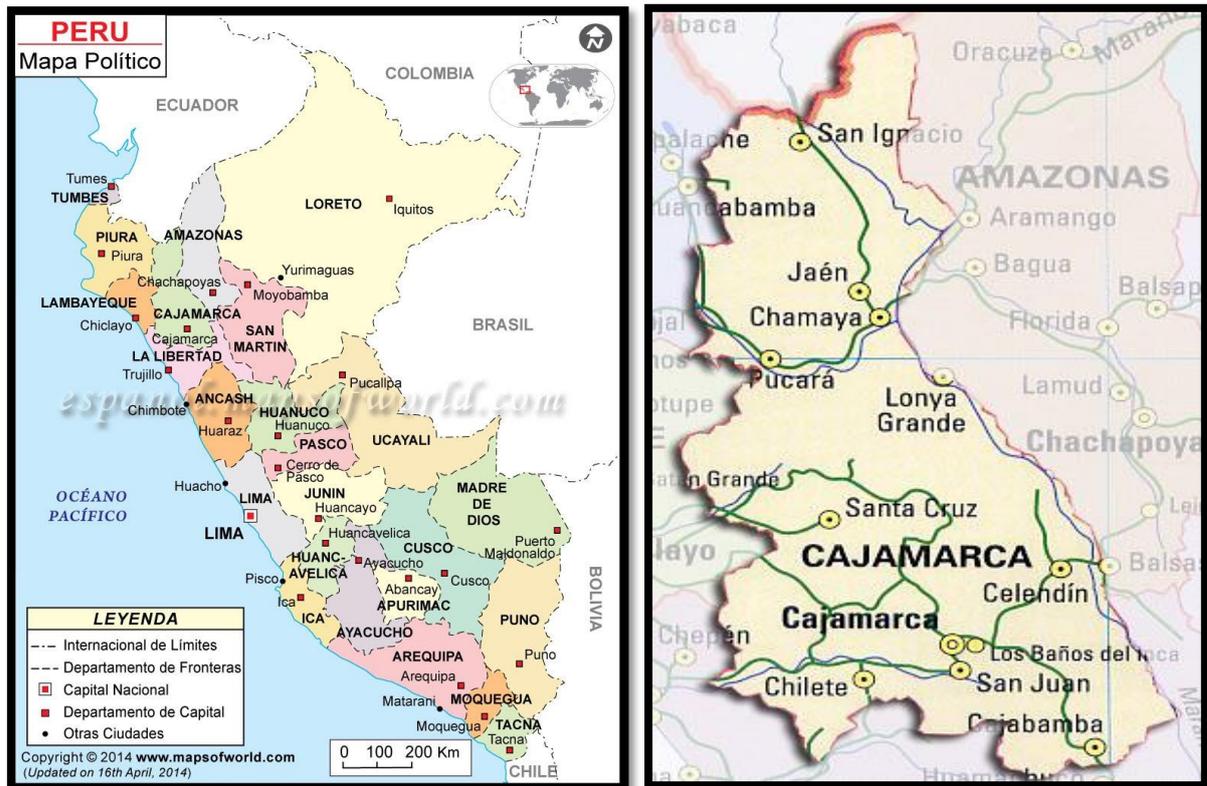


Figura 16 Ubicación Política.

Ubicación geográfica:

La carretera no pavimentada inicia a la altura de la antena de RPP hasta llegar al cruce hacia el bosque de piedras del centro turístico de Cumbe Mayo.

Coordenadas geográficas.



Figura 17 Inicio y Final de la Carretera No Pavimentada.

Tabla 23

Ubicación Geográfica

Latitud Sur: 7° 11' 23" S	Entre paralelos
Longitud Oeste: 78° 34' 26" W	Entre meridianos
Altitud	3500 msnm

Tabla 24

Coordenadas UTM.

Descripción	Norte	Este	Cota
Inicio	9200519.43	774016.13	2905.68
Final	9200581.62	768590.44	3500.71

3.3.2. Datos de la carreta no pavimentada.

a. Clasificación de la carretera no pavimentada:

La carretera no pavimentada (afirmada) Cajamarca – Cumbe Mayo se clasificó en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018.

- **De acuerdo a la demanda:**

De acuerdo a la demanda se puede clasificar como Carretera de Tercera Clase tiene un IMDA menor a 400 veh/día, con calzada de dos carriles con un ancho promedio de 7.5m.

- **Por sus condiciones orográficas:**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo. Se clasifica como terreno ondulado (tipo 2)

- **Por su jerarquía:**

La carretera Cajamarca Cumbe Mayo pertenece a la Red Vial Vecinal.

b. Características de la carretera:

La carretera Cajamarca – Cumbe Mayo, consta de dos carriles que proporciona un ancho de circulación de 6m en su primer tramo del km 00+000 – 00+500, en su segundo tramo es de 7m del km 00+500 – 02+500, en su tercer tramo es de 6.50 del km 02+500 – 06+000, en su cuarto tramo es de 7m del km 06+000 – 16+309, las que fueron identificadas en la carretera mediante sus límites de calzada.

c. Características de tránsito:

- **Composición vehicular**

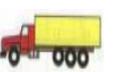
La información recolectada con relación al conteo vehicular y el análisis en forma precisa y detallada fue de 203 vehículos por día donde los vehículos ligeros (motos taxi) representan el 11%, (autos) el 21.3%, (camionetas) el 16.4%, (combi) el 33.9% y vehículos pesados B₂ el 5%, B₃ el 3.4%, C₂ el 4.2%, C₃ el 4.8%, C₄ el 0.1%.

- **Índice Medio Diario Semanal (IMDS).**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía.

Tabla 25

Índice Medio Diario

Tipo de vehículo	Descripción gráfica de los vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Motos		25	24	20	19	20	24	22
Automóvil		39	40	31	44	47	47	50
Camioneta		33	24	36	36	35	28	38
Combis		73	80	57	51	66	67	81
Cargador Frontal								
B2		4	8	10	11	10	15	12
B3		5	13	6	8	4	5	6
C2		12	4	10	7	6		11
C3		18	6	5	10	12		6
C4				2				3
T2S2		3	2			5	4	
T2S3								
Total IMD veh/día		212	201	177	186	205	190	229
TOTAL veh/semana		1204						

- IMD = 203 veh/ día

3.3.3. Estudio del material que conforma la capa de rodadura.

3.3.3.1. Afirmado

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013) El Afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.

Según el Expediente Técnico “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CUMBE MAYO, DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA, indica que el espesor del afirmado es de 0.20m de material granular debidamente compactada cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, que brinden a los usuarios adecuadas condiciones de confort, seguridad y economía.

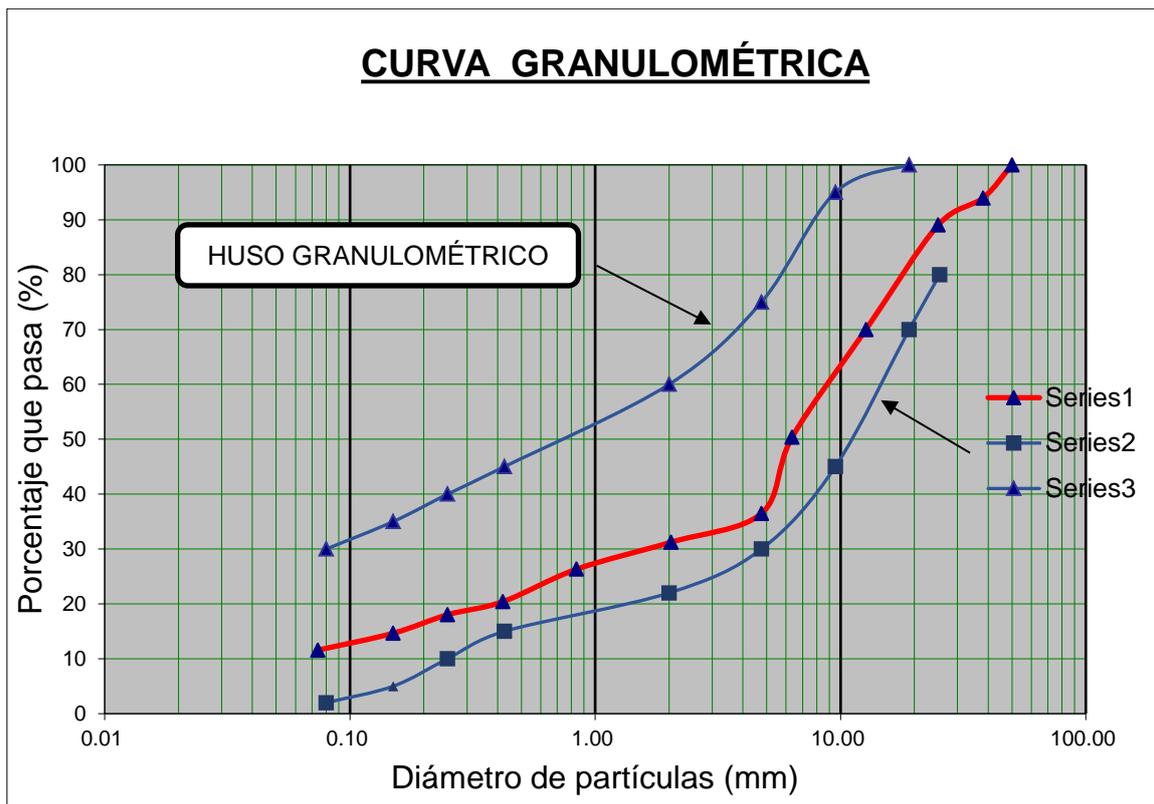


Figura 18 Curva Granulométrica

Cu=	13.40	Cc=	1.2
------------	-------	------------	-----

Curva granulométrica bien graduada $Cu > 6$ o $4, 3 > Cc > 1$

La curva granulométrica nos indica que está bien graduada la cual el material cumple con las especificaciones según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

3.3.3.2. Contenido de Humedad

Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

Tabla 26

Contenido de Humedad ASTM D-2216/MTC E108

Descripción	Und	Ensayo N°1	Ensayo N°2
n° Tara		1	2
Tara +suelo húmedo	gr	479.2	477.4
Tara +suelo seco	gr	462.6	459.8
Agua	gr	16.6	17.6
Peso de tara	gr	0	0
Peso del suelo seco	gr	462.6	459.8
Porcentaje de humedad	%	3.59	3.83
Humedad promedio	%	3.71	

3.3.3.3 Abrasión Los Ángeles

Se realizó la prueba de abrasión los ángeles (ASTM C131), evalúa la tenacidad y resistencia del material utilizado en la capa de rodadura de la carretera en estudio.

