

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**VALORACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS MTC, URCI Y
TMH12, EN LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE
TRANSITABILIDAD EN CAMINOS VECINALES. CASO:
RUTA AM – 522, BAGUA, AMAZONAS, 2022.**

Autor: Bach. Edil Ramírez Coronel

Asesor: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarry

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Ramírez Coronel Edil
 DNI N°: 73225242
 Correo electrónico: 051030d122@untrm.edu.pe
 Facultad: Ingeniería Civil y Ambiental
 Escuela profesional: Ingeniería civil

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
 DNI N°: _____
 Correo electrónico: _____
 Facultad: _____
 Escuela profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Valoración de las metodologías MTC, URCA y TMH12, en la determinación del estado de transitabilidad en caminos vecinales, caso: RUTA AM-522, Bogvo, Amazonas, 2022.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Dr. Jorge Alfredo Hernandez Chavarry
 DNI, Pasaporte, C.E N°: 26617086
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0009-0003-5352-3577>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
 DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos – OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-inmunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
2.00.00 Ingeniería, Tecnología 2.01.00 Ingeniería Civil 2.01.01 Ingeniería civil

5. Originalidad del Trabajo

Con la presencia de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 19 / de abril / 2023

[Firma]
 Firma del autor 1
[Firma]
 Firma del Asesor 1

 Firma del autor 2

 Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios que nos dio vida y salud durante la pandemia del Covid-19; a mis padres por todo su apoyo durante mi etapa universitaria, por sus consejos recibidos, para mejorar cada día como persona.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarry, asesor de tesis, por la guía y tiempo dedicado en el desarrollo de la investigación desde el inicio del proyecto de tesis; brindando de una manera profesional parte de sus experiencias y conocimiento técnico.

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil, en especial a quienes fueron parte de mi formación académica, por su exigencia en cada materia desarrollada y por su dedicación en las labores como docentes universitarios.

Agradecer además a mi familia, por el apoyo con materiales, equipos y movilidad, para la toma de datos en campo durante la ejecución de la tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
Vicerrector de Investigación

Ph. D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS
Decano De La Facultad De Ingeniería Civil Y Ambiental



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada

VALORACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS MTC, URCI y TMH12, EN LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD EN CAMINOS VECINALES. CASO: RUTA AM-522, BAGUA, AMAZONAS, 2022.

del egresado BACH. Edil Ramírez Coronel
de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 06 de Marzo de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarry

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ing. JORGE CHÁVEZ GUIVIN
Presidente



Ing. DOMINGO CABOS CARRERA
Secretario



Lic. JOSE LUIS QUISPE OSORIO
Vocal



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

VALORACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS MTC, UDCI Y TMH2, EN LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD EN CAMINOS VECINALES. CASO: RUTA AM-522, BAGUA, AMAZONAS, 2022,

presentada por el estudiante ()/egresado (X) Edil Ramírez Coronel

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 0510308122@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:



- a) La citada Tesis tiene 15 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene ____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido por la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo el informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 23 de marzo del 2023

SECRETARIO
Ing. DOMINGO Cabos C.

PRESIDENTE

VOCAL

Lic. Jose L. Quispe Osorio

OBSERVACIONES:

.....
.....



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 31 de MARZO del año 2023, siendo las 5:30pm horas, el aspirante: RAMÍREZ CORONEL EDIL defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: VALORACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS MTC, URCI y TMHIZ, EN LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD EN CAMINOS VECINALES. CASO: RUTA AM-522, BABVA, AMAZONAS, 2022, para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ING. JORGE CHAVEZ GUININ
Secretario: ING. DOMINGO CABOS CARRERA
Vocal: LIC. JOSE LUIS QUISPE OSORIO



Procedió el aspirante a hacer exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado Evaluador determino la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de: Aprobado (X) por Unanimidad (X) / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación, se levanta la sesión.

Siendo las 7:00pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
RESUMEN	xix
ABSTRACT.....	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	21
II. MATERIAL Y MÉTODOS	25
2.1. Localización	25
2.2. Tipo de superficie de rodadura.....	28
2.3. Estudio de tránsito (IMDA).....	28
2.4. Clasificación del camino vecinal.....	29
2.5. Fecha que se realizó la evaluación de fallas.....	30
2.6. Materiales, herramientas, y/o equipos.....	30
2.7. Población y muestra.....	30
2.8. Métodos.....	30
2.8.1. Diseño de investigación	31
2.8.2. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	31
2.8.2.1. Validez y confiabilidad de instrumentos para recolección de datos..	34
2.8.2.2. Procedimiento para recolección de datos	34
2.9. Metodología de evaluación de fallas en carreteras no pavimentadas.....	35
2.9.1. Tipos de daños y criterios técnicos, en la evaluación de carreteras no pavimentadas.....	36

2.9.2. Tamaño de unidades de muestra según metodologías MTC, URCI y TMH12.	44
2.9.3. Inventario de esquemas y fotografías, según metodologías MTC, URCI y TMH12.	47
2.10. Estado de transitabilidad en carreteras no pavimentadas.	60
2.10.1. Procedimiento para determinar el estado de transitabilidad. Caso ruta AM – 522.....	61
2.10.2. Acciones de mantenimiento en carreteras no pavimentadas (afirmadas).....	69
2.11. Tratamiento de datos.	74
III. RESULTADOS.....	75
3.1. Estudio de tráfico.....	75
3.2. Secciones evaluadas.	77
3.3. Evaluación superficial del camino vecinal ruta AM - 522.....	79
3.4. Estado de transitabilidad.....	93
3.5. Acciones de mantenimiento.	96
3.5.1. Acciones de mantenimiento según metodología MTC.	96
3.5.2. Acciones de mantenimiento según metodología URCI	96
3.5.3. Acciones de mantenimiento según metodología TMH12.....	97
3.5.4. Propuesta de intervención o mantenimiento.	97
3.6. Valoración de Metodologías MTC, URCI y TMH12.	98
IV. DISCUSIÓN	101
V. CONCLUSIONES	104
VI. RECOMENDACIONES.....	106
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
ANEXOS	109
Anexo 01 : Conteo de tráfico vehicular.....	109
Anexo 02 : Recolección de datos metodología MTC.....	112
Anexo 03 : Recolección de datos metodología URCI.....	115
Anexo 04 : Recolección de datos metodología TMH12.....	117

Anexo 05 : Galería fotográfica.	118
Anexo 06 : Planos.	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, herramientas y equipos utilizados.	30
Tabla 2. Técnica e instrumento de recolección de datos en camino vecinal.....	31
Tabla 3. Ficha de calificación según metodología del MTC.	32
Tabla 4. Hoja de inspección según metodología URCI.	33
Tabla 5. Hoja de inspección según metodología TMH12.....	34
Tabla 6. Daños y nivel de gravedad según metodología MTC.....	36
Tabla 7. Daños y nivel de gravedad metodología URCI.	38
Tabla 8. Daños y nivel de gravedad según metodología TMH12.....	40
Tabla 9. Condición y nivel de gravedad según metodología TMH12.	43
Tabla 10. Tamaño de unidades de muestra y criterios de selección según metodologías MTC, URCI y TMH12.....	44
Tabla 11. Deformación (MTC).	47
Tabla 12. Erosión (MTC).....	48
Tabla 13. Baches (MTC).....	48
Tabla 14. Encalaminado (MTC).	49
Tabla 15. Lodazal y cruce de agua (MTC).	49
Tabla 16. Sección transversal inadecuada (URCI).	50
Tabla 17. Drenaje inapropiado (URCI).....	50
Tabla 18. Corrugaciones (URCI).	51
Tabla 19. Polvo (URCI).	51
Tabla 20. Baches (URCI).....	52
Tabla 21. Surcos (URCI).....	52
Tabla 22. Agregado Suelto (URCI).	53
Tabla 23. Baches (TMH12).	54
Tabla 24. Surcos (TMH12).	54
Tabla 25. Erosión transversal y diagonal (TMH12).....	55
Tabla 26. Erosión longitudinal (TMH12).	55
Tabla 27. Corrugación (TMH12).	56
Tabla 28. Material suelto, (TMH12).	56
Tabla 29. Pedregosidad incrustada (TMH12).	57
Tabla 30. Pedregosidad suelta (TMH12).	57
Tabla 31. Polvo (TMH12).....	58
Tabla 32. Cantidad de Grava (TMH12).	58
Tabla 33. Calidad de Grava (TMH12).	59
Tabla 34. Perfil de carretera (TMH12).	59
Tabla 35. Drenaje de la carretera (TMH12).....	60

Tabla 36. Calidad en seguridad y conducción (TMH12).....	60
Tabla 37. Escala de Condición según metodologías MTC, URCI y TMH12....	61
Tabla 38. Interpolación para la obtención de puntaje de condición de fallas. ...	63
Tabla 39. Cantidades de fallas para cálculo de densidades según metodología URCI.	64
Tabla 40. Gravedad y extensión de fallas según metodología TMH12.	69
Tabla 41. Índice de condición visual según metodología TMH12 y evaluación de estado.....	69
Tabla 42. Acciones de mantenimiento y actividades, MTC.	70
Tabla 43. Actividades de mantenimiento, según metodología URCI.....	72
Tabla 44. Acciones de mantenimiento, metodología URCI.	73
Tabla 45. Actividades de mantenimiento, según metodología TMH12.....	73
Tabla 46. Acciones de mantenimiento, metodología TMH12.	74
Tabla 47. Peso equivalente de vehículos no clasificados, por formato conteo vehicular del MTC.	75
Tabla 48. Cálculo del IMDA (Índice Medio Diario Anual).	76
Tabla 49. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 01.....	79
Tabla 50. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM01.	79
Tabla 51. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 02.....	80
Tabla 52. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM02.	80
Tabla 53. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 03.....	80
Tabla 54. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM03.	81
Tabla 55. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 04.....	81
Tabla 56. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM04.	81
Tabla 57. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 05.....	81
Tabla 58. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM05.	82
Tabla 59. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 06.....	82
Tabla 60. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM06.	82
Tabla 61. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 07.....	82
Tabla 62. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM07.	83
Tabla 63. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 08.....	83
Tabla 64. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM08.	83

Tabla 65. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 09.....	84
Tabla 66. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM09.	84
Tabla 67. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 10.....	84
Tabla 68. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM10.	85
Tabla 69. Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 11.....	85
Tabla 70. Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM11.	85
Tabla 71. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 01.....	86
Tabla 72. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 02.....	86
Tabla 73. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 03.....	86
Tabla 74. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 04.....	87
Tabla 75. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 05.....	87
Tabla 76. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 06.....	87
Tabla 77. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 07.....	88
Tabla 78. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 08.....	88
Tabla 79. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 09.....	88
Tabla 80. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 10.....	89
Tabla 81. Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 11.....	89
Tabla 82. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 01.	89
Tabla 83. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 02.	90
Tabla 84. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 03.	90
Tabla 85. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 04.	90
Tabla 86. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 05.	90
Tabla 87. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 06.	91
Tabla 88. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 07.	91
Tabla 89. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 08.	91
Tabla 90. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 09.	91
Tabla 91. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 10.	92
Tabla 92. Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 11.	92
Tabla 93. Condiciones de carretera evaluada según metodología TMH12.	92
Tabla 94. Cantidad de tipos de fallas según metodologías MTC, URCI y TMH12.....	93
Tabla 95. Estado de transitabilidad según metodologías MTC, URCI y TMH12.	93
Tabla 96. Total, de unidades de muestra según estado de transitabilidad.....	94
Tabla 97. Porcentaje de distribución del camino vecinal por cada unidad de muestra.	94

Tabla 98. Actividades de mantenimiento, a los tipos de fallas o deterioros encontrados.	97
Tabla 99. Conjunto de deterioros o fallas según metodologías MTC, URCI y TMH12.....	98
Tabla 100. Deterioros o fallas encontradas en camino vecinal ruta AM-522....	98
Tabla 101. Intervención y registro de datos.	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación política de la ruta evaluada.....	26
Figura 2. Punto de inicio y fin del tramo evaluado.....	27
Figura 3. Inicio del tramo en estudio	27
Figura 4. Punto de conteo en camino vecinal ruta AM-522.	28
Figura 5. Conteo vehicular.....	29
Figura 6. Vehículos más comunes que transitan en el camino vecinal, ruta AM – 522.....	29
Figura 7. Secuencia para la recolección de datos.	35
Figura 8. Unidades de muestra.....	46
Figura 9. Valor deducción de sección transversal inadecuada.	65
Figura 10. Valor deducción de drenaje inapropiado.....	65
Figura 11. Valor deducción de corrugaciones.	66
Figura 12. Valor deducción para baches.....	66
Figura 13. Valor deducción para surcos.	67
Figura 14. Valor deducción para agregado suelto.	67
Figura 15. Curva URCI.....	68
Figura 16. Escala URCI y evaluación de estado.....	68
Figura 17. Prioridad de mantenimiento de carreteras no pavimentadas, según metodología URCI.	71
Figura 18. Tránsito de vehículos por día.	77
Figura 19. Unidades de muestra para metodología MTC y TMH12.	78
Figura 20. Unidades de muestra para metodología URCI.	78
Figura 21. Estado de transitabilidad según metodología MTC.....	94
Figura 22. Estado de transitabilidad según metodología URCI.....	95
Figura 23. Estado de transitabilidad según metodología TMH12.	95
Figura 24. Tipo de conservación (MTC).	96
Figura 25. URCI y tráfico como prioridad de mantenimiento.....	96
Figura 26. Tipos de fallas registradas en las 11 unidades de muestra.	99
Figura 27. Punto de conteo de tráfico.	118
Figura 28. Obtención de coordenadas UTM del GPS.....	119
Figura 29. Fallas más representativas en UM 01.....	119
Figura 30. Fallas más representativas en UM 02.....	120
Figura 31. Fallas más representativas en UM 03.....	120
Figura 32. Fallas más representativas en UM 04.....	121
Figura 33. Fallas más representativas en UM 05.....	121
Figura 34. Fallas más representativas en UM 06.....	122

Figura 35. Fallas más representativas en UM 07.....	122
Figura 36. Fallas más representativas en UM 08.....	123
Figura 37. Fallas más representativas en UM 09.....	123
Figura 38. Fallas más representativas en UM 10.....	124
Figura 39. Fallas más representativas en UM 11.....	124
Figura 40. Inicio de unidad de muestra 01, km 0+000.	125
Figura 41. Inicio de unidad de muestra 02, km 0+500.	125
Figura 42. Inicio de unidad de muestra 03, km 1+000.	126
Figura 43. Inicio de unidad de muestra 04, km 1+500.	126
Figura 44. Inicio de unidad de muestra 05, km 2+000.	127
Figura 45. Inicio de unidad de muestra 06, km 2+500.	127
Figura 46. Inicio de unidad de muestra 07, km 3+000.	128
Figura 47. Inicio de unidad de muestra 08, km 3+500.	128
Figura 48. Inicio de unidad de muestra 09, km 4+000.	129
Figura 49. Inicio de unidad de muestra 10, km 4+500.	129
Figura 50. Inicio de unidad de muestra 11, km 5+000.	130
Figura 51. Fin de camino vecinal, ruta AM-522, km 5+380.	130

RESUMEN

Los caminos vecinales en nuestro país, el 97.6% se encuentran sin pavimentar, a nivel de afirmado o en terreno natural (MTC, 2022), estando expuesto a una serie de fallas o deterioros por la naturaleza. Para desarrollar una buena gestión de vías, es necesario conocer el estado de transitabilidad en que se encuentren, que permitirá planificar su intervención por mantenimiento; para el caso específico, se evaluó el camino vecinal ruta AM-522 (Bagua – Achaguay Bajo) a nivel de afirmado, aplicando la metodología utilizada en nuestro país, propuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y dos metodologías extranjeras: metodología URCI propuesto por el Cuerpo del Ejército de los Estados Unidos y metodología TMH12 propuesto por Jones & P Paige, para las autoridades terrestres de Sudáfrica. Según metodología MTC, se obtuvo un estado de transitabilidad bueno y según metodologías URCI y TMH12, un estado de transitabilidad justo. Para la valoración de metodologías, se tuvo como referencia la cantidad, registro y evaluación del tipo de fallas, en la determinación del estado de transitabilidad, concluyendo, que la metodología URCI, evalúa de manera más práctica y objetiva, registrando tipos de fallas de manera visual y cuantitativa. Como también, procesar datos por cada tipo de falla según su gravedad, mediante curvas de valor deducción, facilitando el cálculo del estado que defina el mantenimiento de la vía que se debe aplicar.

Palabras claves: camino vecinal, estado de transitabilidad, valoración de metodologías.

ABSTRACT

The neighborhood roads in our country are unpaved, they find the 97.6% without paving, at the level of affirmed or in natural terrain (MTC, 2022), being exposed to a series of failures or deterioration by nature. To develop a good step of roads, it is necessary to know the state of trafficability in which they are found, that it will allow planning your intervention for maintenance; for the specific case, evaluated him the country road route AM 522 (Bagua – Achaguay Bajo) level of road surface, applying the methodology used at our country, proposed by Ministry of Transport and Communications (MTC) and two foreign methodologies: methodology URCI proposed by the Body of the United States Army and methodology TMH12 proposed by Jones and P Paige, for the terrestrial authorities of South Africa. According to methodology MTC, obtained him a status of good trafficability and according to methodologies URCI and TMH12, just trafficability status. For the assessment of methodologies, he had like reference the quantity, registration and evaluation of the kind of faults in the determination of trafficability status, concluding, than methodologies TMH12 and URCI, record a greater amount of fault type, compared to the methodology, besides, that the URCI methodology, evaluates in a more practical and objective way, registering types of failures in a visual and quantitative way. As well, processing data for each type of failure according to its severity, through deduction value curves, facilitating the calculation of the state that defines the maintenance of the road to be applied.

Keywords: country road, trafficability condition, evaluation of methodologies.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el 97.6% de los caminos vecinales se encuentran a nivel de afirmado, deteriorándose de manera más rápida, al estar expuestos de manera directa a fenómenos naturales, conllevando a realizar acciones de conservación, se debe conocer el estado de transitabilidad en que se encuentre para realizar un buen mantenimiento, es así que, como parte de la respuesta económica a la pandemia del Covid19, se realizó trabajos en mantenimiento de la red vial a tres niveles: nacional, departamental y vecinal; donde el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprueba los Términos de Referencia del Servicio para el mantenimiento rutinario y periódico. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

El camino vecinal de Bagua hasta la localidad de Achaguay Bajo (ruta AM – 522), ha sido intervenido a nivel de mantenimiento periódico y rutinario, desde el mes de setiembre del 2020 hasta el mes de febrero del 2022. El Instituto Vial Provincial (IVP) de la Municipalidad Provincial de Bagua, estuvo a cargo de este proyecto; realizadas las investigaciones oportunas por la empresa contratista, se evidenció que, para el camino vecinal en mención, no se ha elaborado un estudio que permita definir el estado de transitabilidad, antes de iniciado las actividades de mantenimiento, donde el camino vecinal ruta AM – 522, ha sido agrupado con otros caminos vecinales para su mantenimiento, sin tomar en cuenta el estado de transitabilidad en que se encontraban, por motivos que se tenía como finalidad acelerar el inicio de ejecución, donde Provías Descentralizado, en sus términos de referencia para mantenimiento de vías vecinales, contaba con formatos y contenidos técnicos preestablecidos, para elaborar un plan de trabajo, informes mensuales y finales, e inventario de condición vial, que permitían facilitar su presentación y revisión, de esta manera acelerar la ejecución de todas las fases (Provías Descentralizado, 2020, pág. 2).

Con la presente investigación, se ha valorado 03 metodologías que permite determinar el estado de transitabilidad, en que se encuentra un camino vecinal a nivel de afirmado, así también, se identificó los tipos de fallas o deterioros, analizando los parámetros de valor de todos los tipos de fallas, diagnosticando los resultados obtenidos, se determinó la metodología que recogerá una mayor información técnica, para establecer el estado de transitabilidad en que se encuentra, y proponer un adecuado nivel de intervención o mantenimiento en el camino vecinal evaluado.

La ruta AM-522, tiene como punto de partida en zona urbana, habiendo sido excluido esta zona, porque el estudio sólo es para caminos vecinales a nivel de afirmado, con bajo

volumen de tránsito; el tramo a evaluar, ha sido abastecido con material de cantera encontrado en la misma vía, esta presentó un rápido desgaste en la capa de rodadura, según observación que se realizó al momento de la evaluación, existen zonas que no presenta material granular; se puede deducir, que el material colocado no cumplió con ciertas características técnicas de afirmado, que debe tener una mezcla de piedras, arena y finos o arcilla; donde la piedra permitirá soportar cargas, la arena para llenar vacíos entre las piedras y los finos para cohesionar los materiales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015, pág. 93).

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), por sus siglas MTC, como órgano rector en el Perú en materia de transporte y tránsito terrestre, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, como autoridad competente para dictar normas, correspondientes en gestión vial, en todo el territorio nacional y dentro de sus normativas descritas, presentan el “Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial”, donde se establecen los procedimientos y las actividades técnicas para la conservación de vías; presenta una metodología en la determinación del estado de transitabilidad de una carretera no pavimentada, en base a la evaluación de fallas y su nivel de gravedad, las cuales determinaran las acciones de mantenimiento a realizarse, que por lo general un camino vecinal, "están constituidas de material afirmado, y con insuficientes obras de drenaje. Llegando a deteriorarse de una manera más rápida debido a estar expuestos al tráfico y factores climáticos adversos” (pág. 597).

El Department of the Army (1995), presenta el manual Unsurfaced Road Maintenance Management, para uso en instalaciones militares en los EE. UU; manual que presenta una metodología, en la determinación del estado de transitabilidad de una carretera no pavimentada, en base al índice de condición de carreteras no pavimentadas, conocido como escala URCI, por sus siglas en inglés; índice que determinara el estado de transitabilidad en que se encuentra, además de proponer actividades de mantenimiento, según al nivel de gravedad de cada falla, las mismas que estarán sujetas a la prioridad de mantenimiento que se determina de la relación URCI vs Tráfico.

Según Jones & P Paige (2000), presentan una metodología para evaluar caminos sin pavimentar, a nivel de superficie de manera visual, que permite determinar el estado de transitabilidad en carreteras no pavimentadas, en su manual conocido como TMH12 “Pavement Management Systems: Standard Visual Assessment Manual for Unsealed Roads” (Sistemas de Gestión de Pavimentos: Evaluación visual estándar Manual para Carreteras no pavimentadas); preparado para el comité de funcionarios de transporte

terrestre de Sudáfrica, muestra una serie de pautas, para la evaluación visual, tanto a nivel de red y/o proyecto, así también proporciona pautas simples, en la evaluación de fallas representativas en cada sección evaluada, además de condiciones de estado, que conllevarían al origen de nuevas fallas; indicando acciones de mantenimiento, como parte de la evaluación en una carretera no pavimentada, y así mantener una vía en buen estado de transitabilidad.

Por su parte Sanchez (2018), evalúa la condición superficial de la carretera no pavimentada, desde la localidad de El Milagro hasta la Localidad El Zapote, en la provincia de Utcubamba, determinando que la técnica Unsurfaced Road Maintenance Management en comparación, con la técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones utilizada en nuestro país, evalúa con mayor criterio técnico la condición superficial, porque evalúa la mayor cantidad de fallas que se pueda encontrar en una carretera no pavimentada, además de procesar los datos obtenidos de una manera más detallada para cada falla evaluada.

Al respecto Campos (2019), realiza una evaluación de fallas en el camino vecinal Magllanal hasta Loma Santa, basándose en lo establecido por el MTC, en lo correspondiente al mantenimiento de caminos vecinales, determinando que el camino vecinal, se encuentra en estado de transitabilidad bueno y el nivel de intervención mantenimiento rutinario, encontrando solo tres tipos de fallas: erosión, lodazal y baches; siendo erosión la falla más representativa.

Por su parte Urbano & Vargas (2019), en su estudio realizado a una carretera no pavimentada ruta LM -580, aplica las metodologías: MTC, URCI y TMH-12; para determinar el estado en que se encuentra y los tipos de intervención, según cada metodología, realiza la evaluación de la vía dividiendo en 10 unidades de muestras de 500 metros cada una, evaluando según metodología MTC toda la sección de las unidades de muestra; aplicando metodología URCI, evaluó 50 metros al inicio de cada unidad de muestra; y al aplicar metodología TMH-12, evaluó 100 metros al inicio de cada unidad de muestra.

Así mismo Callapiña & Ríos (2020), en su propuesta de guía de fallas, para carreteras no pavimentadas a nivel de suelo nativo o trocha, realiza la evaluación en 6 carreteras con estas características, con el propósito de llegar a determinar el índice de condición que estas presentan, aplicando las metodologías: URCI, G. Guimmarra, Paser manual y TMH-12; las cuales presentan una mayor cantidad de fallas y pueden ser evaluadas en este tipo de carreteras, tipos de fallas que metodología MTC no presenta; concluyendo que la

metodología TMH-12, es una guía que más se ajusta a las fallas que puedan presentarse en una carretera a nivel de suelo nativo o trocha.

Al respecto Rospigliosi & Yarasca (2022), Realizan un estudio comparativo de las metodologías MTC y URCI, para carreteras a nivel de afirmado, específicamente en la ruta IC-611, con una longitud de 5.530 kilómetros, tomando una sola sección de 500 metros para evaluación; utilizando la metodología MTC, evalúan cada 10 metros, encontrando el tipo de falla encalaminado, y al aplicar metodología URCI, de igual manera realizan el análisis en la misma sección, dividido en 13 unidades de muestra, encontrando 2 tipos de fallas (corrugaciones y pérdida de agregado), según lo descrito por los autores.

Se analizó los tipos de fallas o deterioros encontrados en el camino vecinal ruta AM-522 (Bagua – Achaguay Bajo), según metodologías MTC, URCI y TMH12; además, se tendrá como referencia para futuros estudios en caminos vecinales de esta zona de la provincia de Bagua; con la finalidad, de llegar a determinar de una manera más práctica y técnica el estado de un camino vecinal; valorando metodologías, que permitan evaluar más a detalle, las fallas que puedan presentarse en una carretera no pavimentada, siendo las metodologías extranjeras, las que presentan una mayor cantidad de tipos de fallas, en su método de evaluación del estado de una carretera y que han sido encontradas en su mayoría, en el camino vecinal ruta AM-522.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una investigación descriptiva, siguiendo las pautas para la evaluación de fallas según su tipo, severidad y magnitud, analizando 03 metodologías:

- **Metodología MTC**, esta metodología tipifica 06 tipos de fallas: Deformación, erosión, baches, encalaminado, lodazal y cruce de agua.
- **Metodología URCI**, esta metodología presenta 07 tipos de fallas: sección transversal inadecuada, drenaje inapropiado, corrugación, polvo, baches, surcos y agregado suelto.
- **Metodología TMH12**, esta metodología presenta 09 tipos de fallas: Baches, surcos, erosión transversal y diagonal, erosión longitudinal, corrugación, material suelto, pedregosidad incrustada, pedregosidad suelta y polvo.

De las 03 metodologías aplicadas se tiene en común 02 tipos de fallas: Baches y encalaminado (corrugaciones).

2.1. Localización

Para la valoración de las metodologías MTC, URCI y TMH12, en determinar el estado de un camino vecinal, se ha tomado como caso la ruta AM – 522 que tiene como características lo siguiente.

País	:	Perú
Región	:	Amazonas
Provincia	:	Bagua
Distrito	:	Bagua
Código de ruta	:	AM – 522.
Trayectoria	:	Emp. AM-101 (Bagua) - Emp. AM-521 (Achaguay Bajo).

Tramo Evaluado

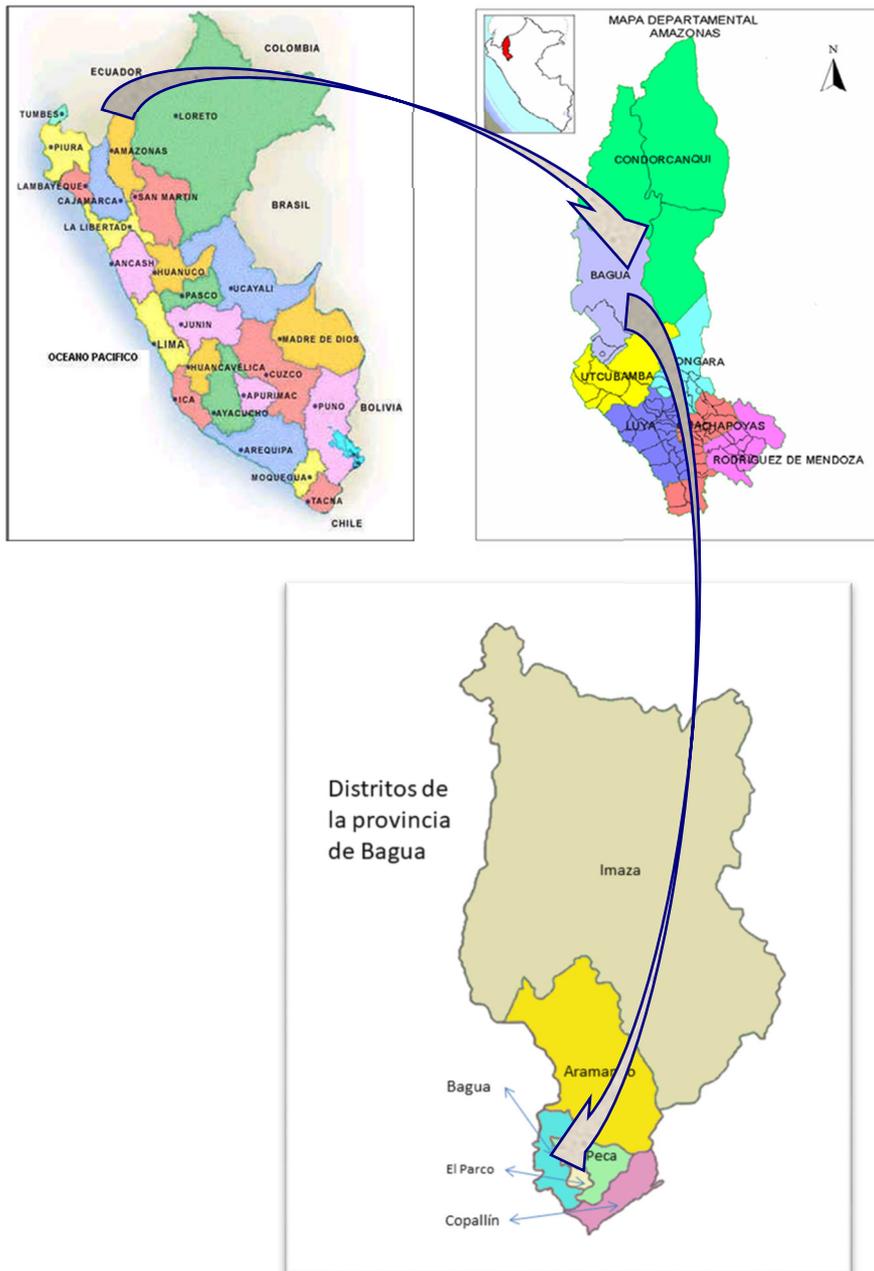
La ruta AM – 522 consta de 02 tramos, un tramo que se encuentra en zona urbana y un tramo que corresponde al camino vecinal, donde se ha realizado la evaluación de fallas.

Ubicación	:	Intersección de jirón Ucayali con Vía de Evitamiento (Bagua), hasta Emp. AM-521 (Achaguay Bajo).
Longitud	:	5.380 km
Punto Inicial	:	
(coordenadas/altitud)	:	km 0+000 E773158 N9377184/432 msnm.
Punto Final	:	
(coordenadas/altitud)	:	km 5+380 E775656 N9379765/524 msnm.

Acceso a la ubicación : Desde la ciudad de Bagua, intersección de jirón Ucayali con Vía de Evitamiento; y también a través de la ruta nacional, Emp. PE-5N C (Flor de la Esperanza), haciendo un recorrido por la ruta (AM - 521) hasta la localidad de Achaguay Bajo.

Figura 1

Ubicación política de la ruta evaluada.



Nota: la ruta evaluada se encuentra en el distrito de Bagua, teniendo como punto de inicio en la misma ciudad de Bagua.

Figura 2

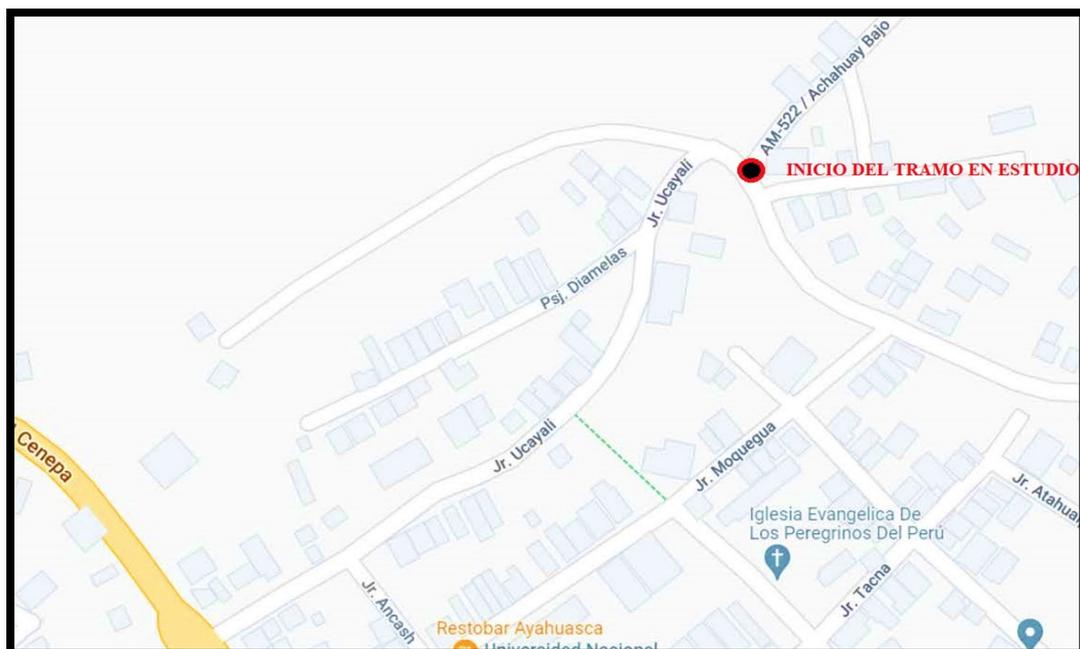
Punto de inicio y fin del tramo evaluado.



Nota: la ruta AM-522 inicia desde el Emp. AM-101 en zona urbana, hasta Emp. AM-521 en zona rural. Para la evaluación, se excluye zona urbana al inicio de la ruta. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019).

Figura 3

Inicio del tramo en estudio



Nota: por tratarse de un estudio específicamente para caminos vecinales, no se ha considerado como punto de inicio el Emp. AM-101, excluyendo zona urbana (Jirón Ucayali - Bagua).

2.2. Tipo de superficie de rodadura.

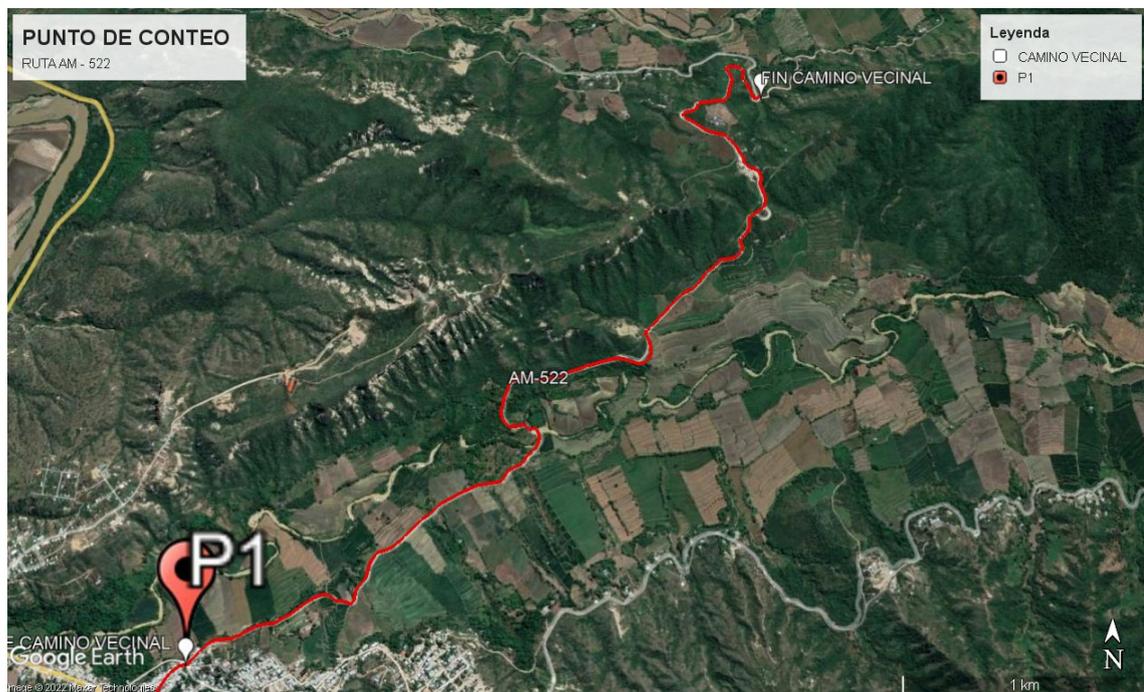
El camino vecinal, en toda su trayectoria presenta una superficie de rodadura a nivel de afirmado, que es abastecido con material de cantera existente en la misma vía, km 3+150.