La gradación es tipo “A” con carga abrasiva (12 esferas de acero).

Tabla 27

Desgaste a la Abrasión

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5000	5000	5000	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2103.21	2265.44	2315.65	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	57.90	54.70	53.70	55.40

Según norma < 50%

Desgaste de los Ángeles no cumple: (55.40 % > 50%)

3.3.3.4. Límite Líquido y Límite Plástico

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la cuchara de Casagrande o copa de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que el surco que previamente se ha hecho en la muestra se cierre en una longitud de 12,7 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre el surco es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido.

Tabla 28

Límite Líquido y Límite Plástico

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	LL1	LL2	LL3	LP1	LP2
Wt (gr)	38.70	37.98	38.52	19.20	19.80
Wmh + t (gr)	59.26	60.15	59.48	33.60	35.10
Wms + t (gr)	56.18	56.89	56.52	32.60	34.00
Wms (gr)	17.48	18.91	18.00	13.40	14.20
W w (gr)	3.08	3.26	2.96	1.00	1.10
W(%)	17.62	17.24	16.44	7.46	7.75
N. GOLPES	14	18	30
LL/LP	16.75			7.60	



Figura 19 límite líquido

- $IP = LL - LP$
 $IP = 9.15$

Comparación del estudio de suelos con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)

Figura 20 Comparación con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Ensayo	Tipo	Resultado	Cumple
Granulometría	A - 1	Cc menor a 1	Si
Abrasión Los Ángeles	Gradación A	55.40%	No
Contenido de Humedad	Natural	3.71	Si
Limite Liquido	ASTM4318	16.75%	Si
Limite Plástico	ASTM4318	7.60%	Si
Índice de Plasticidad	MTC E111	9.15%	No

Clasificación del suelo de la capa de rodadura de la carretera Cajamarca – Cumbe Mayo según: American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

N° Malla	% Retenido acumulado	% Que pasa
N°4	67.83	35.52
N°40	95.36	17.06
N°200	98.13	10.06

% que pasa la malla N°200 \leq 35 **Suelo grueso.**

IG=0.2(a)+0.005(a) (c)

IG=0

TIPO DE SUELO: A-2-4 Gravas y arenas limosas o arcillosas.

3.3.4. Ficha Técnica de Daños.

En las carreteras no pavimentadas (afirmadas) según el informe visual encontramos los deterioros o fallas indicadas en el cuadro siguiente.

Tabla 29

Ficha Técnica de Daños de la Carretera Cajamarca Cumbe Mayo.

Progresiva		Longitud (m)	Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Causas
Del km	Al km					
0+000	0+010	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+098	0+110	12	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
0+215	0+230	15	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
0+355	0+368	13	Erosión	Leve		Clima y drenaje
0+488.50	0+500	11.50	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
0+500	0+514	14	Deformación	Leve		Clima y drenaje
0+525	0+535	10	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
0+575	0+594	19	Deformación	Leve		Clima y drenaje
0+621	0+630	9	Erosión	Leve		Clima y drenaje
0+733	0+751	18	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+864	0+873	9	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
0+985	1+000	15	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
1+000	1+017	17	Erosión	Leve		Clima y drenaje
1+100	1+110	10	Deformación	Leve		Clima y drenaje
1+115	1+136	21	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+185	1+200	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+223	1+244	21	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
1+260	1+338	12	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
1+350	1+385	15	Deformación	Leve		Clima y drenaje
1+488	1+500	12	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
1+500	1+515	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje

1+550	1+557	7	Baches	Leve	x	Mal drenaje
1+842	1+860	18	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
1+986	2+000	14	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
2+000	2+010	10	Baches	Leve	x	Mal drenaje
2+317	2+330	13	Baches	Severa	x	Mal drenaje
2+456	2+473	17	Baches	Severa	x	Mal drenaje
2+500	2+525	25	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
2+700	2+705	5	Baches	Leve	x	Mal drenaje
2+814	2+825	11	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
2+940	2+955	15	Deformación	Leve		Clima y drenaje
2+983	3+000	17	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
3+000	3+011	11	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
3+350	3+365	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
3+375	3+380	5	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
3+435	3+438	3	Deformación	Leve		Clima y drenaje
3+496	3+500	4	Erosión	Leve		Clima y drenaje
3+500	3+523	23	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
3+860	3+875	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
3+905	3+915	10	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
3+963	3+970	7	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
3+991	4+000	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
4+000	4+014	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
4+410	4+415	5	Baches	Leve	x	Mal drenaje

4+415	4+425	10	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
4+455	4+462	7	Baches	Leve	x	Mal drenaje
4+462	4+470	8	Deformación	Leve		Clima y drenaje
4+500	4+517.50	17.50	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
4+531	4+545	14	Deformación	Severa		Clima y drenaje
4+559	4+573	14.5	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
4+689	4+700	11	Baches	Leve	x	Mal drenaje
4+800	4+812	12	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
4+812	4+815	3	Baches	Leve	x	Mal drenaje
4+850	4+858	8	Deformación	Severa		Clima y drenaje
4+858	4+868	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
4+880	4+892	12	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
4+892	4+900	8	Erosión	Leve		Clima y drenaje
5+000	5+014	14	deformación	Leve		Clima y drenaje
5+076	5+089	13	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
5+154	5+160	6	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
5+160	5+175	15	Erosión	Leve		Clima y drenaje
5+215	5+220	5	Baches	Leve	x	Mal drenaje
5+280	5+286	6	Baches	Leve	x	Mal drenaje
5+325	5+340	15	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
5+358	5+376	18	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
5+400	5+412.30	12.30	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
5+490	5+500	10	Baches	leve	x	Mal drenaje
5+500	5+513	13	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
5+530.60	5+548	17.40	Deformación	Moderada		Clima y drenaje

5+558	5+571	13	Baches	Leve	x	Mal drenaje
5+653	5+663	10	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
5+663	5+676	13	Baches	Severa	x	Mal drenaje
5+701	5+707	6	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
5+707.80	5+716	8.20	Baches	Leve	x	Mal drenaje
5+716	5+717	1	Cruce de agua	Leve		Drenaje deficiente
5+760	5+772	12	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
5+805	5+821	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
5+821	5+826	5	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
5+991.20	6+000	8.80	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
6+000	6+008	8	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
6+008	6+020	12	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
6+045	6+060	15	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
6+062	6+067.50	5.5	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
6+085	6+102	17	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+102	6+108	6	Baches	Leve	x	Mal drenaje
6+183	6+188	5	Baches	Leve	x	Mal drenaje
6+188	6+192	4	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
6+206	6+228	22	Erosión	Leve		Clima y drenaje
6+238.45	6+250	11.55	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+354	6+373	19	Erosión	Leve		Clima y drenaje
6+487.35	6+500	12.65	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+500	6+512.40	12.40	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+522	6+531	9	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+535	6+541	6	Deformación	Moderada		Clima y drenaje

6+541	6+556	15	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
6+615	6+640	25	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+658	6+676	18	Erosión	Leve		Drenaje deficiente
6+676	6+686	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+686	6+692	6	Baches	Leve	x	Mal drenaje
6+713	6+730	17	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
6+739	6+749	10	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
6+966	6+980	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
6+995.70	7+000	4.30	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
7+000	7+015.40	15.40	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
7+024	7+033	9	erosión	Leve		Clima y drenaje
7+033	7+041	8	Baches	Leve	x	Mal drenaje
7+086	7+100	14	Erosión	Leve		Drenaje deficiente
7+124	7+142	18	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
7+214	7+226	12	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
7+425	7+433	8	Erosión	Moderada		Drenaje deficiente
7+474	7+486	12	Baches	Leve	x	Mal drenaje
7+489	7+498	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
7+498	7+500	20	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
7+500	7+519	19	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
7+519	7+537	18	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
7+537	7+546	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
7+546	7+560	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje

7+560	7+570	10	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
7+698.30	7+708	9.70	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
7+711	7+724	13	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
7+724	7+739	15	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
7+739	7+756	17	Deformación	Leve		Clima y drenaje
7+989	8+000	11	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
8+000	8+012	12	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
8+012	8+016	4	Baches	Leve	x	Mal drenaje
8+032	8+044	12	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
8+075	8+090	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
8+113	8+122	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
8+122	8+134	12	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
8+134	8+151	17	Baches	Severa	x	Mal drenaje
8+159	8+166	7	Baches	Severa	x	Mal drenaje
8+175	8+186	11	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
8+190	8+196.50	6.5	Baches	Leve	x	Mal drenaje
8+237	8+256	19	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
8+456	8+465	9	Erosión	Leve		Clima y drenaje
8+465	8+479	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
8+489	8+500	11	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
8+500	8+515	15	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
8+515	8+525	10	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos

8+622	8+639	17	Deformación	Leve		Clima y drenaje
8+639	8+647	8	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
8+681	8+690	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
8+727	8+733	6	Baches	Leve	x	Mal drenaje
8+743	8+756	13	Deformación	Leve		Clima y drenaje
8+761	8+766	5	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
8+766	8+777	11	Erosión	Leve		Clima y drenaje
8+777	8+795	18	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
8+976	8+982	6	Baches	Leve	x	Mal drenaje
9+000	9+016	16	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
9+016	9+032	16	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
9+032	9+048	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
9+150	9+163	13	Baches	Leve	x	Mal drenaje
9+194	9+206	12	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
9+216	9+231	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
9+272	9+286	14	Erosión	Leve		Clima y drenaje
9+413	9+431	18	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
9+431	9+443	12	Erosión	Leve		Drenaje deficiente
9+500	9+519	19	Erosión	Leve		Clima y drenaje
9+540	9+551	11	Erosión	Leve		Clima y drenaje
9+567	9+583	16	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
9+587	9+599	12	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
9+623	9+631	8	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
9+697	9+711	14	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
9+715	9+727	12	Deformación	Leve		Clima y drenaje

9+733	9+743	10	Deformación	Leve		Clima y drenaje
9+802	9+807	5	Erosión	Leve		Clima y drenaje
9+810	9+823	13	Erosión	Leve		Clima y drenaje
9+830	9+839	9	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
9+899	9+903	4	Erosión	Leve		Clima y drenaje
9+903	9+919	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
9+935	9+946	11	Erosión	Leve		Clima y drenaje
9+946	9+967	21	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
9+977	10+000	23	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
10+000	10+012	12	Baches	Severa	x	Mal drenaje
10+012	10+029	17	Baches	Severa	x	Mal drenaje
10+033	10+049	16	Baches	Severa	x	Mal drenaje
10+097	10+111	14	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
10+113	10+129	16	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
10+195	10+209	14	Baches	Severa	x	Mal drenaje
10+213	10+225	12	Deformación	Leve		Clima y drenaje
10+241	10+257	16	Erosión	Leve		Clima y drenaje
10+268	10+272	4	Baches	Leve	x	Mal drenaje
10+417	10+433	16	Erosión	Leve		Clima y drenaje
10+433	10+449	16	Baches	Severa	x	Mal drenaje
10+451	10+465	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
10+500	10+514	14	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
10+514	10+530	16	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
10+546	10+562	16	Erosión	Leve		Clima y drenaje
10+562	10+577	15	Cruce de agua	Sin deterioro		Drenaje deficiente

10+658	10+674	16	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
10+674	10+690	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
10+695	10+706	11	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
10+883	10+898	15	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
10+898	10+914	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
10+914	10+930	16	Erosión	Leve		Clima y drenaje
10+982	11+000	18	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
11+000	11+013.34	13.34	Deformación	Leve		Clima y drenaje
11+071	11+087	16	Deformación	Leve		Clima y drenaje
11+087	11+102.80	15.8	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
11+119	11+134	15	Erosión	Leve		Clima y drenaje
11+151	11+169	18	Baches	Leve	x	Mal drenaje
11+209	11+217	8	Baches	Leve	x	Mal drenaje
11+226	11+237	11	Deformación	Leve		Clima y drenaje
11+237	11+249	12	Deformación	Leve		Clima y drenaje
11+343	11+359	16	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
11+392	11+411	19	Erosión	Leve		Clima y drenaje
11+486	11+500	14	Deformación	Leve		Clima y drenaje
11+500	11+509	9	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
11+535	11+551	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
11+571.90	11+587	15.10	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
11+587	11+600	13	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
11+625	11+635	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje

11+635	11+651	16	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
11+651	11+665	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
11+665	11+683	18	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
11+683	11+697	14	Baches	Leve	x	Mal drenaje
11+697	11+710	13	Erosión	Leve		Clima y drenaje
11+710	11+729	19	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
11+786	11+794.80	8.8	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
11+973	12+000	27	Deformación	Leve		Clima y drenaje
12+000	12+017.50	17.5	Erosión	Leve		Clima y drenaje
12+017.50	12+033	16	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
12+033.50	12+052	18.5	Baches	Leve	x	Mal drenaje
12+052	12+067	15	Erosión	Leve		Clima y drenaje
12+067	12+086	19	Deformación	Leve		Clima y drenaje
12+086	12+100	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
12+100	12+116	16	Deformación	Leve		Clima y drenaje
12+278	12+290	12	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
12+329	12+342	13	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
12+342	12+358	16	Deformación	Leve		Clima y drenaje
12+378	12+390	12	Baches	Leve	x	Mal drenaje
12+457	12+473	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
12+473	12+500	27	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
12+500	12+509	9	Erosión	Leve		Clima y drenaje
12+538	12+556	18	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
12+566	12+575	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
12+703	12+718	15	Baches	Leve	x	Mal drenaje

12+755	12+767	12	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
12+767	12+783	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
12+790	12+799	9	Erosión	Leve		Clima y drenaje
12+815	12+827	12	Deformación	Leve		Clima y drenaje
12+830	12+843	13	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
12+849	12+859	10	Erosión	Leve		Clima y drenaje
12+860.20	12+875	14.80	Baches	Leve	x	Mal drenaje
12+881	12+891	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
12+900	12+907	7	Erosión	Leve		Clima y drenaje
12+923	12+939	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
13+000	13+012.80	12.80	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
13+028	13+044	16	Deformación	Leve		Clima y drenaje
13+054	13+062	8	Erosión	Leve		Clima y drenaje
13+204	13+214	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
13+219.30	13+230	10.70	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
13+240	13+249	9	Baches	Leve	x	Mal drenaje
13+259	13+262	3	Baches	Leve	x	Mal drenaje
13+401	13+422	21	Erosión	Leve		Clima y drenaje
13+433	13+449	16	Erosión	Leve		Clima y drenaje
13+449.90	13+469	19.10	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
13+491.30	13+500	9.70	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
13+500	13+511	11	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
13+525	13+537	12	Baches	Leve	x	Mal drenaje
13+567	13+573	6	Baches	Leve	x	Mal drenaje

13+584.60	13+601	16.40	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
13+739	13+745	6	Erosión	Leve		Clima y drenaje
13+745	13+761	16	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
13+861	13+873	12	Erosión	Leve		Clima y drenaje
13+893	13+905	12	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
13+905	13+921	16	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
13+940.10	13+953	12.90	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
13+953	13+975	22	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
13+985	14+000	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
14+000	14+013	13	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
14+023	14+037	14	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
14+039	14+049	10	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
14+161	14+177	16	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
14+183	14+201	18	Baches	Leve	x	Mal drenaje
14+207	14+217	10	Erosión	Leve		Clima y drenaje
14+222	14+233	11	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
14+428	14+445	17	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
14+447	14+461	14	Deformación	Leve		Clima y drenaje
14+469	14+477	8	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
14+500	14+511	11	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
14+516	14+532	16	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
14+537	14+548	11	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
14+602	14+615	13	Erosión	Moderada		Clima y drenaje

14+628	14+644	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
14+654	14+660	6	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
14+664	14+676	12	Baches	Leve	x	Mal drenaje
14+680	14+693	13	Deformación	Leve		Clima y drenaje
14+696	14+708	12	Baches	Leve	x	Mal drenaje
14+733	14+740	7	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
14+740	14+756	16	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
14+826	14+836	10	Baches	Leve	x	Mal drenaje
14+841	14+852	11	Baches	Leve	x	Mal drenaje
14+855	14+868	13	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
15+000	15+013.30	13.30	Baches	Leve	x	Mal drenaje
15+062	15+080	18	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
15+160	15+183	23	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
15+183	15+197	14	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
15+197	15+225	28	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
15+310	15+334	24	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
15+382	15+401	19	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
15+401	15+412	11	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
15+446	15+461	15	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
15+461	15+485	24	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
15+490	15+500	10	Baches	Leve	x	Mal drenaje
15+500	15+513.50	13.50	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos

15+549	15+567	18	Deformación	Moderada		Clima y drenaje
15+620	15+636	16	Erosión	Moderada		Clima y drenaje
15+697	15+703	6	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
15+794	15+809	15	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
15+846	15+863	17	Encalaminado	Moderada		Vibraciones por vehículos
15+932	15+944	12	Baches	Moderada	x	Mal drenaje
15+982	16+000	18	Baches	Leve	x	Mal drenaje
16+000	16+008	8	Baches	Leve	x	Mal drenaje
16+087	16+097	10	Baches	Leve	x	Mal drenaje
16+124.70	16+135	10.30	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
16+203	16+224	21	Encalaminado	Leve		Vibraciones por vehículos
16+284	16+309	25	Baches	Leve	x	Mal drenaje

TIPO DE DAÑO	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches o Huecos
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua
NIVEL DE GRAVEDAD	0. Sin deterioro	1. Leve	2. Moderada
			3. Severa
CLASE DE DENSIDAD	Solo se aplica al Tipo de Daño 3. Baches o Huecos.		

fuentes: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Fotografía N°9



Tipo de falla Encalaminado en el tramo km 3+905 hasta km 0+3+915.