2.3. Estudio de tránsito (IMDA).

Se ha realizado un estudio de tránsito para una carretera existente, ruta AM – 522; con el único propósito de determinar el Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA), que servirá para la clasificación del camino vecinal y como determinación en la prioridad de mantenimiento, producto del estado de transitabilidad en que esta se encuentre. Se estableció un punto de conteo por motivos que el camino vecinal en toda su longitud no presenta desvíos, además de conocer las horas de mayor demanda y los días típicos de actividad local; excluyendo los días feriados, nacionales o patronales, carretera dañada y en consecuencia interrumpida (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 30).

Figura 4

Punto de conteo en camino vecinal ruta AM-522.



Nota: el camino vecinal no tiene desvíos, tomando como único punto de conteo el inicio del camino vecinal km 0+000.

Figura 5

Conteo vehicular.



Nota: punto de conteo vehicular al inicio del camino vecinal.

Figura 6

Vehículos más comunes que transitan en el camino vecinal, ruta AM – 522.



Nota: para vehículos ligeros que no están considerados según MTC, se convertirá el equivalente al peso de un automóvil. Existiendo mayor flujo de vehículos ligeros: motos lineales y mototaxis.

2.4. Clasificación del camino vecinal

Para la clasificación del camino vecinal se realizó un estudio de tráfico, además de la toma de puntos UTM de toda la vía se ha obtenido la pendiente longitudinal promedio, según los siguientes datos:

- ✓ Índice medio diario (IMD) : 223 vehículos/día
- ✓ Pendiente longitudinal promedio : 1.71%

Teniendo como referencia el “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018”, se ha clasificado en lo siguiente:

- ✓ Según su demanda : Carretera de tercera clase.
- ✓ Según su orografía : Terreno plano (tipo 1).

Según el clasificador de rutas, Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) el camino vecinal esta registrado con código de ruta: AM – 522.

2.5. Fecha que se realizó la evaluación de fallas.

La evaluación de fallas de las metodologías MTC, URCI y TMH12 se realizó durante el mes de octubre del 2022, fecha con mínimas precipitaciones, permitiendo obtener datos más precisos de fallas en el camino vecinal.

2.6. Materiales, herramientas, y/o equipos.

Tabla 1

Materiales, herramientas y equipos utilizados.

	CAMPO	GABINETE
Materiales	Libreta con formatos Lápices.	Lápices, papel, etc.
Herramientas	Wincha de 100 m. Regla de Aluminio de 2 m. Escalímetro	
Equipos	GPS Cámara fotográfica	Laptop USB

Nota: se utilizó un GPS con precisión $\pm 3m$ y una laptop Core i7 con Software: Microsoft Excel 2021, AutoCAD v.2022, Google Earth Pro y Global Mapper v20.

2.7. Población y muestra.

Se consideró el área de estudio la ruta vecinal AM-522, excluyendo zona urbana; desde la ciudad de Bagua (intersección de Vía de Evitamiento y jirón Ucayali), hasta la localidad de Achaguay Bajo (Emp. AM-521).

2.8. Métodos.

Se usó el método mixto

Inductivo: se analizó los tipos de fallas observadas en el camino vecinal, con las metodologías MTC, TMH12 y URCI; para determinar el estado de condición en que se encuentra el camino vecinal, desde la ciudad de Bagua hasta la localidad de Achaguay Bajo.

Deductivo: se diagnosticó los resultados obtenidos, según las metodologías MTC, URCI y TMH12, llegando a valorar y determinar la metodología más simple y práctica, en establecer el estado de condición del camino vecinal evaluado.

2.8.1. Diseño de investigación

Investigación no experimental de tipo transversal descriptivo, debido a que se observó las fallas en el camino vecinal al momento del estudio, en su estado natural, según el siguiente diagrama:



Donde:

M: muestra.

O: registro de datos de fallas o deterioros.

2.8.2. Técnica e instrumento de recolección de datos.

Se desarrolló bajo los parámetros e indicaciones, del “Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial”, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Unsurfaced Road Maintenance Management, del Departamento del Ejército de los Estados Unidos y Pavement Management Systems: Standard Visual Assessment Manual for Unsealed Roads, propuesto por D Jones y P Paige-Green.

Tabla 2

Técnica e instrumento de recolección de datos en camino vecinal.

Técnica	<ul style="list-style-type: none">• Observación.
Instrumento de recolección de datos	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de Calificación (MTC).• Hoja de inspección (URCI).• Hoja de inspección (TMH12)

Nota: fichas utilizadas en la recolección de datos en campo.

Tabla 3

Ficha de calificación según metodología del MTC.

Deterioros y fallas	Gravedad	Área deteriorada, número de deterioros y Long. del deterioro	Sección Evaluada (m) a= ancho	Sección Evaluada (m) b=500	área: Sección Evaluada (m2)	% de Extensión: #%= (A/axb)x100	Extensión: promedio ponderada EPP= $\frac{\sum(\% \times (a \cdot b))}{\sum(a \cdot b)}$	Puntaje de Condición de cada falla				Puntaje de Condición Resultante
								0: no contiene deterioros, ni fallas	1: <10% 0 < x < 20 0 ≤ x1 < 10	2: 10% -30% 20 ≤ y < 100 10 ≤ y1 < 50	3: > 30% z=100 z1=50	
Deformaciones	1: H < 5 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%						
	2: 5 cm ≤ H < 10 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%	EPP	0	x	y	z	
	3: H ≥ 10 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%						
Erosiones	1: H < 5 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%						
	2: 5 cm ≤ H < 10 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%	EPP	0	x	y	z	
	3: H ≥ 10 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%						
Baches	1: Rutinario	cant. de deterioros						0: no contiene Deterioros ni fallas	1:< a 10 baches	2:10-20baches	3:>20baches	
	2: Periódico	cant. de deterioros					EPP	0	x	y	z	
	3: Reconstrucción	cant. de deterioros										
Encalaminado	1: H < 5 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%						
	2: 5 cm ≤ H < 10 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%	EPP	0	x	y	z	
	3: H ≥ 10 cm	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%						
Lodazal	1: Transitabilidad baja - Intransitabilidad en épocas de lluvia	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%	EPP	0	x1	y1	z1	
Cruce de agua	1: Transitabilidad baja - Intransitabilidad en épocas de lluvia	A= Long. x ancho deteriorado	a	b	axb	#%	EPP	0	x1	y1	z1	
								Σ PUNTAJE DE COND.				

Nota. para unidades de muestra de 500 m. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tabla 5

Hoja de inspección según metodología TMH12.

Hoja de Inspección TMH12																
Evaluador								Fecha								
N° de camino							Sección									
KM de inicio								Fin Km								
N° de segmento							Km inicial		Km final							
Desemp. general			1	2	3	4	5	húmedo		mojado		seca				
Grava	Cantidad	1	mucho		2	suficiente		3	exposición aislada		4	Exposiciones externas		5	Ninguno	
	Calidad	1	muy bueno		2	bueno		3	promedio		4	Pobre		5	Muy pobre	
Factor que Influye			arcillas			Arena			piedras/grava							
Perfil de carretera			1	muy bueno		2	bueno		3	Plana		4	Desigual		5	muy desigual
Drenaje del camino			1	Muy por sobre del suelo		2	Lig. por encima del suelo		3	Niv. del suelo		4	Lig. bajo del suelo		5	Canal
Calidad en seguridad y conducción			1	Muy bueno(>100 km/h)		2	Bueno(100 km/h)		3	Medio(80 km/h)		4	Pobre(60 km/h)		5	muy pobre(40 km/h)
Factores influyentes			Corrugaciones		Materiales sueltos		Pedregoso		Bache		Surco		Erosión			
Acciones de mantenimiento			Rep. local		Cuchillada de rutina		Remodelación		Regrabado		reelaboración		Mejora del drenaje			
GRADO						EXTENSIÓN										
Baches	0	1	2	3	4	5										
Surcos	0	1	2	3	4	5										
Erosiones transversales	0	1	2	3	4	5										
Erosiones longitudinales	0	1	2	3	4	5										
Corrugaciones	0	1	2	3	4	5										
Materiales sueltos	0	1	2	3	4	5										
Pedregosidad - incrustada	0	1	2	3	4	5										
Pedregosidad - sueltas	0	1	2	3	4	5										
Polvo	0	1	2	3	4	5										
Resbaladizo	Aceptable				Inaceptable											
Resistencia a deslizar	Aceptable				Inaceptable											
Transitabilidad	Aceptable				Inaceptable											
Problemas aislados			baches		exposición de la subrasante		erosiones transversales		erosiones longitudinales		áreas ásperas		resbaladizo			
comentarios																
Verificación de inventario																
ancho carretera		<8m	8-10 m	>10m.	Tipo carretera		gravosa		tierra		tratada					

Nota: hoja de inspección traducida al español. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000) .

2.8.2.1. Validez y confiabilidad de instrumentos para recolección de datos.

Las fichas de inspección y recolección de datos de las metodologías MTC, URCI y TMH12, están validadas y son confiables por ser extraídos de manuales utilizados por entidades responsables de cada país, estando autorizados para su uso y aplicación, en la gestión de mantenimiento y conservación vial en caminos no pavimentados.

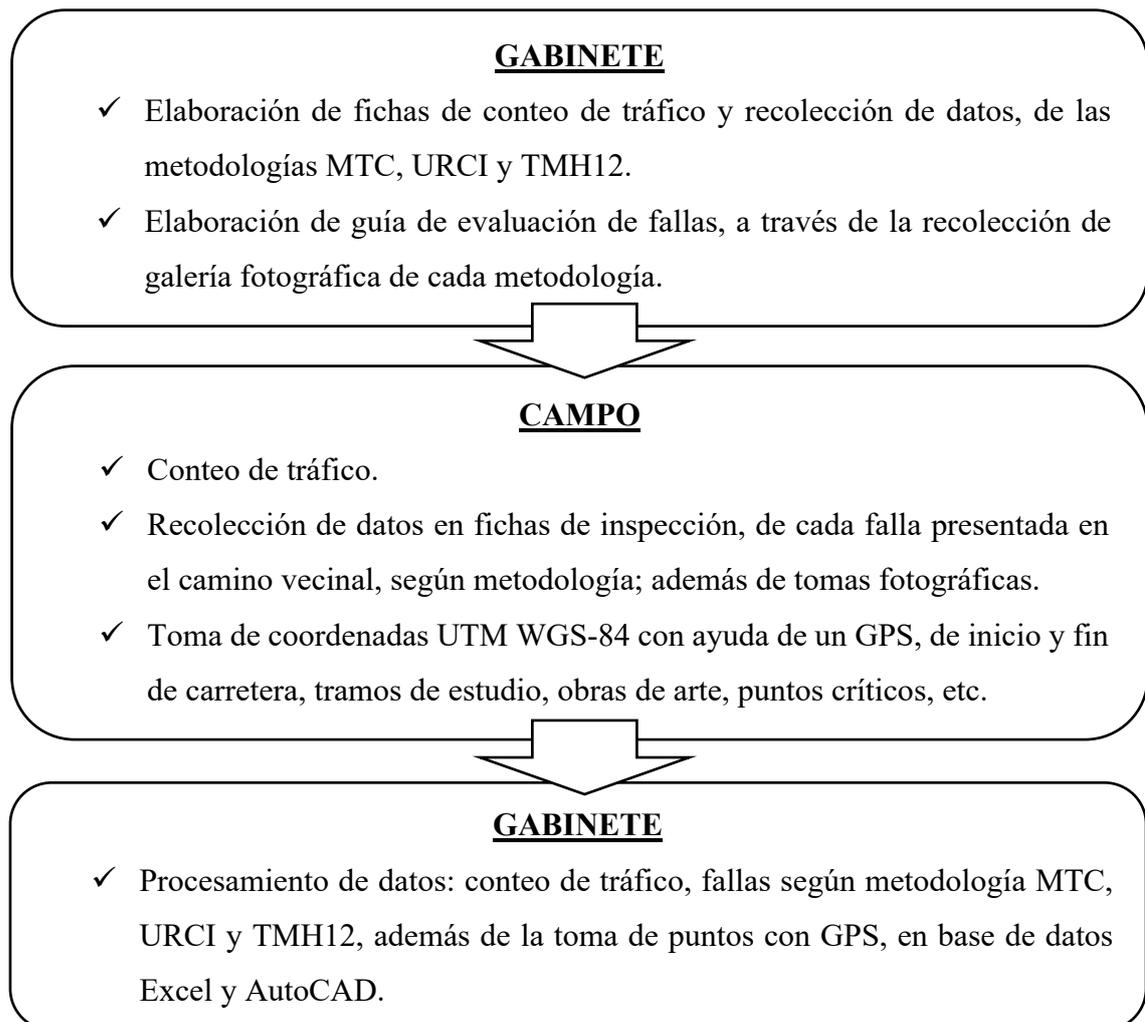
2.8.2.2. Procedimiento para recolección de datos

En la presente investigación se ha valorado tres metodologías; que se evaluaron comparando la metodología utilizada en nuestro país y 02 metodologías extranjeras, que

permiten determinar el estado de transitabilidad en caminos vecinales, siendo estas en su mayoría, carreteras no pavimentadas, que están compuestas de una capa con revestimiento granular, por su bajo volumen de tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015, pág. 89).

Figura 7

Secuencia para la recolección de datos.



Nota: la recolección de datos en campo se ha realizado en formato borradores, para luego procesar datos en formato digital, en gabinete.

2.9. Metodología de evaluación de fallas en carreteras no pavimentadas.

Tomando en cuenta que, los caminos vecinales en su mayoría son del tipo de carreteras no pavimentadas, por su bajo volumen de tránsito. Se realizó la evaluación de fallas para este tipo de carreteras en específico.

2.9.1. Tipos de daños y criterios técnicos, en la evaluación de carreteras no pavimentadas.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC)

Tabla 6

Daños y nivel de gravedad según metodología MTC.

código del daño	Tipo de Daño	Nivel de Gravedad/calificación
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos < 5 cm. 2. ≥ 5 y <10 cm. 3. ≥ 10 cm.
2	Erosión	1. Profundidad < 5 cm. 2. ≥ 5 y <10 cm. 3. ≥ 10 cm.
3	Baches	1. Puede repararse por conservación rutinaria 2. Se necesita una capa de material adicional 3. Se Necesita una reconstrucción
4	Encalaminado	1. Profundidad < 5 cm. 2. ≥ 5 y <10 cm. 3. ≥ 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

Nota: para el deterioro o falla N° 05 y 06, no se define un nivel de gravedad. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, pág. 74).

Falla (1): Deformación.

- Para la toma de datos se medirá la profundidad de la falla, mediante herramientas manuales.
- Se considera deformación a las huellas/hundimiento en la capa de rodadura de las huellas del tráfico.
- Hundimientos localizados por pérdida de capacidad de soporte del suelo.
- No se considera deformaciones a los surcos erosivos.

Falla (2): Erosión.

- Surcos erosivos por escurrimientos de aguas sobre carretera.

Falla (3): Baches.

- Según metodología, no se define una medida o escala para determinar los niveles de gravedad de la falla, estando ha criterio técnico del evaluador; para el caso de investigación, se asumió como referencia las imágenes del (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2018, pág. 79).
- Se contabiliza la cantidad de baches en la sección evaluada, sin importar el porcentaje de extensión.
- Huecos que resulten de acumulación de agua en la superficie de carretera.

Falla (4): Encalaminado.

- Se considera a las ondulaciones que se presentan en la carretera.
- Se encuentran en forma perpendicular a la dirección de la carretera.

Falla (5) y (6): Lodazal y Cruce de agua.

- Un lodazal es una sección de suelo fino, que no contiene material granular ni bombeo, en épocas de lluvia se vuelve intransitable.
- Para la evaluación de un cruce de agua se considera la sección que no cuenta con un adecuado drenaje.
- No se considera niveles de gravedad.

Según el Departamento del Ejército de los Estados Unidos. (URCI)

Tabla 7

Daños y nivel de gravedad metodología URCI.

código del daño	Tipo de Daño	Nivel de Gravedad/calificación				
81	Sección transversal inadecuada	L: Pequeñas cantidades de agua estancada, superficie plana.				
		M: Cantidad moderada de agua estancada, superficie cóncava				
		H: Abundante agua estancada, superficie con depresiones severas				
82	Drenaje inapropiado	L: Agua estancada y escombros en zanjas				
		M: Agua estancada en superficie de carretera y erosión en bermas laterales				
		H: Abundante agua en plataforma y erosión en bermas laterales				
83	corrugaciones	L: Profundidad <2.5 cm.				
		M: ≥ 2.5 y ≤ 7.5 cm.				
		H: >7.5 cm				
84	polvo	L: Polvo fino, no obstruye la visibilidad				
		M: Nube moderada, obstruye parcialmente la visibilidad				
		H: Nube muy espesa, obstruye severamente la visibilidad				
85	baches	Máxima Profundidad	Diámetro promedio			
			<0.3m.	0.3 – 0.6 m.	0.6–1 m.	> 1 m.
		1.5 – 5 cm.	L	L	M	M
		5 – 10 cm.	L	M	H	H
86	surcos	L: Profundidad <2.5 cm.				
		M: ≥ 2.5 y ≤ 7.5 cm.				
		H: >7.5 cm				
87	Agregado suelto	L: Profundidad < 5 cm.				
		M: ≥ 5 y ≤ 10 cm.				
		H: > 10 cm				

Nota: basado en unidades métricas. L: leve; M: medio; H: alto. Fuente: (Department of the Army, 1995).

Falla (81): Sección transversal inadecuada.

- Se evalúa la falla, cuando no se tiene un adecuado bombeo ni peralte en curvas.
- Se mide en metros o pies lineales a lo largo del eje de vía o paralela a esta, pueden existir varios niveles de gravedad en una misma muestra de estudio, pero se considera la longitud máxima como longitud de la unidad de muestra.

Falla (82): Drenaje inapropiado.

- La falla se mide en metros o pies lineales, paralelo al eje de vía.
- La longitud máxima será dos veces la longitud de la unidad de muestra.

Falla (83): Corrugaciones.

- La falla se mide en metros o pies cuadrados de superficie.
- La cantidad de falla no excederá el área de la unidad de muestra.

Falla (84): Polvo.

- Se puede medir conduciendo un vehículo a 25 millas por hora o 40 kilómetros por hora. Donde se observará la nube de polvo.

Falla (85): Baches.

- Tienen menos de 3 pies o un metro de diámetro, mayores a este diámetro se determina el área en metros o pies cuadrados y se divide entre 7, para encontrar el número equivalente de baches.
- Los niveles de gravedad se basan en el diámetro y profundidad del bache.
- Se miden por cantidad de gravedad en una unidad de muestra y se registra por separado.

Falla (86): Surcos.

- La falla se mide en metros o pies cuadrados de superficie por unidad de muestra, que se presentan paralelo al eje de vía.

Falla (87): Agregado Suelto.

- La falla se encuentra en la superficie menos transitada o en las bermas de la carretera.
- Se mide en metros o pies lineales paralelos al eje de vía, cada berma se mide por separado incluido el centro de la carretera que es una superficie menos transitada.

Según D Jones y P Paige-Green. (TMH12)

Tabla 8

Daños y nivel de gravedad según metodología TMH12.

Tipo de Daño	Nivel de gravedad/calificación
Baches	<ol style="list-style-type: none"> 1. Profundidad <10 mm. 2. Profundidad <20 mm. 3. Profundidad ≥ 20 y ≤ 50 mm. 4. Profundidad >50 y ≤ 75 mm. 5. Profundidad > 75 mm.
Surcos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poco visible 2. Profundidad <20 mm. 3. Profundidad ≥ 20 y ≤ 40 mm. 4. Profundidad >40 y ≤ 60 mm. 5. Profundidad > 60 mm.
Erosión Transversal y diagonal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poca evidencia de daño por agua 2. 10 mm x 50 mm (profundidad por ancho) 3. 30 mm x 75 mm 4. 50 mm x 150 mm 5. >60 mm x 250 mm
Erosión longitudinal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evidencia de daños por agua 2. Canales <20 mm de profundidad 3. ≥ 20 y ≤ 40 mm 4. >40 y ≤ 60 mm 5. > 60 mm
Corrugación	<ol style="list-style-type: none"> 1. No se siente, no se escucha en un vehículo ligero. 2. Se siente y escucha, no es necesario reducir la velocidad 3. Se siente y escucha, es necesario reducir la velocidad 4. Reducción significativa de velocidad 5. Selección de ruta diferente, conducción despacio, seguridad se ve afectado
Material suelto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poco visible 2. Espesor <20 mm. 3. ≥ 20 y ≤ 40 mm. 4. >40 y ≤ 60 mm. 5. > 60 mm.
Pedregosidad incrustada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visto, no se siente ni escucha en un vehículo ligero 2. Piedras sobresalen, se escucha y siente, no es necesario reducir velocidad 3. Necesario reducir la velocidad, camino presenta dificultad 4. Piedras sobresalen, se requiere esquivar durante conducción de vehículo 5. Piedras sobresalen. Conducción despacio
Pedregosidad suelta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escasas piedras sueltas 25 a 40 mm. 3. Varias piedras sueltas 25 a 50 mm o escasas > 50 mm. 5. Cúmulos de piedras sueltas 25 a 50 mm o muchas > 50 mm
Polvo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sin pérdida de visibilidad 3. Cierta pérdida de visibilidad, sin molestias 5. Pérdida de visibilidad, presencia de incomodidad

Nota: no se ha incluido la falla “Grietas” por tratarse de un caso de camino vecinal a nivel de afirmado, según la metodología TMH12, no se requiere su evaluación en carreteras a nivel de afirmado, siendo utilizado para respaldar otras evaluaciones de condición. Fuente: (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Falla: Baches.

- Para determinar el grado de deterioro se mide la profundidad y extensión, en base a la cantidad de falla que se presenta en la sección evaluada.
- En una sección evaluada al existir diferentes grados y extensiones, se registra el problema más significativo, en términos de posibles acciones de mantenimiento.
- Para baches de grado 1 no se considera significativo en términos de una posible acción de mantenimiento, considerándose un daño localizado.

Falla: Surcos.

- Para determinar el grado de deterioro se mide la profundidad, y su extensión en base a la cantidad de falla que se presenta en la sección evaluada.
- La falla se presenta en la trayectoria de las ruedas.
- En una sección evaluada se registra el promedio de los surcos existentes.

Falla: Erosión Transversal y diagonal.

- Para determinar el grado de deterioro, se mide la profundidad por su ancho y su extensión en base a la cantidad de falla que se presenta en la sección evaluada.
- La evaluación y registro de falla solo deben estar relacionado, con la superficie transitada y no con el drenaje a los costados de la carretera.

Falla: Erosión longitudinal.

- Para determinar el grado de deterioro se mide la profundidad, y su extensión en base a la cantidad de falla que se presenta en la sección evaluada.
- Se evalúa y registra la falla encontrada, en la superficie transitada y no el drenaje a los costados de la carretera.

Falla: Corrugación.

- Los grados de corrugación se evalúa mejor desde un vehículo en movimiento, a la velocidad promedio de la carretera, el cual dependerá de la velocidad y la seguridad que se tome en cuenta mientras se conduce.

Falla: Material suelto.

- Para determinar el grado de deterioro, se mide el espesor y su extensión en base a la cantidad de falla que se presenta en la sección evaluada.
- Para encontrar este tipo de falla se realiza la evaluación en estación seca, donde hay mayor desprendimiento de partículas.

Falla: Pedregosidad incrustada.

- Los grados de pedregosidad incrustada se evalúa mejor desde un vehículo en movimiento, a la velocidad promedio de la carretera, el cual dependerá de la velocidad y la seguridad que se tome en cuenta mientras se conduce.

Falla: Pedregosidad suelta.

- Para determinar el grado de deterioro, se mide el diámetro de las piedras sueltas y su extensión, en base a la cantidad de falla que se presenta en la sección evaluada.

Falla: Polvo.

- Para determinar el grado de formación de polvo se evalúa desde el espejo retrovisor de un vehículo, a una velocidad de 60 km/h.
- Para la investigación desarrollada, se ha evaluado de manera visual los vehículos que transitan en el camino vecinal, y el polvo que originan al transitar por la vía, teniendo como referencia el panel fotográfico que muestra el manual propuesto por los autores D Jones y P Paige-Green.
- No se estima la extensión de polvo.

Según D Jones & P Paige-Green (2000), en una carretera no pavimentada, también se puede evaluar condiciones a nivel de superficie, que brindarían información para el análisis y evaluación en el origen de nuevas fallas.

Tabla 9*Condición y nivel de gravedad según metodología TMH12.*

Condición	Nivel de gravedad
Cantidad de Grava	<ol style="list-style-type: none"> 1. >125 mm. 2. >100 hasta 125 mm 3. >50 hasta 100 mm. < del 25% de exposición de la subrasante. 4. >25 hasta 50 mm. Hasta 75% de exposición de la subrasante. 5. 0 – 25 mm. 75% - 100% de la exposición
Calidad de Grava	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy bueno, suficiente para dejar una raya brillante cuando se raye con un pico. 2. Bueno, agrietamiento mínimo. 3. Promedio, piedras visibles. 4. Pobre, causa deslizamiento y desprendimiento de material. 5. Muy pobre, presenta grietas y material excesivo.
Perfil de carretera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy bueno, peralte alrededor de 3% – 4% 2. Bueno, peralte alrededor de 2% 3. Plana, peralte menor de 2% 4. Desigual, irregularidades impiden drenaje. 5. Muy desigual, el agua fluye por el eje de vía.
Drenaje de la carretera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bordes de carretera > 300 mm. Con tuberías de drenaje >500 mm. 2. Borde de carretera entre 50 y 300 mm. 3. Borde de carretera al mismo nivel de vía. 4. Ligeramente por debajo del suelo 5. Canal
Calidad en seguridad y conducción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy bueno (>100 km/h) 2. Bueno (80 - 100 km/h) 3. Medio (60 - 80 km/h) 4. Pobre (40 - 60 km/h) 5. Muy pobre (<40 km/h)

Nota: se evalúan las condiciones como advertencias, para mantenimiento a la vía y evitar que se convierta en una falla de mayor extensión. Fuente: (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Condición: Cantidad de grava.

- Se mide el espesor de material afirmado, excavando en las huellas de las ruedas.
- De la sección se recoge una muestra representativa.

Condición: Calidad de grava.

- Para una mayor calificación de la calidad de grava, se observa el agrietamiento y material suelto que presenta la sección evaluada.

Condición: Perfil de carretera.

- Se califica en base al bombeo y peraltes en curvas que presente la sección evaluada.
- El perfil de la carretera se puede evaluar en base a las fallas que la sección evaluada presente, como son baches y erosiones.

Condición: Drenaje de la carretera.

- Se mide los bordes de la vía, con el nivel natural del drenaje lateral.
- Se califica también en base al perfil del camino.

Condición: Calidad en seguridad y conducción.

- Se califica estimando la comodidad y seguridad que se siente al conducir un vehículo, a una velocidad superior a los 40 km/h.

2.9.2. Tamaño de unidades de muestra según metodologías MTC, URCI y TMH12.

Cada metodología, presenta una técnica diferente en la evaluación de tipo de fallas, basándose en un área determinada o en una longitud de tramo de la vía; la evaluación de fallas se desarrolló con dimensiones en unidades métricas.

Tabla 10

Tamaño de unidades de muestra y criterios de selección según metodologías MTC, URCI y TMH12.

Metodologías	Tamaño de unidades de Muestra	Criterios para selección de unidades de muestra
MTC	500 m	Las unidades de muestra con secciones de 500 metros, siendo calificado por cada sección, la condición superficial del camino vecinal. Las fallas se deben localizar el inicio y fin en cada unidad de muestra, para luego procesar los datos según metodología. El promedio de la suma puntaje de condición de todas las unidades de muestra evaluadas determinara el estado de transitabilidad del camino vecinal. <i>Para el caso de investigación con la metodología MTC, se ha considerado muestras de 500 metros (0.5 km), tal como lo establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</i>
URCI	231 m ²	Los tamaños de unidades de muestras pueden variar, con un aproximado de 1,500.00 a 3,500.00 pies cuadrados o 140.00 a 325.00 metros cuadrados, con un promedio recomendado de 2500.00 pies cuadrados o 231 metros cuadrados; para la evaluación se utilizó en unidades métricas. Se debe elegir unidades de muestra que sean representativas en toda la sección. Solo se necesita 02 unidades de muestra por milla o kilómetro. Para caminos con longitudes menores a ½ milla o 0.8 kilómetros, una unidad de muestra es suficiente. <i>Para el caso de la aplicación de metodología URCI, se ha considerado 01 muestra cada ½ kilómetro, siendo representativa en cada sección.</i>
TMH12	500 m	Se debe seleccionar las unidades de muestra en unidades manejables, donde cada unidad de muestra debe ser relativamente uniforme del tipo de material y rendimiento general. Según metodología, el tamaño de unidad de muestra debe tener unos 5.00 kilómetros de largo y no deben ser menores a 2.5 kilómetros, para evitar exceso de datos y repetitivos. Para casos de experimentación o evaluación a nivel de estudio, pueden ser menores a 2.5 kilómetros y segmentados en unidades manejables. La evaluación de los segmentos se lleva mejor caminando, para casos de investigación. <i>Para el caso de aplicación de la metodología TMH12, se ha considerado muestras de 500 metros (0.5 km).</i>

Nota: las áreas o longitudes de unidades de muestra, han sido utilizadas en la evaluación de fallas de la presente investigación.

De la tabla anterior, se estableció el tamaño de cada unidad de muestra, dimensiones que están dentro de los rangos establecidos por cada metodología, las mismas que definen criterios en la selección de muestras; para la aplicación de la metodología TMH12, su evaluación no debe exceder los 130 km por día, basándose en la capacidad de evaluar segmentos de 5 km/h en un día de 8 horas, evaluando las fallas desde un vehículo que no supere los 40 km/h y realizando paradas en cada segmento para evaluaciones detalladas; también existe la posibilidad, que se pueda tener longitudes más cortas para casos de investigación, donde se puede dividir en secciones manejables para la evaluación de fallas, tal es el caso de la presente investigación, que se ha dividido en secciones de 0.5 km cada unidad de muestra.

Para la evaluación de fallas del camino vecinal se ha dividido en 11 unidades de muestra.

Figura 8

Unidades de muestra.



Nota: unidades de muestra cada 500 m. (0.5 km).

2.9.3. Inventario de esquemas y fotografías, según metodologías MTC, URCI y TMH12.

Las metodologías MTC, URCI y TMH12; son aplicadas en la determinación del estado de transitabilidad en caminos vecinales, presentando un inventario de fotografías, como guía en la evaluación de deterioros o fallas encontradas.

✓ **Inventario según metodología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**

El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, presenta un inventario de fotografías, como guía en la evaluación de fallas de carreteras con calzada de Afirmado, según tipo de falla y nivel de gravedad.

Tabla 11

Deformación (MTC).

Falla	Gravedad	Fotografía
	1. Huellas/Hundimientos < 5 cm.	
Deformación	2. ≥ 5 y < 10 cm.	
	3. ≥ 10 cm.	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tabla 12*Erosión (MTC).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Erosión	1. profundidad < 5 cm.	
	2. ≥ 5 y < 10 cm.	
	3. ≥ 10 cm.	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tabla 13*Baches (MTC).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Baches	1. Puede repararse por conservación rutinaria	
	2. Se necesita una capa de material adicional	
	3. Se Necesita una reconstrucción	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tabla 14

Encalaminado (MTC).

Falla	Gravedad	Fotografía
Encalaminado	1. profundidad < 5 cm.	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tabla 15

Lodazal y cruce de agua (MTC).

Falla	Gravedad	Fotografía
Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	
Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, del Ministerio de Transportes y comunicaciones, presenta un inventario de fotografías, de todas las fallas según nivel de gravedad, excepto el tipo de falla “encalaminado”, que no se presenta un inventario para gravedad 2 y 3; para los tipos de fallas “Lodazal” y “Cruce de agua”, no se considera niveles de gravedad, pero si presenta una fotografía por cada tipo de falla como guía para reconocimiento y evaluación.

✓ **Inventario según metodología del Departamento del Ejército de los Estados Unidos (URCI)**

El manual Unsurfaced Road Maintenance Management, presenta fotografías y esquemas, de cada tipo de falla según nivel de gravedad.

Tabla 16

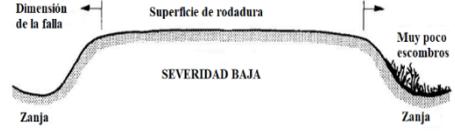
Sección transversal inadecuada (URCI).

Falla	Gravedad	Esquema	Fotografía
Sección transversal inadecuada	L: pequeñas cantidades de agua estancada, superficie plana.		No presenta
	M: cantidad moderada de agua estancada, superficie cóncava		No presenta
	H: abundante agua estancada, superficie con depresiones severas		

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Department of the Army, 1995).

Tabla 17

Drenaje inapropiado (URCI).

Falla	Gravedad	Esquema	Fotografía
Drenaje inapropiado	L: agua estancada y escombros en zanjas		No presenta
	M: agua estancada en superficie de carretera y erosión en bermas laterales		No presenta
	H: abundante agua en plataforma y erosión en bermas laterales		

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Department of the Army, 1995).

Tabla 18

Corrugaciones (URCI).

Falla	Gravedad	Esquema	Fotografía
Corrugaciones	L: profundidad ad <2.5 cm.	<p>menor a 2.5 cm</p> <p>Dirección de carretera</p> <p>SEVERIDAD BAJA</p>	No presenta
	M: ≥2.5 y ≤7.5 cm.	<p>2.5-7.5 cm</p> <p>SEVERIDAD MEDIA</p>	
	H: >7.5 cm	<p>Mayor a 7.5 cm</p> <p>SEVERIDAD ALTA</p>	No presenta

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Department of the Army, 1995).

Tabla 19

Polvo (URCI).

Falla	Gravedad	Esquema	Fotografía
Polvo	L: polvo fino, no obstruye la visibilidad	<p>Transparente</p> <p>SEVERIDAD BAJA</p>	No presenta
	M: nube moderada, obstruye parcialmente la visibilidad	<p>Visibilidad Moderadamente Obstruida</p> <p>SEVERIDAD MEDIA</p>	No presenta
	H: nube muy espesa, obstruye severamente la visibilidad	<p>Grave problema de visibilidad</p> <p>SEVERIDAD ALTA</p>	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Department of the Army, 1995).

Tabla 20

Baches (URCI).

Falla	Gravedad	Esquema	Fotografía				
	<p>Máxima Profundidad</p> <p>Diámetro promedio</p> <table border="1"> <tr> <td>< 0.3m</td> <td>0.3 – 0.6m</td> <td>0.6 – 1m</td> <td>> 1m</td> </tr> </table>	< 0.3m	0.3 – 0.6m	0.6 – 1m	> 1m		
< 0.3m	0.3 – 0.6m	0.6 – 1m	> 1m				
1.5 – 5 cm.	L L M M	<p>SEVERIDAD BAJA</p>	No presenta				
5 – 10 cm.	L M H H	<p>SEVERIDAD MEDIA</p>	No presenta				
> 10 cm.	M H H H	<p>SEVERIDAD ALTA</p>					

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Department of the Army, 1995).

Tabla 21

Surcos (URCI).

Falla	Gravedad	Esquema	Fotografía
L: profundidad < 2.5 cm.		<p>SEVERIDAD BAJA</p>	
M: ≥ 2.5 y ≤ 7.5 cm.		<p>SEVERIDAD MEDIA</p>	No presenta
H: > 7.5 cm		<p>SEVERIDAD ALTA</p>	No presenta

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Department of the Army, 1995).

Tabla 22

Agregado Suelto (URCI).