Fotografía N°10



Tipo de falla Deformación en el tramo km 4+462 hasta km 4+470.

Fotografía N°11



Tipo de falla Baches en el tramo km 1+115 hasta km 1+136.

Fotografía N°12



Tipo de falla Cruce de agua en el tramo km 5+716 km

Tabla 30

Porcentaje de Deterioros.

Deterioro	Estado	Longitud (m)	%
Deformación	Moderada	844.04	20.40%
Erosión	Leve	851.30	20.60%
Baches	Moderada	1831.50	44.20%
Encalaminado	Leve	596.90	14.40%
Cruce de agua	Sin deterioro	16	0.4%



Figura 21 Porcentaje de cada tipo de falla existente.

3.3.5. Clima (precipitaciones).

Observamos que las precipitaciones empiezan desde el mes de octubre, noviembre y diciembre con una intensidad regular; pero en los meses de enero, febrero y marzo son los meses con mayor precipitación, lo cual implica que el estado de la carretera no pavimentada (afirmadas), de Cajamarca – Cumbe Mayo, sufren daños como deformación, erosión, baches (huecos), encalaminados y lodazal, debido a la intensidad de los escurrimientos y del tipo de suelo y su terreno ondulado. Ocasionando un malestar a la población y daños reparables al parque automotor que circula por dichas vías.

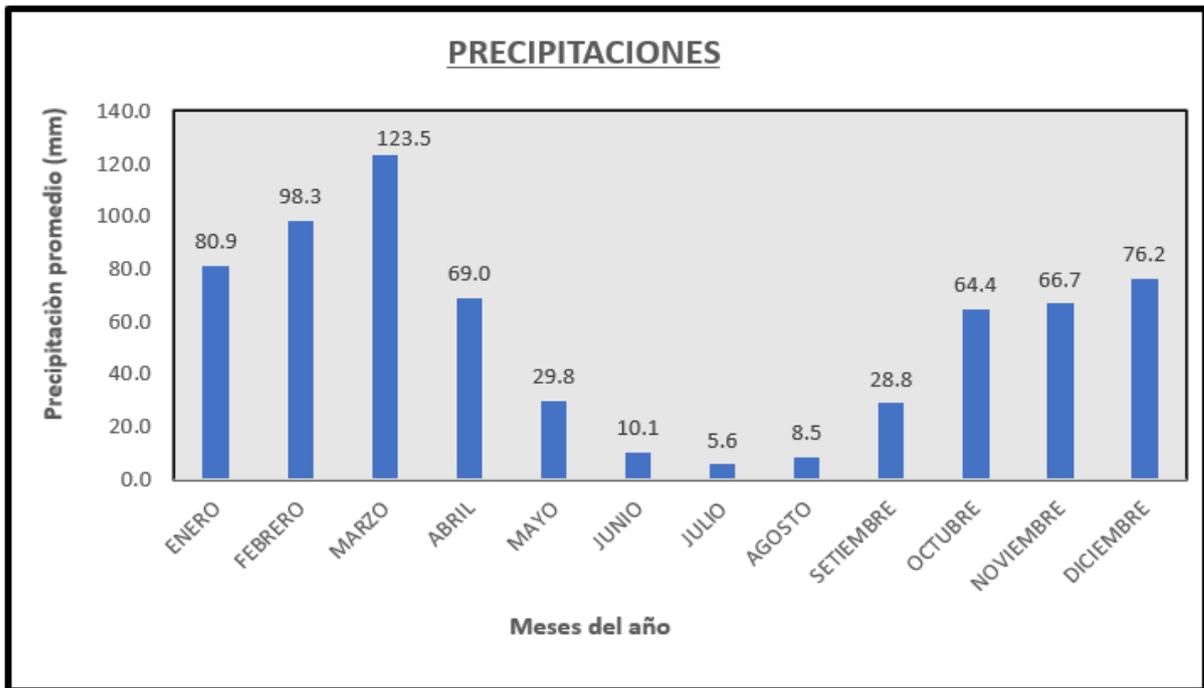


Figura 22 Precipitación anual (Estación Augusto Weberbauer de los años 1968 - 2018)

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- Los resultados encontrados producto de las fichas del Inventario de Condición superficial de la capa de rodadura, demuestran que uno de los problemas más serios de las carreteras no pavimentadas de Cajamarca – Santa Bárbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca Cumbe Mayo, son los baches, ya que dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan por dichas carreteras. Pese a ello, no se puede hablar de una causa única del deterioro de las carreteras no pavimentadas, pues se producen por múltiples factores como: no se cuenta con cuentas, los materiales no cumplen con las especificaciones técnicas, errores constructivos, deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones y agentes climáticos.
- A lo anterior hay que agregar, que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado, dado a que no se realiza el Inventario vial y sólo se interviene cuando el deterioro es muy perjudicial. Lo ideal es detectar y cuantificar los daños de las carreteras con anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación rutinaria, y no de reconstrucción. De esta forma, se ahorra dinero y recursos, ya que el costo por reconstrucción o rehabilitación de las carreteras no pavimentadas es mucho más elevado que el costo por mantenimiento rutinario.
- En tal sentido, para identificar qué técnicas de mantenimiento y reparación son las adecuadas para mejorar la serviciabilidad de las carreteras no pavimentadas (afirmadas), se debe en primer lugar, evaluar la carretera y conocer el estado real en que se encuentra. Para ello el Inventario de Condición resulta muy eficaz.

- Finalmente, es necesario hacer notar que gran parte de las carreteras no pavimentadas (afirmadas), evaluadas se encuentra en condiciones regulares. La solución tradicional a este problema consiste en realizar un mantenimiento rutinario. Pero el problema no termina ahí, pues no basta sólo con reparar los daños, sino que es necesario evaluar el comportamiento de los materiales y saber cuándo es necesario darle el mantenimiento correspondiente para evitar repararlo nuevamente e incurrir en gastos innecesarios. Nuestra propuesta apunta a considerar un plan de conservación preventivo con actividades y procedimientos de mantenimiento rutinario y periódico.
- Complementariamente a lo establecido, se propone además generar a las autoridades locales una cultura de mantenimiento, con el objetivo de prestar a los ciudadanos un servicio de calidad que satisfaga sus necesidades de movilidad, desarrollando una serie de actividades de mantenimiento y conservación.

4.2 Conclusiones.

- Los factor que más influyen en el deterioro de las carreteras son: el material (afirmado) que no cumple con las especificaciones técnicas correspondientes según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito y el clima; las carreteras de Cajamarca Santa Bárbara, Cajamarca Tres Molinos y Cajamarca Cumbe Mayo no cuentan con un diseño adecuado en las pendientes transversales por lo que las lluvias ocasionan: baches, deformaciones, erosiones, encalaminados y lodazal.
- El deterioro con más incidencia en la carretera no pavimentada (afirmada) Cajamarca – Santa Bárbara es el bache con 88%, erosión 3%, deformación 1%, lodazal 5%, encalaminado 3%. Ver figura 7 (Deterioros de la carretera Cajamarca – Santa Barbara).
- El deterioro con más incidencia en la carretera no pavimentada (afirmada) Cajamarca – Tres Molinos es el bache con 70.6%, lodazal 16.7%, deformación 7.1%, encalaminado 5.4%, cruce de agua 0.3%. Ver figura 14 (Deterioros de la carretera Cajamarca – Tres Molinos).
- El deterioro con más incidencia en la carretera no pavimentada (afirmada) Cajamarca – Cumbe Mayo es el bache con 44.20%, deformación 20.40%, erosión 20.60%, encalaminado 14.40%, cruce de agua 0.4%. Ver figura 21 (Deterioros de la carretera Cajamarca – Cumbe Mayo).
- La falta de cunetas en las carreteras Cajamarca Santa Bárbara y Cajamarca Tres Molinos genera el mal estado de una forma inmediata por ende se generan los baches o huecos y lodazal.
- En la carretera Cajamarca Cumbe Mayo, el material utilizado cumple con las especificaciones técnicas de acuerdo al Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

- El conteo vehicular diario nos da un valor menor a 400veh/día siendo las tres carreteras en estudio carreteras de tercera clase

4.3. Recomendaciones.

- Al obtener como resultado el deterioro más desfavorable que es el bache o huecos, se recomienda a la Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, Municipalidad Provincial de Cajamarca, realizar un mantenimiento Integral de las carreteras no pavimentadas en estudio, ya que se necesita hacer que la carretera vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.
- A la Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, se debe plantear obras de drenaje, en los mantenimientos de las carreteras de Cajamarca Santa Bárbara, Cajamarca Tres Molinos, para evitar la colmatación y sedimentación a lo largo de las carreteras como son cunetas, Badenes, alcantarillas.
- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, Municipalidad Provincial de Cajamarca, un monitoreo continuo con los formatos del Inventario de Condición, ya establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que sirve para registrar los deterioros de las carreteras, a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de mantenimiento de las carreteras.