Falla	Gravedad	Esquema	Fotografía
	L: profundidad < 5 cm.		
Agregado suelto	M: ≥ 5 y ≤ 10 cm.		No presenta
	H: > 10 cm		No presenta

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (Department of the Army, 1995).

El manual Unsurfaced Road Maintenance Management, propuesto por el Departamento del Ejército de los EE. UU. presenta un inventario de esquema, de todas las fallas, según su nivel de gravedad, además de una fotografía por cada tipo de falla, como guía para reconocimiento y evaluación.

✓ **Inventario según metodología propuesta por D. Jones y P. Paige-Green (TMH12)**

El manual Pavement Management Systems: Standard Visual Assessment Manual for Unsealed Roads, presenta esquemas y tomas fotográficas en color, que ilustran el nivel de gravedad de cada falla y puedan ser comparadas de manera realista, al realizar la evaluación en una carretera; para la determinación del estado de transitabilidad en un camino vecinal a nivel de afirmado, es suficiente la evaluación de fallas de manera visual, bajo ciertos parámetros, pero también se puede registrar condiciones de defectos, como advertencia para posibles acciones de mantenimiento a futuro y también, para evaluar el origen de nuevas fallas.

Tabla 23*Baches (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Baches	1. Profundidad <10 mm.	
	3. Profundidad ≥ 20 y ≤ 50 mm.	
	5. Profundidad > 75 mm.	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 24*Surcos (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Surcos	1. Poco visible	
	3. Profundidad ≥ 20 y ≤ 40 mm.	
	5. Profundidad > 60 mm.	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 25*Erosión transversal y diagonal (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Erosión Transversal y diagonal	1. Poca evidencia de daño por agua	
	3. 30 mm x 75 mm	
	5. >60 mm x 250 mm	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 26*Erosión longitudinal (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Erosión longitudinal	1. Evidencia de daños por agua	
	3. ≥ 20 y ≤ 40 mm	
	5. > 60 mm	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 27*Corrugación (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Corrugación	1. No se siente, no se escucha en un vehículo ligero.	
	3. Se siente y escucha, es necesario reducir la velocidad	
	5. Selección de ruta diferente, conducción despacio, seguridad se ve afectado	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 28*Material suelto, (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Material suelto	1. Poco visible	
	3. ≥ 20 y ≤ 40 mm.	
	5. > 60 mm.	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 29*Pedregosidad incrustada (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Pedregosidad incrustada	1. Visto, no se siente ni escucha en un vehículo ligero	
	3. Necesario reducir la velocidad, camino presenta dificultad	
	5. Piedras sobresalen. Conducción despacio	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 30*Pedregosidad suelta (TMH12).*

Falla	Gravedad	Fotografía
Pedregosidad suelta	1. Escasas piedras sueltas 25 a 40 mm.	
	3. Varias piedras sueltas 25 a 50 mm o escasas > 50 mm.	
	5. Cúmulos de piedras sueltas 25 a 50 mm o muchas > 50 mm	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 31

Polvo (TMH12).

Falla	Gravedad	Fotografía
Polvo	1. Sin pérdida de visibilidad	
	3. Cierta pérdida de visibilidad, sin molestias	
	5. Pérdida de visibilidad, presencia de incomodidad	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

La metodología TMH12 presenta tomas fotograficas a color, de los grados de gravedad más importantes (1,3 y 5). También se presenta parámetros de condiciones de fallas, como factores en el origen de fallas significativas y/o acciones de mantenimiento a futuro.

Tabla 32

Cantidad de Grava (TMH12).

Condición	Gravedad	Fotografía
Cantidad de Grava	1. Mucho	
	3. Exposición aislada	
	5. Ninguno	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 33

Calidad de Grava (TMH12).

Condición	Gravedad	Fotografía
Calidad de Grava	1. Muy bueno	
	3. Promedio	
	5. Muy pobre	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 34

Perfil de carretera (TMH12).

Condición	Gravedad	Esquema	Fotografía
Perfil de carretera	1. Muy bueno		
	3. Plana		
	5. Muy desigual		

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 35

Drenaje de la carretera (TMH12).

Condición	Gravedad	Esquema	Fotografía
Drenaje de la carretera	1. Bordes de carretera > 300 mm. Con tuberías de drenaje >500 mm.		
	3. Borde de carretera a nivel del camino		
	5. Canal		

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Tabla 36

Calidad en seguridad y conducción (TMH12).

Condición	Gravedad	Fotografía
Calidad en seguridad y conducción	1. Muy bueno (>100 km/h)	
	3. Medio (80 km/h)	
	5. Muy pobre (40 km/h)	

Nota: tabla adaptada según datos de metodología. Fuente. (D Jones & P Paige-Green, 2000).

Igual que las fallas descritas según metodología TMH12, las condiciones de fallas presentan galería fotográfica, de los grados de gravedad más importantes, además de presentar esquemas en las condiciones de perfil y drenaje de la carretera.

2.10. Estado de transitabilidad en carreteras no pavimentadas.

El estado de transitabilidad, depende directamente de la condición en que se encuentre la capa de rodadura de una carretera; para el caso en específico, en la ruta AM – 522, se evaluó fuera de zona urbana, donde el camino vecinal presenta una superficie a nivel de

afirmado; a partir del tipo de capa de rodadura, se ha utilizado 03 metodologías, que permiten determinar el estado en que se encuentra una carretera no pavimentada a nivel de afirmado; con el propósito, de valorar las metodologías y definir un adecuado mantenimiento, para conservar la transitabilidad de los caminos vecinales, tanto en la zona evaluada, como en nuestro país que presenta diversos climas, siendo un factor importante en la conservación de una carretera.

Cada metodología presenta una escala y calificación de condición o estado en que se encuentra una carretera no pavimentada, estas pueden calificar tanto a nivel de afirmado o superficie natural.

Tabla 37

Escala de Condición según metodologías MTC, URCI y TMH12.

Metodología	Escala de condición o estado						
MTC	Malo			Regular			Bueno
	0		150			400	500
URCI	Falla	Muy pobre	Pobre	Justo	Bueno	Muy bueno	Excelente
	0	10	25	40	55	70	85
TMH12	Muy bueno		Bueno	Justo	Pobre	Muy pobre	
	1	2	3	4	5		

Nota: metodología TMH12, presenta un índice de condición visual que es una combinación de calificación de grado y extensión; presenta una calificación inversa a las metodologías MTC y URCI.

2.10.1. Procedimiento para determinar el estado de transitabilidad. Caso ruta AM – 522.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), a través del Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, detalla el nivel de gravedad de cada falla, para luego calcular su dimensión y extensión de cada falla, las mismas que serán

calificadas bajo ciertos parámetros; para un mayor entendimiento se ha descrito en los siguientes puntos:

- Anotación de coordenadas UTM con ayuda de GPS, de inicio y fin de carretera, así también de cada sección evaluada (500 metros).
- Identificación de fallas y nivel de gravedad, para luego proceder a medir el área deteriorada de cada tipo de falla, además de contabilizar la cantidad de baches de cada sección evaluada.
- Cálculo de porcentaje de extensión del deterioro, no aplica para falla “baches”:

$$Ef = \frac{Af}{Ae} \times 100$$

Donde:

Ef: porcentaje de extensión del deterioro

Af: área de falla

Ae: área evaluada (ancho de sección evaluada por 500 metros lineales de sección).

- Cálculo de extensión promedio ponderada.

Para fallas 1,2,4,5 y 6:

$$Epp = \frac{\Sigma(Ef * Af)}{\Sigma Af}$$

Para falla 3 (baches):

$$Epp = \Sigma Nb$$

Donde:

Epp: extensión promedio ponderada.

$\Sigma(Ef * Af)$: sumatoria de porcentaje extensión del deterioro por área de falla.

ΣAf : sumatoria de área de falla.

ΣNb : sumatoria del número de fallas (cantidad de baches).

- Cálculo de puntaje de condición de fallas, puede ser calificado desde 0 hasta 100, según el resultado de la extensión promedio ponderada de cada tipo de falla; se tendrá como resultado una sumatoria de puntaje de condición para la sección, que puede ir desde 0 a 500 puntos; para casos de resultados promedio ponderada, mayores a 0%, menores a 30% y menores a 20 baches, se interpola en base a los rangos de puntaje establecidos.

Tabla 38

Interpolación para la obtención de puntaje de condición de fallas.

Deterioros y fallas	Puntaje de Condición de cada falla						Puntaje de Condición Resultante
	0: no contiene deterioros, ni fallas	1: <10% 0 < x <20 0 < x1 <10		2:10%-30% 20 ≤ y <100 10 ≤ y1 < 50		3: > 30% z=100 z1=50	
Deformaciones, Erosiones y Encalaminado	0	0.1 Epp 9.9	0.1 x 19.9	10 Epp 30	20 y 99.9		z = 100
Baches	0	0: no contiene Deterioros ni fallas		1:< a 10 baches	2:10-20baches	3:>20baches	z = 100
		1	0.1	10	20		
Lodazal y Cruce de agua	0	0.1 Epp 9.9	0.1 x1 9.9	10 Epp 30	10 y1 49.9		z1 = 50
		Σ PUNTAJE DE COND.					

Nota: la Epp (Extensión promedio ponderada) de cada falla se ha evaluado en base a los rangos establecidos según metodología MTC, mediante la interpolación de datos para la obtención del puntaje de condición de cada falla.

- Calificación de condición o estado de la sección evaluada:

$$E = 500 - \Sigma \text{ puntaje de cond.}$$

Donde:

E: Estado de la sección evaluada (puede ir de 0 hasta 500).

- ✓ Estado malo: [0-150].
- ✓ Estado regular: (150-400].
- ✓ Estado bueno: (400-500].

Departamento del Ejército de los Estados Unidos (URCI)

El Departamento del Ejército de los Estados Unidos presenta el manual, Unsurfaced Road Maintenance Management, que presenta ejemplos para determinar el estado de una carretera por secciones, tanto en unidades inglesas como métricas; en la presente evaluación se eligió el sistema métrico, evaluando los tipos de fallas encontrados, para determinar el estado de transitabilidad según los siguientes puntos:

- Anotación de coordenadas UTM con ayuda de GPS, de inicio y fin de carretera, así también de cada sección evaluada de 231 metros cuadrados (50 metros lineales para un ancho de 4.62 metros), área recomendada y dentro del rango establecido (140 m² – 325 m²).

- Identificación de fallas y nivel de severidad, para luego proceder a medir sus longitudes y áreas, además de contar la cantidad de baches de cada sección evaluada.
- Cálculo de densidad de las fallas encontradas en la sección evaluada, excepto polvo:

$$D = \frac{Nf}{Ae} * 100$$

Donde:

D: densidad de falla.

Nf: cantidad de falla.

Ae: área evaluada.

Tabla 39

Cantidades de fallas para cálculo de densidades según metodología URCI.

Falla	Unidad de medida	Cantidad de Falla
Sección transversal inadecuada	m.	Metros lineales de falla
Drenaje inapropiado	m.	Metros lineales de falla (2 veces la longitud de falla)
Corrugaciones	m2.	Área de falla
Baches	Und.	Cantidad de falla por cada nivel de severidad
Surcos	m2.	Área de falla
Agregado suelto	m.	Metros lineales de falla. (se mide las bermas por separado para cada nivel de severidad)

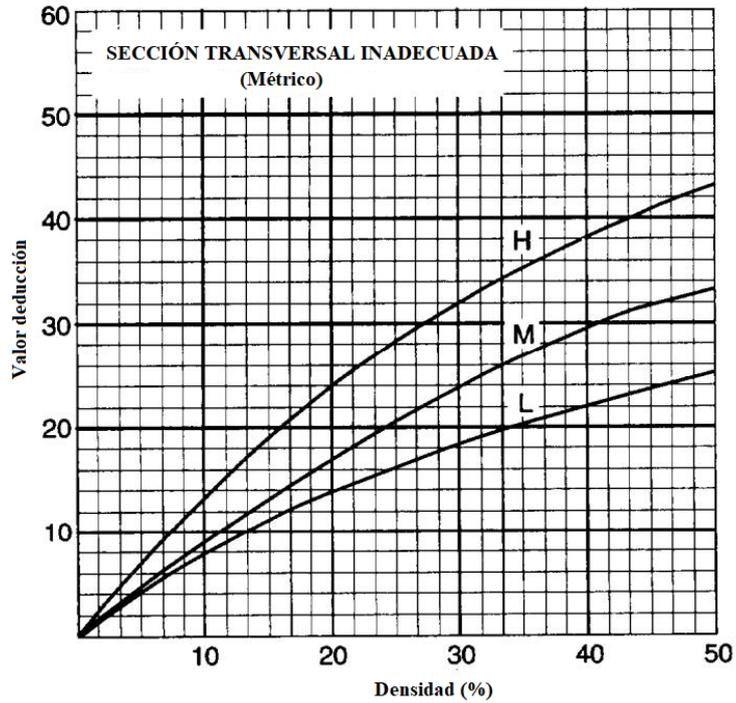
Nota: el tipo de falla polvo, no se clasifica por densidad. Tabla basada en unidades métricas.

Fuente: (Department of the Army, 1995).

- Encontrar los valores de deducción, para cada tipo de falla y nivel de gravedad, a través de curvas de valor deducción, que se encuentran producto de la intersección de la densidad eje “x” y la curva de nivel de severidad, para luego perpendicular a la intersección del eje “y” encontrar los valores de deducción.

Figura 9

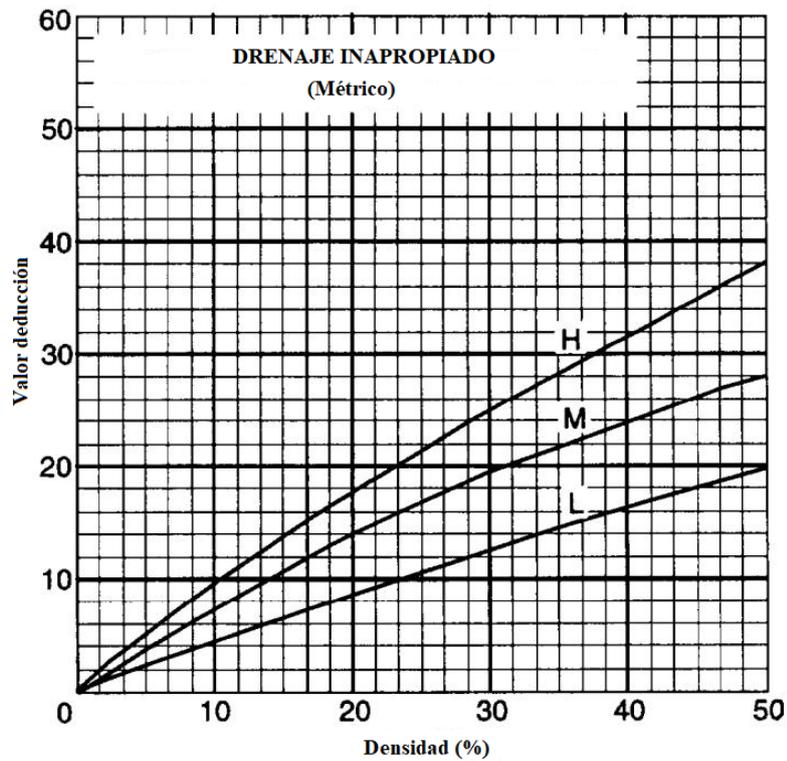
Valor deducción de sección transversal inadecuada.



Nota: ábaco según metodología para sistema métrico. Fuente: (Department of the Army, 1995).

Figura 10

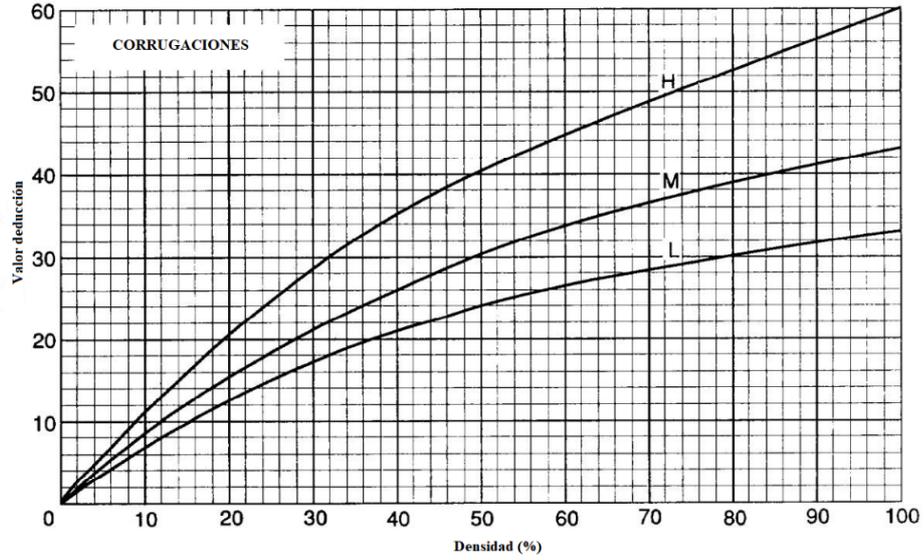
Valor deducción de drenaje inapropiado



Nota: ábaco según metodología para sistema métrico. Fuente: (Department of the Army, 1995).

Figura 11

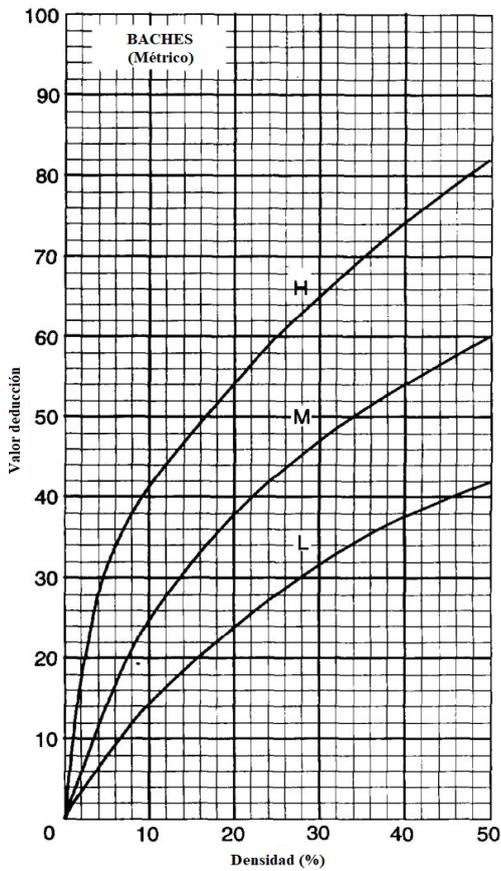
Valor deducción de corrugaciones.



Nota: ábaco según metodología para sistema inglés y métrico. Fuente: (Department of the Army, 1995).

Figura 12

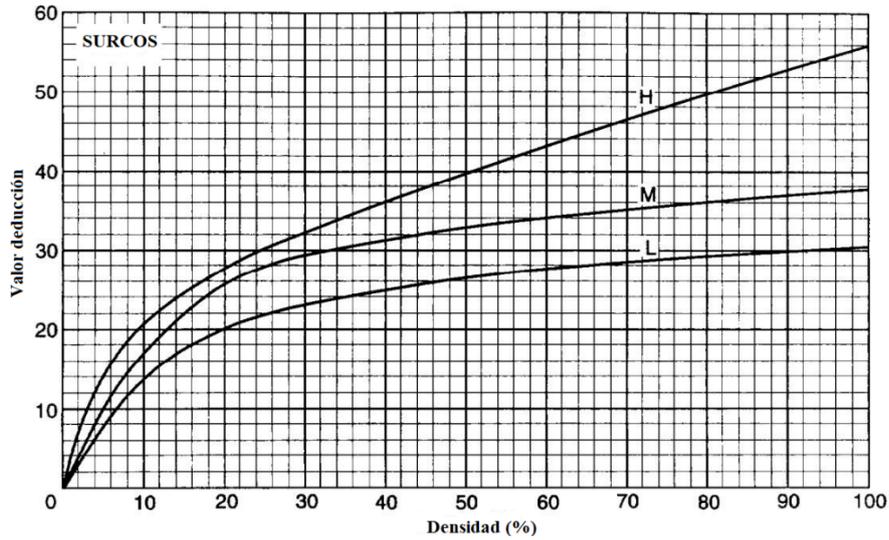
Valor deducción para baches.



Nota: ábaco según metodología para sistema métrico. Fuente: (Department of the Army, 1995)

Figura 13

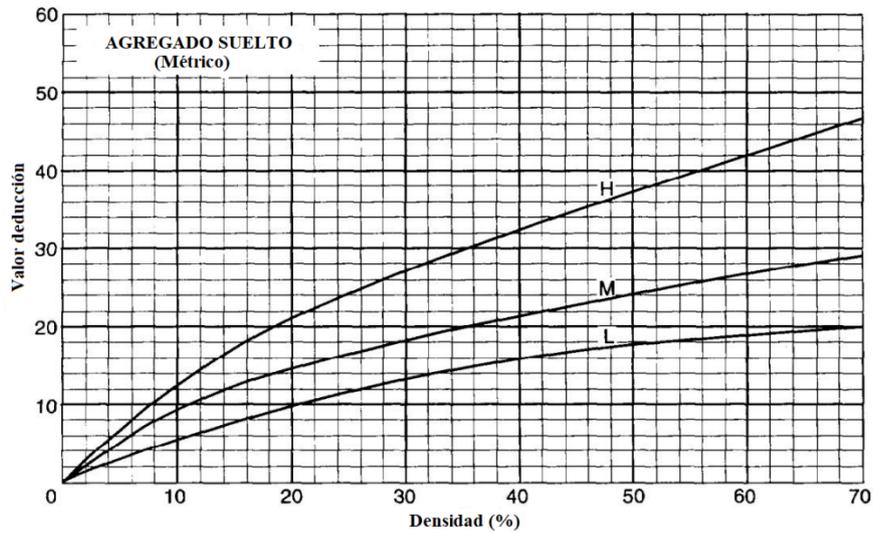
Valor deducción para surcos.



Nota: ábaco según metodología para sistema inglés y métrico. Fuente: (Department of the Army, 1995).

Figura 14

Valor deducción para agregado suelto.



Nota: ábaco según metodología para sistema métrico. Fuente: (Department of the Army, 1995).

Los valores de deducción según los niveles de severidad para polvo son:

Leve : 2 puntos

Medio : 4 puntos

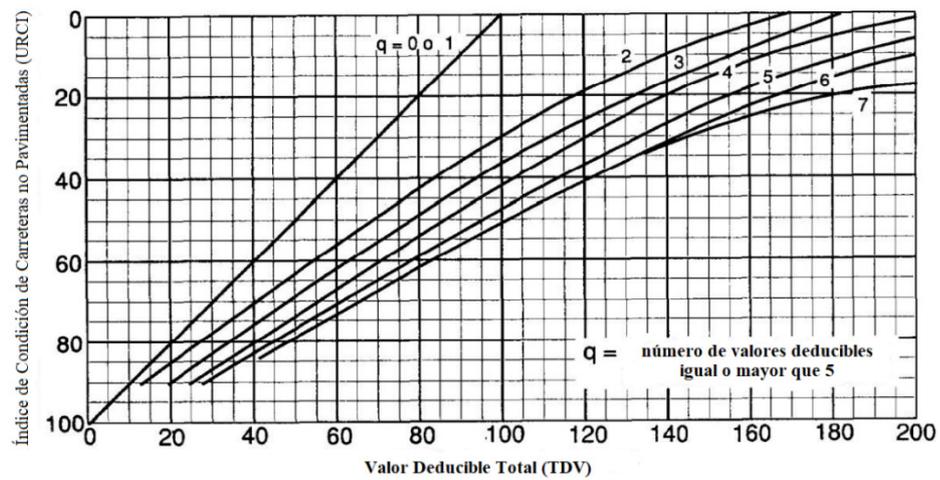
Alto : 15 puntos

- Encontrar el valor deducción total (TDV, por sus siglas en inglés); además del valor “q” (número de valores deducción individuales iguales o superiores a 5.00).

- Encontrar el índice de condición de carreteras no pavimentadas (URCI), que determina el estado de transitabilidad de la carretera, a través de las curvas URCI, que se encuentran a partir de la intersección del valor deducción total eje “x” y la curva q, para luego perpendicular a la intersección del eje “y”, encontrar el valor URCI.

Figura 15

Curva URCI



Nota: traducido al español. Fuente: (Department of the Army, 1995).

- Calificación de condición de la sección evaluada, se encuentra a partir de la escala URCI.

Figura 16

Escala URCI y evaluación de estado.

URCI	EVALUACIÓN
100	Excelente
85	Muy bueno
70	Bueno
55	Justo
40	Pobre
25	Muy Pobre
10	Falla
0	

Nota: traducido al español. Fuente: (Department of the Army, 1995).

D. Jones y P. Paige-Green (TMH12)

Según Jones & P Paige (2000), presentan el manual TMH12, que proporciona pautas para la evaluación visual del estado de una carretera no pavimentada, las mismas que han sido descritas y evaluadas, acorde a las características encontradas en el camino vecinal ruta AM-522, según los siguientes puntos:

- Toma de coordenadas UTM con ayuda de GPS, de inicio y fin de carretera, así también de cada sección evaluada de 500 metros lineales (0.5 km); según metodología, se puede definir en secciones menores a 2.5 kilómetros, para casos de evaluaciones más precisas.
- Identificación de fallas, previa evaluación visual en cada sección analizada.
- Determinación de la gravedad y extensión del tipo de falla más representativa, en términos de posible acción de mantenimiento, tomando como referencia la máxima severidad posible como mayor prioridad a la severidad predominante, para cada tipo de falla.

Tabla 40

Gravedad y extensión de fallas según metodología TMH12.

Grado	Gravedad	% de extensión
0	Ninguna	0
1	Leve	< 5
2	Entre leve y advertencia	[5 - 20)
3	Advertencia	[20 - 60)
4	Entre advertencia y severa	[60 - 80)
5	Grave	[80 - 100)

Nota: para “polvo” no se considera extensión de falla. Fuente: (D Jones & P Paige-Green, 2000).

- Cálculo del nivel de gravedad más representativa, de todas las fallas evaluadas.
- Clasificación de la sección evaluada, según el estado en que se encuentra.

Tabla 41

Índice de condición visual según metodología TMH12 y evaluación de estado.

Muy bueno	Bueno	Justo	Pobre	Muy pobre
1	2	3	4	5

Nota: traducido al español. Fuente: (D Jones & P Paige-Green, 2000).

2.10.2. Acciones de mantenimiento en carreteras no pavimentadas (afirmadas).

Las acciones de mantenimiento son las intervenciones que se realizara a una carretera, de acuerdo con el estado de transitabilidad en que se encuentre, con la finalidad de resolver los tipos de fallas que presente; para una carretera no pavimentada, pueden presentarse

distintos tipos de fallas, las cuales serán evaluadas para determinar el estado de transitabilidad en que esta se encuentra y proponer una intervención adecuada, para mantener el nivel de servicio operativo.

a. Acciones de mantenimiento, según metodología MTC.

El manual, “Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, clasifica los trabajos en mantenimiento rutinario, que consiste en actividades de manera permanente referidas a limpieza, bacheo, perfilado sin aporte de material, roce y remoción de derrumbes; trabajos de mantenimiento periódico, que consiste en actividades programables por un periodo, como son: perfilado y reposición de material, nivelación y reposición de material, además de reparación de obras de arte. (pág. 21).

Tabla 42

Acciones de mantenimiento y actividades, MTC.

Estado de transitabilidad	Acción de mantenimiento	Actividades
Bueno	Mantenimiento rutinario	Limpieza de Calzada
		Bacheo
		Desquinche
		Remoción de derrumbes
		Limpieza de: cunetas, alcantarillas, badén, zanjias de coronación, pontones
		Encauzamiento de pequeños cursos de agua
		Roce y limpieza
		Conservación de señales
		Reforestación
		Vigilancia y control
		Reparación de muros secos
		Reparación de pontones
		Perfilado sin aporte de material
Control de polvo con agua		
Regular	Mantenimiento periódico	Perfilado con aporte de material
		Control de Polvo mediante riego de: sales, productos químicos, imprimación reforzada, mortero asfáltico
		Reposición de afirmado
		Reconformación de cunetas
Malo	Reconstrucción - Rehabilitación	Recuperación de la geometría de la vía.

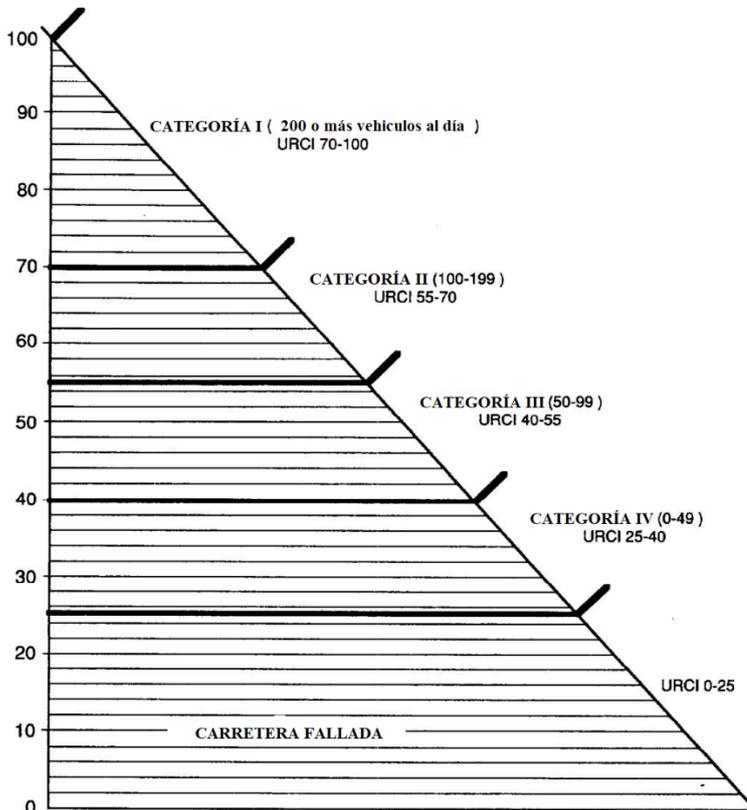
Nota: el estado de transitabilidad tiene una relación directa con las acciones de mantenimiento establecidos según metodología. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

b. Acciones de mantenimiento según metodología URCI.

El manual “Unsurfaced Road Maintenance Management”, establece requisitos y prioridades en el mantenimiento y reparación de una carretera no pavimentada, que están relacionadas con la escala URCI y el tráfico vehicular de la vía.

Figura 17

Prioridad de mantenimiento de carreteras no pavimentadas, según metodología URCI.



Nota: traducido al español. Fuente: (Department of the Army, 1995).

Según metodología URCI, de la figura anterior se establece que se debe tener una mayor prioridad de mantenimiento, cuando menor es el URCI y mayor sea el tráfico; además, se recomienda que una carretera se debe mantener con un URCI alto, siendo menos costoso que reconstruir una carretera en estado fallado, presentando una guía para seleccionar el mantenimiento apropiado, según su nivel de severidad de las fallas presentadas.

Tabla 43*Actividades de mantenimiento, según metodología URCI.*

Tipos de fallas	Nivel de gravedad	Actividades de mantenimiento
Sección transversal inadecuada	L	Solo perfilar.
	M	Solo perfilar/perfilar y añadir material (solo agua o agregado, o ambos) y compactar. Peralte en curvas . Ajustar alteraciones.
	H	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua, y compactar.
Drenaje inapropiado	L	Limpiar zanjas cada 1 o 2 años.
	M	Limpiar el interior de alcantarillas. Dar Forma, construir, compactar o ensanchar cunetas.
	H	Instale canal de drenaje, una alcantarilla más grande, abrir cunetas en represas, una escollera o geotextiles.
Corrugaciones	L	Solo perfilar.
	M	Solo perfilar/perfilar y añadir material (solo agua o agregado, o ambos) y compactar.
	H	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua, y compactar.
Polvo	L	Añadir agua.
	M	Añadir estabilizador. Incrementar el uso de estabilizador.
	H	Cortar hasta la base, añadir estabilizador, agua, y compactar. Cortar hasta la base, añadir agregado y estabilizador, dar forma, agua, y compactar.
Baches	L	Solo perfilar.
	M	Solo perfilar/perfilar y añadir material (agua, agregado, o 50/50 mezclarse cloruro de calcio y grava triturada) y compactar.
	H	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua, y compactar.
Surcos	L	Solo perfilar.
	M	Solo perfilar/perfilar y añadir material y compactar.
	H	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua, y compactar.
Agregado suelto	L	Solo perfilar.
	M	Solo perfilar/perfilar y añadir material y compactar.
	H	Cortar hasta la base, añadir agregado, dar forma, agua, y compactar.

Nota: L (Baja), M (media), H (alta). Fuente: (Department of the Army, 1995).

En la tabla anterior, se muestra las actividades de mantenimiento que se darán de forma específica, para cada tipo de falla según su nivel de gravedad, el cual también se puede atender en acciones de mantenimiento como lo descrito según metodología del MTC.

Tabla 44*Acciones de mantenimiento, metodología URCI.*

Nivel de gravedad	Acciones de mantenimiento
L	Mantenimiento rutinario
M	Mantenimiento periódico
H	Reconstrucción - Rehabilitación

Nota: L (Baja), M (media), H (alta). Acciones de mantenimiento basados en metodología MTC.

c. Acciones de mantenimiento según metodología TMH12.

Según Jones & P Paige (2000), en el manual “Sistema de Gestión de Pavimentos: Evaluación Visual Estándar. Manual para carreteras no pavimentadas”, indica que se debe aprovechar la evaluación de datos, de los tipos de fallas, para identificar las acciones de mantenimiento que se desarrollara para el segmento; excluyendo acciones de rehabilitación y reemplazando con la acción de regravado. (pág. 59).

Tabla 45*Actividades de mantenimiento, según metodología TMH12.*

Acciones típicas de mantenimiento	Actividades de mantenimiento
Reparaciones locales	Colocación de gravas en lugares localizados.
	Eliminación de material de tamaño excesivo.
Limpieza con cuchilla de rutina (perfilado)	Perfilar o ajustar el perfilado para un segmento en específico.
Remodelación	Perfilar, agregar agua y compactar.
	Escarificar y compactar.
Reelaboración	Cortar hasta la base, reconstruir el ancho, añadir material, dar forma, agregar agua y compactar.
	Triturar material o retirar material de gran tamaño.
Regravado	Añadir material, dar forma, agregar agua y compactar.
Mejora del drenaje	Limpieza y remodelación de cunetas y badenes.
	Instalación de alcantarillas

Nota: traducido al español. Fuente: (D Jones & P Paige-Green, 2000).

En la tabla anterior se muestra las actividades de mantenimiento, que se darán según las acciones típicas establecidas según metodología TMH12, las mismas que se pueden atender en acciones de mantenimiento, equivalente a lo descrito según metodología del MTC.

Tabla 46*Acciones de mantenimiento, metodología TMH12.*

Acciones típicas	Acciones de mantenimiento
Reparaciones locales	Mantenimiento rutinario
Limpieza con cuchilla de rutina (perfilado)	
Remodelación	
Reelaboración	Mantenimiento periódico
Regravado	
Mejora del drenaje	

Nota: no se considera reconstrucción – rehabilitación. Acciones equivalentes a lo descrito en metodología MTC.

2.11. Tratamiento de datos.

Los datos y resultados obtenidos fueron procesados por comparación, y presentados mediante gráficos de barras, tablas porcentuales y comparativas de las metodologías MTC, URCI y TMH12, para finalmente valorar la metodología más práctica, en la determinación del estado de transitabilidad en que se encuentra el camino vecinal ruta AM - 522.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio de tráfico.

Se tuvo como objetivo encontrar el IMDA (Índice Medio Diario Anual), del camino vecinal ruta AM-522, donde se recopiló información de los vehículos que transitan por la vía, en una estación de conteo, por motivos que el camino vecinal no cuenta con desvíos en su trayectoria; específicamente en la progresiva km 0+000, se reunió información durante tres días consecutivos (01 día laborable y 02 días fin de semana), en horas de mayor tráfico: de 07:00 am – 10:00 am (3 horas), de 12:00 pm - 14:00 pm (2 horas), de 16:30 pm – 18:30 pm (2 horas); acumulando un total de 07 horas diarias. Obteniendo un índice medio diario anual de 223 vehículos/día.

Para el cálculo del IMDA, se ha considerado los FCE (Factores de Corrección de Estación) del peaje Utcubamba, que se encuentra más cerca al camino vecinal ruta AM-522.