REFERENCIAS

1. Atarama, E. (2015). Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES.
2. Andreas, S. (1992). Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales.
3. Ballarin, M (2006). Mejoramiento de caminos no pavimentados en el departamento de Huánuco mediante la estabilización de suelos comparando el estabilizador orgánico Permazyme 22x y el probase TX-55. Facultad de Ingeniería Civil. UNI. Lima-Perú.
4. Escobal, J. (2001). Estimando el Beneficio de los Caminos Rurales. Lima, PE., Grupo de Análisis para el Desarrollo (Grade). 82 p.
5. Facultad de Ingeniería (2005) Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Estabilización de Suelos. Argentina.
6. Fratelli, M (1993). Fundaciones y Muros. Venezuela.
7. Huamán, G. (2014). Propuesta de fortalecimiento en la metodología de determinación del valor referencial para el mantenimiento rutinario camino vecinal, tramo Ricran – Tambillo.
8. Jonathan Q. Addo, PE, Thomas G. Sanders, Ph.D., PE, Melanie Chenard, E.I.T. Road Dust Suppression: Effect on Maintenance Stability, Safety and the Environment (Phases 1-3), USA, May 2004.
9. Menéndez, J (2003) Oficina Internacional del Trabajo. Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario con Microempresas. Lima-Perú.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) Norma Peruana de Diseño Geométrico. DG 2018. Lima Perú.

11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) Manual de Carreteras Conservación Vial. Volumen N° 1. Lima.
12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) Manual de Especificaciones Técnicas Para la Construcción. Lima Perú.
14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2000) Norma Especificaciones Generales, Lima Perú.
15. Michael W. Sayers, Thomas D. Gillespie, and Cesar A. V. Queiroz. The International Road Roughness Experiment. Paper technical number 45 World Bank. Washington, DC., USA. 1986.
16. Rodríguez, P (1999) Desarrollo de la ecuación de correlación para la determinación del IRI en pavimentos asfálticos nuevos utilizando el Rugosímetro Merlín. X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, España,
17. Peter Bolander, Alan Yamada. San Dimas Technology and Development Center. San Dimas California. USA. November 1999

ANEXOS

Anexo N°1: Ficha técnica de nivel de gravedad de la carretera Cajamarca - Santa Bárbara.

FICHA TECNICA DE NIVEL DE GRAVEDAD Y SU CLASE DE DENSIDAD EN CAMINO VECINAL				
Progresiva		TIPO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	CLASE DE DENSIDAD
Del Km	Al Km			
0+000	0+005	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 2
0+035	0+080	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 9
0+200	0+213	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 3
0+300	0+306.50	Lodazal	Transitabilidad baja	
0+480.40	0+500	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 5
0+500	0+506	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm	
0+506	0+517	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 3
0+526	0+533	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 1
0+621	0+630	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 2
0+763	0+781.60	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 10
0+854	0+873	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 3
0+994.80	1+000	Lodazal	Transitabilidad baja	
1+050	1+056	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm	
1+089	1+092	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero <5cm	
1+106	1+126	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 8
1+185	1+200	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 7
1+330	1+349.50	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 4

Anexo N°2: Ficha Técnica de nivel de gravedad de la carretera Cajamarca - Tres Molinos.

Progresiva		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad
Del km	Al km			
0+000	0+050	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
0+100	0+120	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 4
0+240	0+265	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 2
0+280	0+303.5	Lodazal	Transitabilidad baja	
0+360	0+365	Lodazal	Transitabilidad baja	
0+400	0+408	Lodazal	Transitabilidad baja	
0+490	0+500	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 2
0+500	0+512	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm	
0+515	0+522	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 11
0+530	0+540	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 3
0+605	0+612	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 4
0+810	0+820	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 7
0+845	0+858	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 6
0+992	1+000	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm	
1+000	1+001	Cruce de agua	Transitabilidad baja	
1+126	1+140	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 2
1+200	1+250	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 9
1+340	1+352	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 4
1+400	1+410	Lodazal	Transitabilidad baja	
1+498	1+500	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 1
1+600	1+630	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
1+750	1+765	Lodazal	Transitabilidad baja	
1+900	1+926	deformación	Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm.	

Anexo N°3: Ficha Técnica de nivel de gravedad de la carretera Cajamarca - Cumbe Mayo.

Progresiva		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad
Del km	Al km			
0+000	0+010	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 18
0+098	0+110	Deformación	Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm.	
0+215	0+230	Deformación	Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm.	
0+355	0+368	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
0+488.50	0+500	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
0+500	0+514	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm.	
0+525	0+535	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
0+575	0+594	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm.	
0+621	0+630	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
0+733	0+751	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 14
0+864	0+873	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 19
0+985	1+000	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
1+000	1+017	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
1+100	1+110	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm.	
1+115	1+136	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
1+185	1+200	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17
1+223	1+244	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
1+260	1+338	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	

1+350	1+385	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm.	
1+488	1+500	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
1+500	1+515	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 10
1+550	1+557	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
1+842	1+860	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
1+986	2+000	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
2+000	2+010	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 7
2+317	2+330	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 21
2+456	2+473	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 25
2+500	2+525	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
2+700	2+705	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 6
2+814	2+825	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
2+940	2+955	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm.	
2+983	3+000	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
3+000	3+011	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
3+350	3+365	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17
3+375	3+380	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 10
3+435	3+438	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm.	
3+496	3+500	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
3+500	3+523	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
3+860	3+875	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 14
3+905	3+915	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	

3+963	3+970	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
3+991	4+000	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 4
4+000	4+014	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
4+410	4+415	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 2
4+415	4+425	Erosión	Moderada	
4+455	4+462	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 5
4+462	4+470	Deformación	Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm.	
4+500	4+517.50	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17
4+531	4+545	Deformación	Huellas / hundimientos > = 10 cm.	
4+559	4+573	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
4+689	4+700	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 3
4+800	4+812	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
4+812	4+815	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 1
4+850	4+858	Deformación	Huellas / hundimientos > = 10 cm.	
4+858	4+868	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
4+880	4+892	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
4+892	4+900	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
5+000	5+014	deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
5+076	5+089	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
5+154	5+160	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
5+160	5+175	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
5+215	5+220	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 2

5+280	5+286	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 6
5+325	5+340	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
5+358	5+376	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 14
5+400	5+412.30	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
5+490	5+500	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5
5+500	5+513	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 18
5+530.60	5+548	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
5+558	5+571	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 8
5+653	5+663	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
5+663	5+676	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 22
5+701	5+707	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
5+707.80	5+716	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 2
5+716	5+717	Cruce de agua	Transitabilidad baja	
5+760	5+772	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
5+805	5+821	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
5+821	5+826	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
5+975	6+000	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
6+000	6+008	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
6+008	6+020	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
6+045	6+060	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
6+062	6+067.50	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
6+085	6+102	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
6+102	6+108	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 7
6+183	6+188	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5

6+188	6+192	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
6+206	6+228	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
6+238.45	6+250	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
6+354	6+373	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
6+487.35	6+500	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 19
6+500	6+512.40	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 20
6+522	6+531	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
6+535	6+541	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
6+541	6+556	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
6+615	6+640	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 14
6+658	6+676	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
6+676	6+686	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
6+686	6+692	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 7
6+713	6+730	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
6+739	6+749	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
6+966	6+980	Baches	se necesita un capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
6+995.70	7+000	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
7+000	7+015.40	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
7+024	7+033	erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
7+033	7+041	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5
7+086	7+100	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
7+124	7+142	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	

7+214	7+226	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
7+425	7+433	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
7+474	7+486	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 3
7+489	7+498	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 6
7+498	7+500	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
7+500	7+519	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
7+519	7+537	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
7+537	7+546	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 4
7+546	7+560	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
7+560	7+570	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
7+698.30	7+708	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
7+711	7+724	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
7+724	7+739	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
7+739	7+756	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
7+989	8+000	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
8+000	8+012	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
8+012	8+016	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 12
8+032	8+044	Encalaminado	Leve	
8+075	8+090	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 10
8+113	8+122	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 5
8+122	8+134	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
8+134	8+151	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 21
8+159	8+166	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 27
8+175	8+186	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	

8+190	8+196.50	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 2
8+237	8+256	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 12
8+456	8+465	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
8+465	8+479	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 16
8+489	8+500	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
8+500	8+515	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
8+515	8+525	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
8+622	8+639	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
8+639	8+647	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
8+681	8+690	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 6
8+727	8+733	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 3
8+743	8+756	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
8+761	8+766	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
8+766	8+777	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
8+777	8+795	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
8+976	8+982	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 2
9+000	9+016	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+016	9+032	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
9+032	9+048	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
9+150	9+163	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 2
9+194	9+206	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
9+216	9+231	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17
9+272	9+286	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	

9+413	9+431	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
9+431	9+443	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+500	9+519	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+540	9+551	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+567	9+583	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
9+587	9+599	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
9+623	9+631	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
9+697	9+711	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
9+715	9+727	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
9+733	9+743	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
9+802	9+807	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+810	9+823	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+830	9+839	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 10
9+899	9+903	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+903	9+919	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 18
9+935	9+946	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
9+946	9+967	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 14
9+977	10+000	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
10+000	10+012	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 22
10+012	10+029	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 27
10+033	10+049	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 29
10+097	10+111	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
10+113	10+129	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	