FCE Veh. Ligeros : 0.966624566

FCE Veh. Pesados : 0.973055378

Durante el conteo de tráfico, se ha considerado el tránsito de motos lineales, mototaxis y motocargas; vehículos que no están considerados en formato de conteo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; convirtiendo al peso equivalente de un auto.

Tabla 47

Peso equivalente de vehículos no clasificados, por formato conteo vehicular del MTC.

VEHICULO	PESO PROMEDIO	CONVERSIÓN PESO AUTO
AUTO	1,200 Kg	1
MOTO LINEAL	200 Kg	6
MOTOTAXI	356 Kg	3.37
MOTOCARGA	462 Kg	2.60

Nota: peso promedio en base a proveedores de venta de vehículos menores.

Tabla 48

Cálculo del IMDA (Índice Medio Diario Anual).

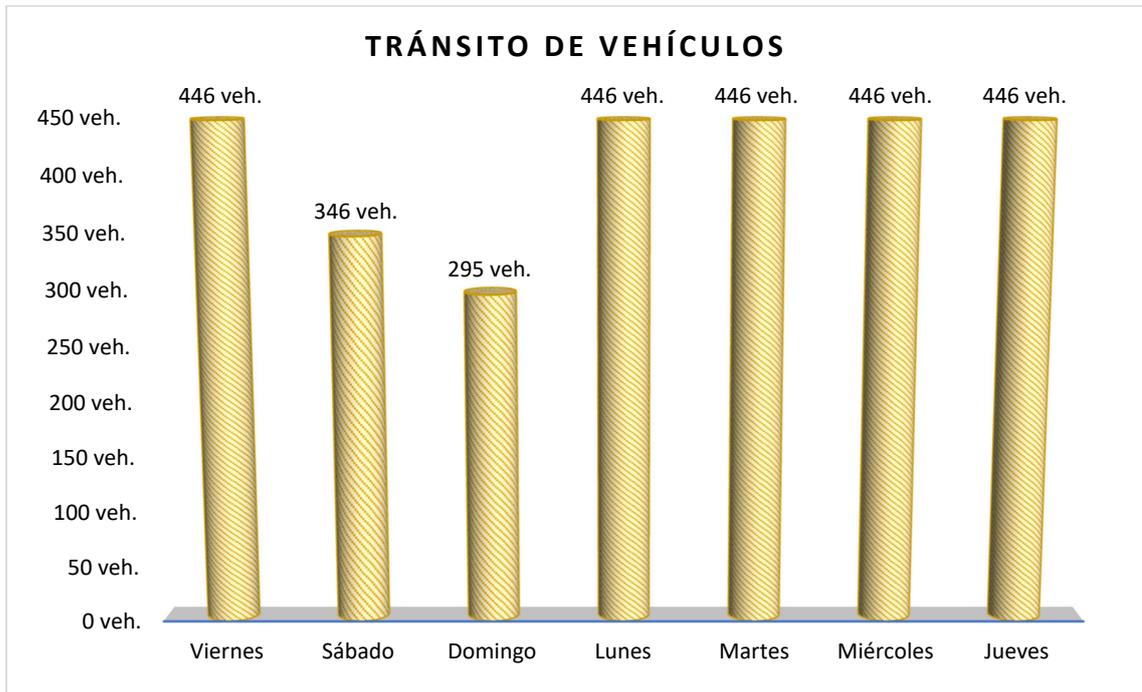
DÍA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	MOTOCARGA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIÓN		TRÁNSITO DE VEHÍCULOS POR DÍA
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	
											
Viernes	114	103	48	24	59	38	7	11	28	14	446 veh.
Sábado	86	90	48	11	59	24	0	7	14	7	346 veh.
Domingo	93	90	7	14	45	21	7	11	0	7	295 veh.
Lunes	114	103	48	24	59	38	7	11	28	14	446 veh.
Martes	114	103	48	24	59	38	7	11	28	14	446 veh.
Miércoles	114	103	48	24	59	38	7	11	28	14	446 veh.
Jueves	114	103	48	24	59	38	7	11	28	14	446 veh.
TOTAL, CONVERSIÓN AUTO	124.83	206.18	113.58								
TOTAL, CONVERSIÓN				445							
TOTAL, VEHÍCULOS SEMANAL				590	399	235	42	73	154	84	
IMDsemanal				85	57	34	6	11	22	12	
IMDs*FCE				83	56	33	6	11	22	12	
IMDA							223				

Nota: para vehículos livianos no clasificados se ha convertido al peso equivalente de un auto.

Se tiene un IMDA de 223 vehículos por día, siendo los días laborables de mayor tránsito.

Figura 18

Tránsito de vehículos por día.



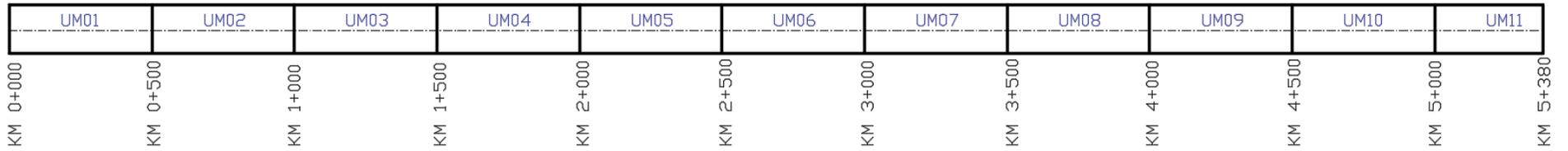
Nota: datos en base a conteo vehicular de 01 día laboral y 02 días fin de semana, incluido vehículos livianos no clasificados.

3.2. Secciones evaluadas.

El camino vecinal ruta AM – 522, tiene una longitud de 5.380 kilómetros, que ha sido dividido en 11 secciones de 500 metros cada una; según metodología MTC y TMH12, se ha evaluado todas las secciones; para metodología URCI, se ha tomado una unidad de muestra de 231 m² (4.62 metros de ancho promedio por 50 metros de largo), por cada sección.

Figura 19

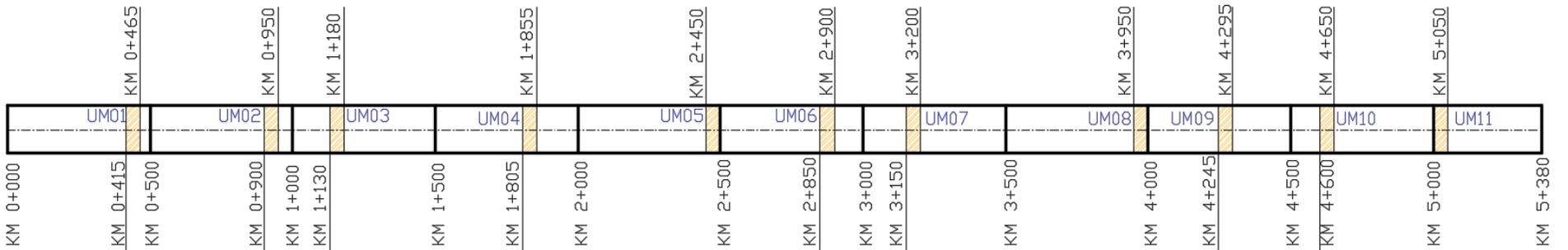
Unidades de muestra para metodología MTC y TMH12.



Nota: las unidades de muestra son para secciones de 500 metros.

Figura 20

Unidades de muestra para metodología URCI.



Nota: unidades de muestra de 231 metros cuadrados, que corresponde a un ancho promedio de 4.62m por 50 metros de largo.

3.3. Evaluación superficial del camino vecinal ruta AM - 522.

Las metodologías MTC, URCI y TMH12, evalúan el estado en que se encuentra una carretera a nivel de afirmado, como es el caso del camino vecinal ruta AM – 522, presentando diferentes tipos de fallas o deterioros.

a. Evaluación según metodología MTC.

Tabla 49

Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 01.

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición	
0+000 - 0+500	Deformación	1	1420.00	61.47	59.09	100.00	379	
		2	60.00	2.60				
		3	0.00					
	Erosión	1	0.00		1.65	3.23		
		2	19.20	0.83				
		3	46.00	1.99				
	Baches	1	4.00		8.00	17.43		
		2	0.00					
		3	4.00					
	Lodazal			10.80	0.47	0.47		0.47

Nota: para falla lodazal no se considera nivel de gravedad.

Tabla 50

Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM01.

Interpolación para deformación	
59.09	100.00
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
1.65	3.23
Interpolación para baches	
1	0.1
9	19.9
8.00	17.43
Interpolación para lodazal	
0.1	0.1
9.9	9.9
0.47	0.47

Nota: para falla deformación no se ha interpolado; extensión de falla mayor al 30%.

Tabla 51*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 02.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
0+500 - 1+000	Deformación	1	1019.94	44.15	36.42	100.00	380
		2	365.90	15.84			
		3	10.00	0.43			
	Erosión	1	12.00	0.52	3.64	7.25	
		2	13.00	0.56			
		3	101.64	4.40			
	Baches	1	5.00	6.00	12.48		
		2	0.00				
		3	1.00				

Tabla 52*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM02.*

Interpolación para deformación	
36.42	100.00
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
3.64	7.25
Interpolación para baches	
1	0.1
9	19.9
6.00	12.48

Nota: para falla deformación no se ha interpolado, extensión de falla mayor al 30%.

Tabla 53*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 03.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
1+000 - 1+500	Deformación	1	1241.99	53.77	44.77	100.00	398
		2	221.76	9.60			
		3	81.85	3.54			
	Erosión	1	20.00	0.87	0.87	1.65	
		2	0.00				
		3	0.00				
	Baches	1	1.00	1.00	0.10		
		2	0.00				
		3	0.00				

Tabla 54*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM03.*

Interpolación para deformación	
44.77	100.00
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
0.87	1.65
Interpolación para baches	
1	0.1
9	19.9
1.00	0.10

Nota: para falla deformación no se ha interpolado, extensión de falla mayor al 30%.

Tabla 55*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 04.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
1+500 - 2+000	Deformación	1	508.20	22.00	58.02	100.00	398
		2	1635.48	70.80			
		3	46.20	2.00			
	Erosión	1	0.00	0.87	1.65		
		2	0.00				
		3	20.00			0.87	

Tabla 56*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM04.*

Interpolación para deformación	
58.02	100.00
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
0.87	1.65

Nota: para falla deformación no se ha interpolado. Extensión de falla mayor al 30%.

Tabla 57*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 05.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
2+000 - 2+500	Deformación	1	460.00	19.91	19.54	58.11	439
		2	9.00	0.39			
		3	0.00				
	Erosión	1	44.20	1.91	1.59	3.10	
		2	20.00	0.87			
		3	0.00				

Tabla 58*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM05.*

Interpolación para deformación	
10	20
30	99.9
19.54	58.11
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
1.59	3.10

Tabla 59*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 06.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
2+500 - 3+000	Deformación	1	688.38	29.80	25.20	80.72	414
		2	183.60	7.95			
		3	0.00	0.00			
	Erosión	1	76.00	3.29	2.87	5.69	
		2	52.00	2.25			
		3	0.00	0.00			

Tabla 60*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM06.*

Interpolación para deformación	
10	20
30	99.9
25.20	80.72
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
2.87	5.69

Tabla 61*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 07.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
3+000 - 3+500	Deformación	1	175.00	7.58	7.08	14.19	482
		2	150.00	6.49			
		3	0.00	0.00			
	Erosión	1	43.00	1.86	1.86	3.66	
		2	0.00	0.00			
		3	0.00	0.00			
	Lodazal			13.50	0.58	0.58	

Tabla 62*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM07.*

Interpolación para deformación	
0.1	0.1
9.9	19.9
7.08	14.19
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
1.86	3.66
Interpolación para lodazal	
0.1	0.1
9.9	9.9
0.58	0.58

Tabla 63*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 08.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla por gravedad	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
3+500 - 4+000	Deformación	1	366.00	15.84	13.98	35.89	452
		2	0.00				
		3	60.00	2.60			
	Erosión	1	33.60	1.45	5.83	11.68	
		2	168.50	7.29			
		3	20.00	0.87			

Tabla 64*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM08.*

Interpolación para deformación	
10	20
30	99.9
13.98	35.89
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
5.83	11.68

Tabla 65*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 09.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
4+000 - 4+500	Deformación	1	417.00	18.05	17.64	50.52	444
		2	10.00	0.43			
		3					
	Erosión	1	24.80	1.07	2.61	5.18	
		2	80.00	3.46			
		3	45.00	1.95			
	Baches	1	0.00		1.00	0.10	
		2	0.00				
		3	1.00				

Tabla 66*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM09.*

Interpolación para deformación	
10	20
30	99.9
17.64	50.52
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
2.61	5.18
Interpolación para baches	
1	0.1
9	19.9
1.00	0.10

Tabla 67*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 10.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
4+500 - 5+000	Deformación	1	550.00	23.81	22.31	69.19	414
		2	40.00	1.73			
		3					
	Erosión	1	188.00	8.14	8.14	16.34	
		2					
		3					

Tabla 68*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM10.*

Interpolación para deformación	
10	20
30	99.9
22.31	69.19
Interpolación para erosión	
0.1	0.1
9.9	19.9
8.14	16.34

Tabla 69*Evaluación de fallas (MTC), unidad de muestra 11.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Área de falla	Porcentaje de extensión	Extensión: promedio ponderada	Puntaje de condición	Calificación de condición
5+000 - 5+380	Deformación	1	285.00	16.23	13.57	34.25	431
		2					
		3	90.00	5.13			
	Erosión	1	242.00	13.78	13.78	35.12	
		2					
		3					

Tabla 70*Interpolación de extensión promedio ponderada de fallas registradas en UM11.*

Interpolación para deformación	
10	20
30	99.9
13.57	34.25
Interpolación para erosión	
10	20
30	99.9
13.78	35.12

b. Evaluación según metodología URCI.

Tabla 71

Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 01.

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥ 5 (q)	URCI
0+415 - 0+465	Drenaje inapropiado	M	43.29	25.5	95.5	4	44
	Surcos	M	19.48	27.5			
	Sección transversal inadecuada	H	21.65	25.5			
	Baches	M	0.87	3			
	Baches	H	1.73	14			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 72

Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 02.

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥ 5 (q)	URCI
0+900 - 0+950	Sección transversal inadecuada	H	8.66	12	92	5	52
	Surcos	H	60.00	43			
	Sección transversal inadecuada	M	12.99	12			
	Drenaje inapropiado	L	17.32	7.5			
	Drenaje inapropiado	M	25.97	17.5			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 73

Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 03.

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥ 5 (q)	URCI
1+130 - 1+180	Sección transversal inadecuada	M	21.65	18	113.5	4	35
	Drenaje inapropiado	M	43.29	25.5			
	Surcos	H	69.26	46			
	Surcos	M	17.32	24			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 74*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 04.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥ 5 (q)	URCI
1+805 - 1+855	Sección transversal inadecuada	M	17.32	15.5	106.5	5	44
	Drenaje inapropiado	H	4.33	5			
	Drenaje inapropiado	M	38.96	23.5			
	Surcos	M	68.18	35			
	Surcos	H	19.48	27.5			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 75*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 05.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥ 5 (q)	URCI
2+450 - 2+500	Sección transversal inadecuada	M	3.46	3.5	66.5	4	63
	Sección transversal inadecuada	L	18.18	13			
	Drenaje inapropiado	M	17.32	13			
	Drenaje inapropiado	L	25.97	11			
	Surcos	M	21.65	26			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 76*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 06.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥ 5 (q)	URCI
2+850 - 2+900	Sección transversal inadecuada	M	12.99	11.5	83.5	6	60
	Sección transversal inadecuada	L	8.66	7.5			
	Drenaje inapropiado	M	12.99	9.5			
	Surcos	H	12.99	23			
	Surcos	L	17.32	19			
	Drenaje inapropiado	L	30.30	13			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 77*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 07.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥5 (q)	URCI
3+150 - 3+200	Sección transversal inadecuada	L	21.65	15	87.5	5	55
	Drenaje inapropiado	M	43.29	25.5			
	Agregado suelto	L	12.99	7			
	Polvo	L		2			
	Surcos	M	21.65	26.5			
	Agregado suelto	M	12.99	11.5			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 78*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 08.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥5 (q)	URCI
3+950 - 4+000	Sección transversal inadecuada	M	8.66	8	111	6	45
	Sección transversal inadecuada	L	12.99	10			
	Drenaje inapropiado	M	43.29	25.5			
	Surcos	H	25.97	30.5			
	Surcos	L	51.95	27			
	Agregado suelto	L	21.65	10			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 79*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 09.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥5 (q)	URCI
4+245 - 4+295	Sección transversal inadecuada	M	4.33	4	66.5	3	57
	Sección transversal inadecuada	H	12.99	16.5			
	Sección transversal inadecuada	L	4.33	4			
	Drenaje inapropiado	H	34.63	28			
	Agregado suelto	L	4.33	3			
	Agregado suelto	M	4.33	5			
	Drenaje inapropiado	L	8.66	4			
	Polvo	L		2			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 80*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 10.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥5 (q)	URCI
4+600 - 4+650	Sección transversal inadecuada	L	21.65	14.5	72.5	5	63
	Agregado suelto	M	17.32	13.5			
	Agregado suelto	L	4.33	3			
	Surcos	L	21.65	20.5			
	Drenaje inapropiado	L	34.63	14.5			
	Drenaje inapropiado	M	8.66	6.5			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

Tabla 81*Evaluación de fallas (URCI), unidad de muestra 11.*

Sección evaluada	Falla	Gravedad	Densidad de fallas (%)	Valor deducción	Valor deducible total (TDV)	Número valor deducible ≥5 (q)	URCI
5+000 - 5+050	Sección transversal inadecuada	L	21.65	14.5	69	4	60
	Surcos	L	21.65	20.5			
	Agregado suelto	L	43.29	16.5			
	Drenaje inapropiado	L	43.29	17.5			

Nota: se utilizó curvas de valor deducción de fallas y URCI.

c. Evaluación según metodología TMH12.

Los resultados de gravedad y extensión, se dan en términos de posible acción de mantenimiento, con mayor prioridad a la severidad predominante.