10+195	10+209	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 25
10+213	10+225	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
10+241	10+257	Erosión	Leve	
10+268	10+272	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 2
10+417	10+433	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
10+433	10+449	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 31
10+451	10+465	Baches	Se necesita una reconstrucción	Nº DE BACHES 15
10+500	10+514	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
10+514	10+530	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
10+546	10+562	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
10+562	10+577	Cruce de agua	Transitabilidad baja	
10+658	10+674	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
10+674	10+690	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
10+695	10+706	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
10+883	10+898	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
10+898	10+914	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 18
10+914	10+930	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
10+982	11+000	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
11+000	11+013.34	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
11+071	11+087	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
11+087	11+102.80	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
11+119	11+134	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
11+151	11+169	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 8

11+209	11+217	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 4
11+226	11+237	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
11+237	11+249	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
11+343	11+359	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
11+392	11+411	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
11+486	11+500	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
11+500	11+509	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
11+535	11+551	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
11+571.90	11+587	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
11+587	11+600	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
11+625	11+635	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 19
11+635	11+651	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
11+651	11+665	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
11+665	11+683	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
11+683	11+697	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 4
11+697	11+710	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
11+710	11+729	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
11+786	11+794.80	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
11+973	12+000	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
12+000	12+017.50	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
12+017.50	12+033	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
12+033.50	12+052	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 7

12+052	12+067	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
12+067	12+086	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
12+086	12+100	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
12+100	12+116	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
12+278	12+290	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
12+329	12+342	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
12+342	12+358	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
12+378	12+390	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 13
12+457	12+473	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 18
12+473	12+500	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
12+500	12+509	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
12+538	12+556	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 19
12+566	12+575	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 3
12+703	12+718	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 6
12+755	12+767	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
12+767	12+783	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
12+790	12+799	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
12+815	12+827	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
12+830	12+843	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 14
12+849	12+859	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
12+860.20	12+875	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5
12+881	12+891	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17

12+900	12+907	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
12+923	12+939	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 7
13+000	13+012.80	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+028	13+044	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
13+054	13+062	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+204	13+214	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
13+219.30	13+230	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
13+240	13+249	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 8
13+259	13+262	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 4
13+401	13+433	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+433	13+449	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+449.90	13+469	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+491.30	13+500	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
13+500	13+511	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
13+525	13+537	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 2
13+567	13+573	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 6
13+584.60	13+601	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17
13+739	13+745	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+745	13+761	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
13+861	13+873	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+893	13+905	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
13+905	13+921	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
13+940.10	13+953	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
13+953	13+975	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16

13+985	14+000	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
14+000	14+013	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
14+023	14+037	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
14+039	14+049	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17
14+161	14+177	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
14+183	14+201	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5
14+207	14+217	Erosión	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
14+222	14+233	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
14+428	14+445	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
14+447	14+461	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
14+469	14+477	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
14+500	14+511	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
14+516	14+532	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
14+537	14+548	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
14+602	14+615	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
14+628	14+644	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 11
14+654	14+660	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
14+664	14+676	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 6
14+680	14+693	Deformación	Huellas / hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	
14+696	14+708	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 4
14+733	14+740	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
14+740	14+756	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
14+826	14+836	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5
14+841	14+852	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 8

14+855	14+868	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
15+000	15+013.30	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 7
15+062	15+080	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 13
15+160	15+183	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
15+183	15+197	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
15+197	15+225	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
15+310	15+334	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
15+382	15+401	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 14
15+401	15+412	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
15+446	15+461	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
15+461	15+485	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 15
15+490	15+500	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5
15+500	15+513.50	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
15+549	15+567	Deformación	Huellas / hundimientos entre 5 y 10 cm.	
15+620	15+636	Erosión	Profundidad entre 5 y 10 cm	
15+697	15+703	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 17
15+794	15+809	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 12
15+846	15+863	Encalaminado	Profundidad entre 5 y 10 cm	
15+932	15+944	Baches	Se necesita una capa de material adicional	Nº DE BACHES 16
15+982	16+000	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5
16+000	16+008	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 3
16+087	16+097	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 7
16+124.70	16+135	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
16+203	16+224	Encalaminado	Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm.	
16+284	16+309	Baches	puede repararse por conservación rutinaria	Nº DE BACHES 5

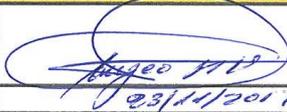
Ensayo de Granulometría carretera Cajamarca – Santa Bárbara.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421			AGTS-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO".			
CARRETERA:	CAJAMARCA – SANTA BARBARA				
FECHA DE ENSAYO:	23/11/2017	REVISADO POR:	Ing. CUBAS BECERRA, Alejandro		

Peso muestra seca, Ws	6 000	gr
-----------------------	-------	----

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO					
malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	305	5.08	5.08	94.92
1"	25.40	375	6.25	11.33	88.67
3/4"	19.00	380	6.33	17.66	82.34
1/2"	12.50	810	13.49	31.15	68.85
3/8	9.50	695	11.58	42.73	57.27
N°4	4.75	1505	25.07	67.08	32.92
N°10	2	755	12.58	80.38	19.62
N°20	0.84	214.50	3.57	83.95	16.05
N°30	0.59	329.60	5.49	89.44	10.56
N°40	0.42	352.30	5.87	95.31	4.69
N°100	0.15	121.60	2.03	97.34	2.66
N°200	0.074	44.70	0.74	98.08	1.92
Cazoleta	0	112.20	1.92	100.00	0.00
Total		6 000	100.00		



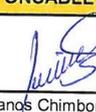
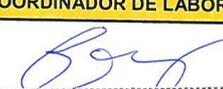
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Bach. Llanos Chimbor, Luis Guillermo	23/11/2017	ING. Cubas Becerra, Alejandro

Ensayo de Granulometría carretera Cajamarca – Tres Molinos.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
PROTOCOLO		
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTS-LS-UPNC
NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421	
PROYECTO:	"FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017"	
CARRETERA EN ESTUDIO:	Tres Molinos	
FECHA DE ENSAYO:	23/11/2017	RESPONSABLE: Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo

MALLA	ABERTURA (mm)	P.R.P	%RP	%RA	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	298.00	5.96	5.96	94.04
1"	25.40	368.20	7.36	13.32	86.68
3/4"	19	394.10	7.88	21.21	78.79
1/2"	12.50	910.46	18.21	39.42	60.58
3/8"	9.50	822.15	16.44	55.86	44.14
Nº4	4.75	735.00	14.70	70.56	29.44
Nº10	2	284.50	5.69	76.25	23.75
Nº20	0.84	339.60	6.79	83.04	16.96
Nº30	0.59	276.40	5.53	88.57	11.43
Nº40	0.42	120.30	2.57	91.13	8.87
Nº100	0.15	144.70	2.89	94.03	5.97
Nº200	0.074	132.00	2.64	96.67	3.33
Cazoleta		166.59	3.33	100.00	0.00
total		3000	100.00		

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Bach. Llanos Chimbor, Luis Guillermo	 KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorios especializados UPNC UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 Ing. Cubas Becerra, Alejandro

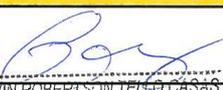
Ensayo de Granulometría carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421	AGTS-LS-UPNC:
PROYECTO:	"FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017"		
CARRETERA EN ESTUDIO:	Cumbe Mayo		
FECHA DE MUESTREO:	23/11/2017	RESPONSABLE:	Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo

Peso muestra seca, Ws 5000 gr

MALLA	ABERTURA (mm)	P.R.P	%RP	%RA	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	302.30	6.05	6.05	93.95
1"	25.40	246.20	4.92	10.97	89.03
3/4"	19	363.10	7.26	18.23	81.77
1/2"	12.50	637.46	12.75	30.98	69.02
3/8"	9.50	981.15	19.62	50.60	49.40
Nº4	4.75	694.00	13.88	64.48	35.52
Nº10	2	262.50	5.25	69.73	30.27
Nº20	0.84	245.80	4.92	74.65	25.35
Nº30	0.59	296.20	5.92	80.57	19.43
Nº40	0.42	118.50	2.30	82.94	17.06
Nº100	0.15	168.70	3.37	86.32	13.68
Nº200	0.074	154.00	3.08	89.40	10.60
Cazoleta		530.09	10.60	100.00	0.00
total		5000	100.00		

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo	 KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorios especializados UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 Ing. Cubas Becerra, Alejandro.

Ensayo de Abrasión Los Ángeles carretera Cajamarca – Santa Bárbara.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ALA-LC-UPNC:	
	NORMA	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.019				
	PROYECTO	"FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO".				
CARRETERA:	Cajamarca - Santa Bárbara	RESPONSABLE:	Bach. Llanos Chimbor, Luis Guillermo			
UBICACIÓN:	Cajamarca	REVISADO POR:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro			
FECHA DE ENSAYO:	24/11/2017	GRADACIÓN:	"A"			

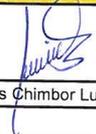
GRANULOMETRÍA DE ENSAYO				
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO					
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)
1 ½"	1"	1250 ± 25			
1"	¾"	1250 ± 25			
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10		
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	¼"			2500 ± 10	
¼"	N° 4			2500 ± 10	
N° 4	N° 8				5000 ± 10
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

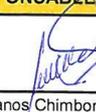
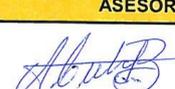
DESGASTE A LA ABRASIÓN						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso muestra total	gr	5000	5000	5000	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	1945	1965	1955	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	61.10	60.70	60.90	60.90

OBSERVACIONES:		
 DIRECTOR ING. CIVIL CAJAMARCA		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Bach. Llanos Chimbor, Luis Guillermo	 24/11/2017	 Ing. Cubas Becerra, Alejandro

Ensayo de Abrasión Los Ángeles carretera Cajamarca – Tres Molinos.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	ABRASIÓN LOS ÁNGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.020			ALA-LS-UPNC:	
	PROYECTO	"FACTORES QUE MAS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017"				
CARRETERA:	Cajamarca – Tres Molinos	TIPO DE CARRETERA:	Afirmada			
FECHA DE ENSAYO:	24/11/2017	RESPONSABLE:	Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo			
GRANULOMETRÍA DE ENSAYO						
GRADACIÓN	"A"					
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12					
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO						
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)	
1 ½"	1"	1250 ± 25				
1"	¾"	1250 ± 25				
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10			
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10			
3/8"	¼"			2500 ± 10		
¼"	N° 4			2500 ± 10		
N° 4	N° 8				5000 ± 10	
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	
DESGASTE A LA ABRASIÓN						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5000	5000	5000	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2163,36	2235,15	2348,67	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	56,73	55,30	53,03	55,02
OBSERVACIONES:						
Desgaste de los Ángeles no cumple (55.02% > 50%) Según Norma < 50%						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
 Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo		 KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorios especializados UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		 Ing. Cubas Becerra Alejandro		

Ensayo de Abrasión Los Ángeles carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
	ENSAYO	ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ALA-LS-UPNC:		
	NORMA	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.020				
	PROYECTO	"FACTORES QUE MAS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017"				
CARRETERA:	Cajamarca – Cumbe Mayo	TIPO DE CARRETERA:	Afirmada			
FECHA DE ENSAYO:	24/11/2017	RESPONSABLE:	Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo			
GRANULOMETRÍA DE ENSAYO						
GRADACIÓN	"A"					
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12					
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO						
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)	
1 ½"	1"	1250 ± 25				
1"	¾"	1250 ± 25				
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10			
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10			
3/8"	¼"			2500 ± 10		
¼"	N° 4			2500 ± 10		
N° 4	N° 8				5000 ± 10	
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	
DESGASTE A LA ABRASIÓN						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso muestra total	gr	5000	5000	5000	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2103.21	2265.44	2315.65	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	57.90	54.70	53.70	55.40
OBSERVACIONES: Desgaste los Angeles no cumple (55.40% > 50%) Según Norma < 50 %						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
 Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo		 KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorio especializado IPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		 Ing. Cubas Becerra Alejandro		

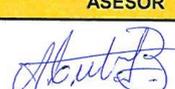
Ensayo de Contenido de Humedad carretera Cajamarca – Santa Bárbara.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017"	
CARRETERA EN ESTUDIO:	Santa Bárbara	PROFUNDIDAD:	0.00 – 0.30m
FECHA DE ENSAYO:	23/11/2017	RESPONSABLE:	Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo

Temperatura de Secado	Método
60 °C / 110 °C / Ambiente	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216/MTC E108			
DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO Nº1	ENSAYO Nº2
Nº TARA		A	B
TARA +SUELO HUMEDO	gr	486.10	516.30
TARA +SUELO SECO	gr	456.30	483.20
AGUA	gr	29.80	33.10
PESO DE TARA	gr	0	0
PESO DEL SUELO SECO	gr	456.30	483.20
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.53	6.85
HUMEDAD PROMEDIO	%	6.69	

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorios especializados UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

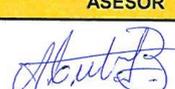
Ensayo de Contenido de Humedad carretera Cajamarca – Tres Molinos.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017"	
CARRETERA EN ESTUDIO:	Santa Bárbara	PROFUNDIDAD:	0.00 – 0.30m
FECHA DE ENSAYO:	23/11/2017	RESPONSABLE:	Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo

Temperatura de Secado	Método
60 °C / 110 °C / Ambiente	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216/MTC E108			
DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO Nº1	ENSAYO Nº2
Nº TARA		A	B
TARA +SUELO HUMEDO	gr	486.10	516.30
TARA +SUELO SECO	gr	456.30	483.20
AGUA	gr	29.80	33.10
PESO DE TARA	gr	0	0
PESO DEL SUELO SECO	gr	456.30	483.20
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.53	6.85
HUMEDAD PROMEDIO	%	6.69	

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorios especializados UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

Ensayo de Contenido de Humedad carretera Cajamarca – Cumbe Mayo.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LAS CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (AFIRMADAS) DE CAJAMARCA – SANTA BARBARA, CAJAMARCA – TRES MOLINOS, CAJAMARCA – CUMBE MAYO, CAJAMARCA 2017"	
CARRETERA:	Cumbe Mayo		
FECHA DE ENSAYO:	23/11/2017	REVISADO POR:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

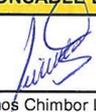
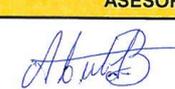
Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216/MTC E108			
DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO Nº1	ENSAYO Nº2
nº Tara		A	B
Tara +suelo húmedo	gr	479.20	477.40
Tara +suelo seco	gr	462.60	459.80
Agua	gr	16.60	17.60
Peso de tara	gr	0	0
Peso del suelo seco	gr	462.60	459.80
Porcentaje de humedad	%	3.59	3.83
Humedad promedio	%	3.71	

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONE

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Bach. Llanos Chimbor Luis Guillermo	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratios especializados UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

Precipitación de la estación Augusto Weberbauer

AÑO	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1968	58.0	81.0	67.7	26.2	S/D	1.6	1.6	16.2	50.0	66.4	54.6	70.8
1969	42.0	S/D	83.5	85.7	S/D	19.6	0.3	S/D	18.4	S/D	106.4	162.0
1970	71.0	41.8	79.9	54.5	33.8	19.9	3.2	2.5	18.2	103.0	51.4	54.1
1971	58.4	97.8	275.7	54.7	8.0	12.2	17.6	17.2	28.1	89.8	45.8	66.5
1972	55.5	67.6	113.8	76.2	S/D	4.4	3.4	20.6	S/D	31.4	66.5	50.2
1973	95.3	70.8	92.5	101.6	23.7	28.7	8.4	19.3	91.0	67.0	65.5	75.0
1974	61.6	140.0	89.1	59.0	4.6	17.3	6.5	27.3	38.7	70.7	55.1	76.8
1975	95.6	156.5	202.0	68.8	66.8	10.0	7.2	19.3	45.1	80.2	65.1	0.9
1976	130.4	62.9	81.3	S/D	43.0	23.0	0.1	4.4	12.3	32.2	71.6	44.4
1977	129.9	146.4	141.9	42.6	25.5	8.0	7.5	0.1	16.1	53.4	54.8	68.2
1978	12.7	34.4	48.8	37.0	65.6	3.9	4.4	3.8	25.0	24.4	54.0	44.8
1979	84.1	81.6	159.7	37.1	16.3	1.8	7.5	15.7	33.6	24.4	26.3	46.6
1980	34.9	42.4	65.0	29.3	6.9	15.1	3.2	6.7	2.3	130.4	111.0	106.7
1981	78.2	186.5	105.7	33.7	14.7	6.6	7.2	12.7	22.0	111.9	45.6	111.3
1982	71.7	102.9	S/D	88.7	38.2	7.8	2.1	6.6	43.9	124.8	67.3	87.4
1983	116.6	75.7	152.8	105.7	31.1	10.1	9.6	2.7	19.2	86.9	28.1	118.4
1984	24.7	233.6	123.8	80.0	69.5	25.1	23.4	18.7	36.7	68.6	97.6	104.1
1985	24.6	42.4	37.2	41.9	53.0	0.4	4.8	18.3	37.3	50.0	23.9	40.3
1986	84.4	47.7	96.8	120.2	16.2	0.6	1.2	14.6	1.3	43.6	66.2	51.8
1987	98.2	95.2	39.2	52.2	9.1	4.0	10.8	12.3	39.5	37.2	74.3	61.5
1988	109.7	105.5	44.8	95.6	10.6	5.4	0.0	0.4	32.9	69.4	65.2	63.4
1989	87.0	158.8	113.5	85.4	18.8	16.7	3.2	5.9	53.5	106.6	47.1	2.7
1990	101.8	68.5	58.3	27.4	39.5	24.6	0.8	7.1	20.1	87.6	99.1	72.3
1991	43.8	90.0	133.7	55.2	17.9	0.7	0.4	0.3	10.2	28.2	55.1	71.9
1992	52.6	31.8	66.6	46.5	18.9	21.2	4.6	10.0	40.8	64.0	32.0	34.1
1993	61.0	112.2	245.0	102.9	30.2	1.9	3.3	2.9	51.4	106.3	71.4	84.1
1994	116.9	103.1	170.2	144.9	35.3	3.3	0.0	0.2	11.9	27.2	89.8	122.6
1995	44.7	108.3	75.7	49.7	20.6	1.7	13.2	10.8	11.5	51.8	50.5	76.4
1996	65.2	124.0	120.1	50.4	13.7	0.8	0.5	15.8	13.9	76.2	68.8	34.1
1997	63.8	152.9	26.5	40.4	17.0	15.4	0.2	0.0	27.4	50.8	119.9	129.4
1998	103.0	116.5	257.0	83.9	19.6	4.8	1.3	4.7	17.8	79.6	29.1	47.9
1999	94.8	242.7	69.5	65.0	53.7	22.8	22.1	1.2	81.4	21.7	77.0	68.8
2000	46.0	162.3	126.3	77.3	40.5	15.6	2.1	13.4	56.6	9.9	44.5	122.3
2001	191.2	100.8	230.2	57.2	48.1	2.3	13.9	0.0	34.4	46.2	93.4	90.9
2002	27.0	60.0	133.1	77.2	23.0	8.8	10.7	3.4	14.6	90.3	99.9	86.1
2003	51.1	61.4	103.6	42.1	30.7	22.3	1.8	10.6	14.8	46.0	63.8	80.7
2004	36.1	102.0	56.9	44.5	42.4	2.1	13.8	29.4	19.0	63.4	92.6	123.7
2005	84.9	53.7	136.6	54.0	7.2	4.5	0.6	3.5	31.2	92.3	30.0	87.8
2006	83.2	101.6	199.3	77.6	7.7	23.9	1.8	6.1	33.6	12.7	60.4	81.7
2007	95.4	17.5	182.4	111.5	29.0	1.4	10.7	6.4	11.6	118.9	97.6	68.8
2008	80.2	133.3	118.4	99.1	22.7	15.4	2.3	11.7	34.7	96.5	72.0	S/D
2009	180.7	74.6	110.5	78.8	42.2	17.9	12.3	3.9	11.8	78.5	109.4	74.2
2010	49.5	112.9	154.0	88.4	31.6	8.6	2.6	1.3	28.9	43.4	52.5	70.8
2011	76.6	73.3	125.2	102.0	16.7	0.4	8.3	0.0	47.1	31.5	24.4	109.7
2012	154.2	134.7	126.4	72.8	51.5	0.8	0.0	2.5	19.1	83.3	120.3	58.3
2013	S/D	98.0	213.6	73.8	65.6	7.5	5.7	8.9	3.7	110.7	17.0	51.9
2014	74.7	68.0	143.2	78.8	26.9	5.0	2.0	3.9	27.7	26.5	45.7	114.9
2015	184.7	55.4	202.2	63.0	75.8	3.0	4.4	0.1	27.8	16.8	99.6	39.5
2016	82.9	85.3	121.3	56.2	7.0	1.6	2.1	1.1	25.1	60.0	16.1	63.1
2017	77.5	72.3	138.9	78.6	47.2	12.0	2.3	20.9	21.2	65.3	63.2	168.1
2018	99.0	126.4	117.3	73.3	50.1	10.8	0.5	0.0	24.4	61.8	97.4	69.4
TOTAL	4047.0	4915.0	6176.7	3448.6	1487.7	503.3	277.5	425.4	1438.8	3219.7	3335.9	3811.4
PROMEDIO	80.9	98.3	123.5	69.0	29.8	10.1	5.6	8.5	28.8	64.4	66.7	76.2

Fuente: SENAMHI Estación Augusto Weberbauer

Clasificación según AASHTO:

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz de: 2 mm 0,5 mm 0,08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	min. 50 máx.10	máx. 35	Máx.35	máx. 35	máx. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35
Limites Atterberg												
Limite de liquidez Índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40 máx. 10	min. 40 máx. 10	máx. 40 min. 10	min.40 min. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 min. 10	min. 40 min. 10 IP<LL-30	min. 40 min. 10 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Fotografías de la carretera Cajamarca Santa Bárbara.

FOTOGRAFIA N°1



Inicio de la carretera Puente Venecia

FOTOGRAFIA N°2



Conteo de volumen vehicular.

FOTOGRAFIA N°3



Carretera Cajamarca Santa Bárbara sin cunetas en el tramo 0+000 – 0+005

FOTOGRAFIA N°4



Tipo de la falla Erosión en el tramo 1+050 – 1+056

FOTOGRAFIA N°5



Tipo de falla Deformación / hundimientos en el tramo 1+089 – 1+092.

FOTOGRAFIA N°6



Tipo de falla Lodazal en el tramo 0+300 – 0+306.50

FOTOGRAFIA N°7



Tipo de falla baches o huecos en el tramo 0+621 – 0+630

FOTOGRAFIA N°8



Tipo de falla Lodazal en el tramo 0+995 – 1+000

FOTOGRAFIA N°9



Tipo de falla baches o huecos en el tramo 1+106 – 1+126.

FOTOGRAFIA N°10



Tipo de falla baches o huecos en el tramo 0+763 – 0+781.60.

Fotografías de la carretera Cajamarca Tres Molinos

FOTOGRAFIA N°11



Punto de inicio de la Carretera Cajamarca Tres Molinos en el Puente Moyococha.

FOTOGRAFIA N°12



Tipo de falla lodazal en el tramo 0+360 – 0+385.

FOTOGRAFIA N°13



Tipo de falla de Encalaminado en el tramo 0+500 – 0+512.

FOTOGRAFIA N°14



Tipo de falla baches o huecos en el tramo 0+515 – 0+522.

FOTOGRAFIA N°15



Tipo de falla baches o huecos en el tramo 1+126 – 1+140.

FOTOGRAFIA N°16



Tipo de falla de baches o huecos en el tramo 1+340 – 1+352.

Fotografías de la carretera Cajamarca Cumbe Mayo

FOTOGRAFIA N°17



Conteo del volumen vehicular.

FOTOGRAFIA N°18



Tipo de falla Erosión en el tramo 5+701 – 5+707.

FOTOGRAFIA N°19



Tipo de falla erosión en el tramo 3+496 – 3+500.

FOTOGRAFIA N°20



Tipo de falla deformación o hundimientos en el tramo 4+462 – 4+470.

FOTOGRAFIA N°21



Tipo de falla Baches o huecos en el tramo 1+115 -1+136.

FOTOGRAFIA N°22



Tipo de falla deformación en el tramo 1+986 – 2+000.

FOTOGRAFIA N°23



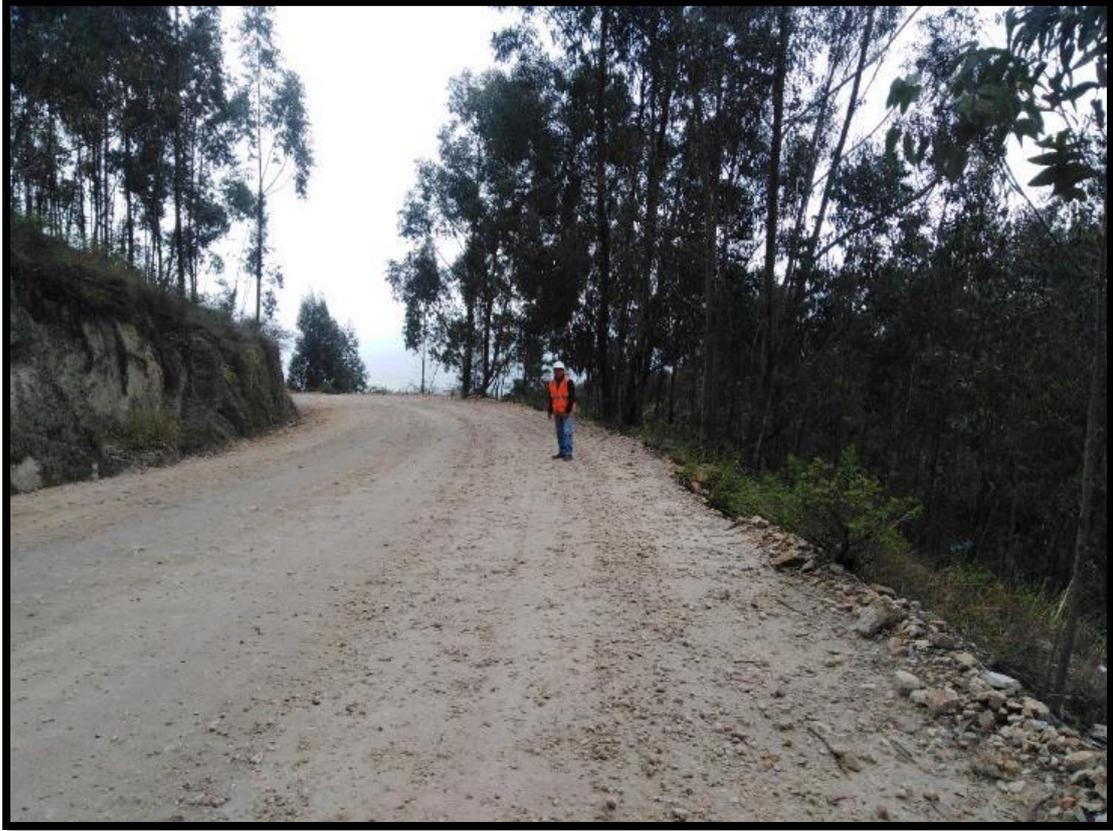
Tipo de falla erosión en el tramo 7+024 – 7+033.

FOTOGRAFIA N°24



Tipo de falla encalaminado en el tramo 14+733- 14+740.

FOTOGRAFIA N°25



Tipo de falla erosión en el tramo 13+861 – 13+873.

FOTOGRAFIA N°26



Tipo de falla erosión en el tramo 13+739 – 13+745.

Fotografías del estudio de suelos del material de la capa de rodadura.

FOTOGRAFIA N°27



Cuarteo del material granular.

FOTOGRAFIA N°28



Pesando la muestra de la malla N° 200.

FOTOGRAFIA N°29



Colocación de material para la prueba de los Ángeles.

FOTOGRAFIA N°30



Introduciendo dos esferas de acero a la máquina de Abrasión los Ángeles para obtener el
desgaste del material granular.

FOTOGRAFIA N°31



Material obtenido de la máquina de Abrasión los Ángeles.