Tabla 82*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 01.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
0+000 - 0+500	Erosión longitudinal	70	5	1
	Pedregosidad incrustada		1	1
	Pedregosidad suelta	20	1	1
	Surcos	30	3	2
	Baches	80	5	1
RESULTADO			5	1

Tabla 83*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 02.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
0+500 - 1+000	Baches	40	3	1
	Erosión longitudinal	60	4	1
	Pedregosidad incrustada		2	2
	Erosión transversal y diagonal	50	4	2
	Surcos	60	4	2
RESULTADO			4	2

Tabla 84*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 03.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
1+000 - 1+500	Pedregosidad incrustada		2	2
	Surcos	100	5	2
	Erosión longitudinal	30	3	1
	Baches	20	3	1
RESULTADO			3	2

Tabla 85*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 04.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
1+500 - 2+000	Pedregosidad incrustada		1	1
	Material suelto	60	4	2
	Erosión transversal y diagonal	100	5	1
	Surcos	150	5	3
RESULTADO			5	1

Tabla 86*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 05.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
2+000 - 2+500	Erosión transversal y diagonal	20	3	3
	Pedregosidad incrustada	15	2	1
	Erosión longitudinal	20	3	3
	Surcos	30	3	1
	Material suelto	40	3	2
RESULTADO			3	3

Tabla 87*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 06.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
2+500 - 3+000	Surcos	30	3	3
	Erosión transversal y diagonal	30	3	1
	Pedregosidad incrustada		1	1
	Erosión longitudinal	30	3	2
RESULTADO			3	3

Tabla 88*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 07.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
3+000 - 3+500	Surcos	50	4	1
	Erosión transversal y diagonal	30	3	1
	Erosión longitudinal	20	3	1
	Polvo		1	
	Pedregosidad suelta	20	3	1
	Pedregosidad incrustada		2	4
	RESULTADO		3	1

Tabla 89*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 08.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
3+500 - 4+000	Pedregosidad suelta	25	3	2
	Erosión longitudinal	40	3	2
	Erosión transversal y diagonal	30	3	1
	Pedregosidad incrustada		2	3
	Surcos	20	3	1
	RESULTADO		3	2

Tabla 90*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 09.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
4+000 - 4+500	Erosión longitudinal	50	4	1
	Surcos	30	3	3
	Baches	30	3	1
	Erosión transversal y diagonal	30	3	1
	Polvo		1	
	Pedregosidad incrustada		1	3
	Pedregosidad suelta	30	3	3
	RESULTADO		3	3

Tabla 91*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 10.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
4+500 - 5+000	Pedregosidad suelta	40	3	3
	Surcos	25	3	2
	Erosión transversal y diagonal	20	2	1
	Pedregosidad incrustada		2	4
	Erosión longitudinal	25	3	2
RESULTADO			3	1

Tabla 92*Evaluación de fallas (TMH12), unidad de muestra 11.*

Sección evaluada	Falla	Profundidad (mm)	Gravedad	Extensión
5+000 - 5+380	Pedregosidad suelta	30	3	3
	Erosión longitudinal	30	3	2
	Pedregosidad incrustada		2	3
	Erosión transversal y diagonal	30	3	2
	Surcos	40	3	2
	RESULTADO			3

De la metodología TMH12, no solo se evalúa fallas para determinar el estado de transitabilidad en que se encuentre el camino vecinal, sino también se evalúa condiciones de la carretera a nivel de superficie, como evaluación para determinar el origen de nuevas fallas.

Tabla 93*Condiciones de carretera evaluada según metodología TMH12.*

Condición	Gravedad	Descripción
Cantidad de Grava	2	Suficiente
Calidad de Grava	2	Bueno
Perfil de carretera	3	Plana
Drenaje de la carretera	2	ligeramente por encima de suelo
Calidad en seguridad y conducción	4	pobre (60 km/h máx.)

Nota: gravedad promedio de las 11 unidades de muestra.

La metodología MTC, registra tipos de fallas por secciones de 500 m. lineales, en toda la vía; según metodología URCI, se registra tipos de fallas en un área de 231 m², siendo la más representativa en una sección de 0.5 km. y para metodología TMH12, se registra el tipo de falla más representativo, para cada tipo de falla en una sección de 500 m. lineales; llegando acumular los distintos tipos de fallas.

Tabla 94

Cantidad de tipos de fallas según metodologías MTC, URCI y TMH12.

MTC		URCI		TMH12	
TIPO DE FALLAS	CANTIDAD	TIPO DE FALLAS	CANTIDAD	TIPO DE FALLAS	CANTIDAD
Deformación	64	Sección transversal inadecuada	17	Surcos	11
Erosión	40	Drenaje inapropiado	16	Pedregosidad incrustada	10
Baches	9	Surcos	13	Erosión transversal y diagonal	9
Lodazal	3	Agregado suelto	8	Erosión longitudinal	9
Cruce de agua	0	Polvo	2	Pedregosidad suelta	5
Encalaminado	0	Baches	1	Baches	4
		Corrugaciones	0	Material suelto	2
				Polvo	2
				Corrugación	0
TOTAL	116	TOTAL	57	TOTAL	52

De la tabla anterior, existe una diferencia en la cantidad de tipos de fallas encontradas en todo el camino vecinal, debido al tamaño del área evaluada y el tipo de evaluación; además, las 03 metodologías tienen en común los tipos de fallas: baches y encalaminado (corrugación), donde solo se encontró baches en la vía evaluada.

3.4. Estado de transitabilidad.

Estado de transitabilidad en base a los rangos establecidos según metodologías, analizadas todas las unidades de muestras, se calcula el puntaje promedio que determinara el estado en que se encuentra la carretera evaluada.

Tabla 95

Estado de transitabilidad según metodologías MTC, URCI y TMH12.

UNIDAD DE MUESTRA	MTC		URCI		TMH12	
	PUNTAJE CONDICIÓN	ESTADO DE TRANSITABILIDAD	PUNTAJE CONDICIÓN	ESTADO DE TRANSITABILIDAD	PUNTAJE CONDICIÓN	ESTADO DE TRANSITABILIDAD
UM01	379	REGULAR	44	JUSTO	5	MUY POBRE
UM02	380	REGULAR	52	JUSTO	4	POBRE
UM03	398	REGULAR	35	POBRE	3	JUSTO
UM04	398	REGULAR	44	JUSTO	5	MUY POBRE
UM05	439	BUENO	63	BUENO	3	JUSTO
UM06	414	BUENO	60	BUENO	3	JUSTO
UM07	482	BUENO	55	JUSTO	3	JUSTO
UM08	452	BUENO	45	JUSTO	3	JUSTO
UM09	444	BUENO	57	BUENO	3	JUSTO
UM10	414	BUENO	63	BUENO	3	JUSTO
UM11	431	BUENO	60	BUENO	3	JUSTO
RESULTADO	421	BUENO	53	JUSTO	3	JUSTO

Nota: el resultado de cada metodología, determinara de forma general el estado de transitabilidad en que se encuentre la carretera evaluada.

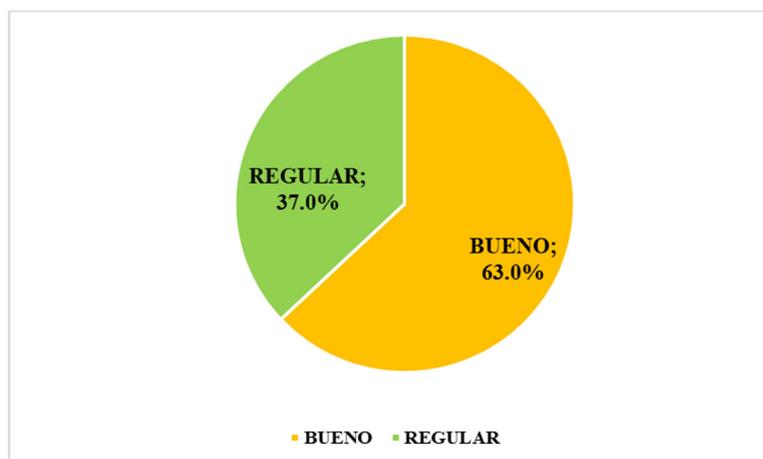
Tabla 96*Total, de unidades de muestra según estado de transitabilidad.*

MTC		URCI		TMH12	
ESTADO DE TRANSITABILIDAD	TOTAL, DE U.M	ESTADO DE TRANSITABILIDAD	TOTAL, DE U.M	ESTADO DE TRANSITABILIDAD	TOTAL, DE U.M
BUENO	7	BUENO	5	JUSTO	8
REGULAR	4	JUSTO	5	POBRE	1
		POBRE	1	MUY POBRE	2

Se aplicó las metodologías MTC, URCI y TMH12, bajo ciertos parámetros y rangos establecidos, evaluando 11 unidades de muestra a nivel de superficie del camino vecinal ruta AM-522, con una longitud total de 5.380 km. distribuido según el siguiente detalle.

Tabla 97*Porcentaje de distribución del camino vecinal por cada unidad de muestra.*

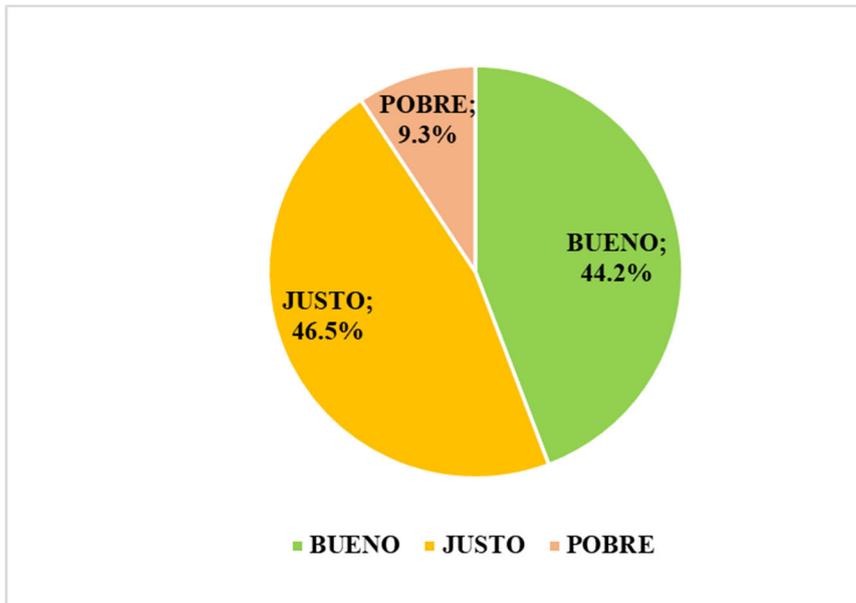
UNIDAD DE MUESTRA	%
UM01	9.294%
UM02	9.294%
UM03	9.294%
UM04	9.294%
UM05	9.294%
UM06	9.294%
UM07	9.294%
UM08	9.294%
UM09	9.294%
UM10	9.294%
UM11	7.063%

Figura 21*Estado de transitabilidad según metodología MTC.*

Aplicando metodología MTC, se tiene un 63% en estado bueno y un 37 % en estado regular.

Figura 22

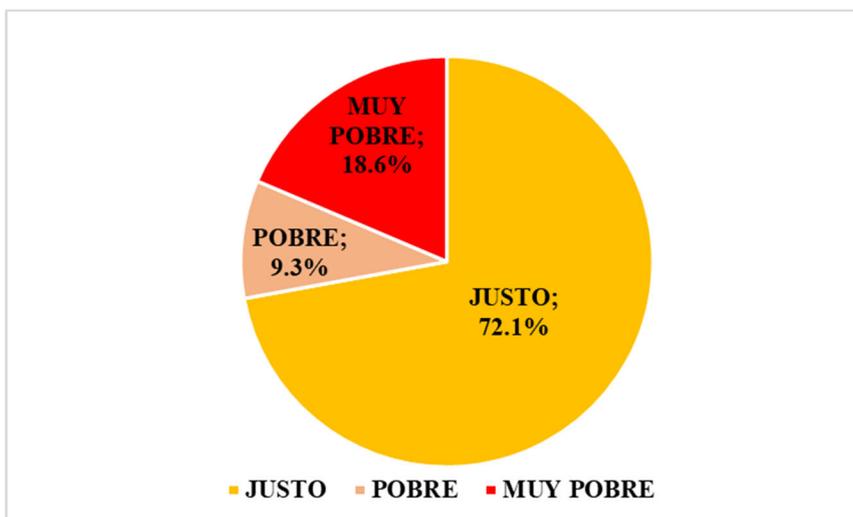
Estado de transitabilidad según metodología URCI.



Aplicando metodología URCI, se tiene un 44.2% en estado bueno, 46.5% en estado justo y 9.3% en estado pobre.

Figura 23

Estado de transitabilidad según metodología TMH12.



Aplicando metodología TMH12, se tiene un 72.1% en estado justo, 9.3% en estado pobre y 18.6% en estado muy pobre.

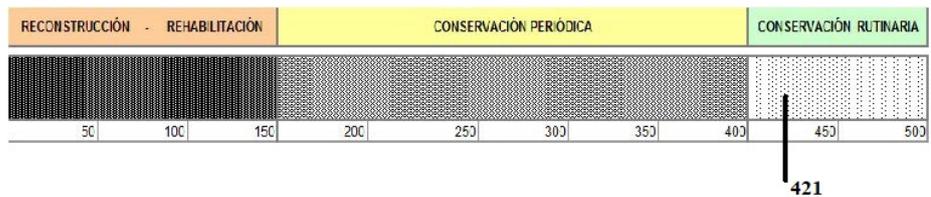
3.5. Acciones de mantenimiento.

3.5.1. Acciones de mantenimiento según metodología MTC.

Según metodología MTC, se presenta tipos de conservación en carreteras a nivel de afirmado, según al puntaje de condición promedio de todas las unidades de muestra evaluadas.

Figura 24

Tipo de conservación (MTC).



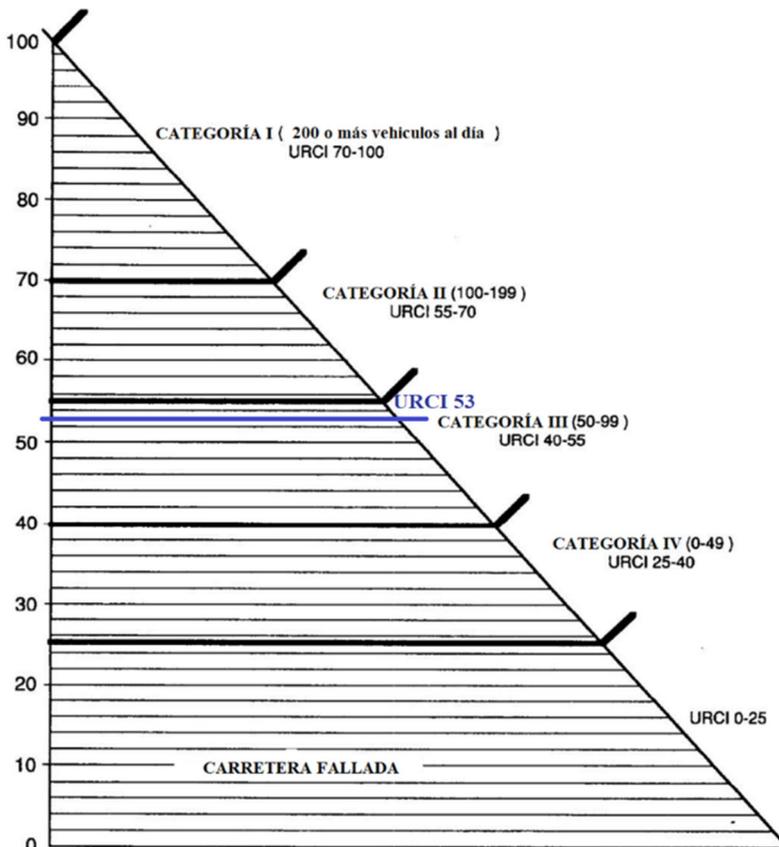
Para un puntaje promedio de 421 se debe realizar actividades de conservación rutinaria.

3.5.2. Acciones de mantenimiento según metodología URCI.

Las acciones de mantenimiento se establecen en base a la prioridad que estas necesitan, teniendo como factores el índice de estado de carretera URCI y tráfico.

Figura 25

URCI y tráfico como prioridad de mantenimiento.



Se evaluó el camino vecinal ruta AM – 522, con un resultado URCI de 53 y tráfico de 223 vehículos por día; de la evaluación se tiene un URCI menor en proporción a la cantidad de vehículos que circulan por la vía; según metodología para un tráfico de 200 o más vehículos al día, se debe tener un URCI entre 70 y 100, en este contexto, la metodología indica que se debe tener una mayor prioridad de mantenimiento.

Para seleccionar una alternativa de mantenimiento adecuada, se tendrá en cuenta el nivel de gravedad, encontrándose 10 unidades de muestra con gravedad media y alta, y 01 unidad de muestra con gravedad leve; recomendando actividades de conservación periódica.

3.5.3. Acciones de mantenimiento según metodología TMH12.

El estado de transitabilidad según metodología TMH12 es justa, presentando en todas las unidades de muestra surcos, erosión y pedregosidad, tanto suelta como incrustada; necesitando acciones de mejora de drenaje, dar forma a la sección de la carretera y regravado, acciones típicas propuestas según metodología TMH12; siendo acciones de conservación periódica, según lo indicado en nuestro país por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.5.4. Propuesta de intervención o mantenimiento.

Aplicando Metodología MTC, se tiene como resultado un estado de transitabilidad bueno, y al aplicar metodologías URCI y TMH12, un estado de transitabilidad justo, lo que implica ejecutar actividades de mantenimiento periódico, para solucionar los 12 tipos de fallas o deterioros encontrados, durante la evaluación de la superficie del camino vecinal.

Tabla 98

Actividades de mantenimiento, a los tipos de fallas o deterioros encontrados.

FALLAS O DETERIOROS	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
Deformación	Perfilado con aporte de material
Erosión	Perfilado con aporte de material
Baches	Perfilado con aporte de material
Lodazal	Perfilado con aporte de material
Drenaje inapropiado	Perfilado con aporte de material, reconformación de cunetas y limpieza de alcantarillas
Surcos	Perfilado con aporte de material
Sección transversal inadecuada	Perfilado con aporte de material
Polvo	Riego de sales o productos químicos
Agregado suelto	Perfilado con aporte de material
Pedregosidad incrustada	Reposición de afirmado
Pedregosidad suelta	Escarificado y reposición de afirmado
Material suelto	Escarificado y reposición de afirmado

3.6. Valoración de Metodologías MTC, URCI y TMH12.

Las metodologías aplicadas en la determinación del estado de transitabilidad en caminos no pavimentados a nivel de afirmado, presentan distintos deterioros o fallas a evaluar, para conocer el estado en que se encuentren.

Tabla 99

Conjunto de deterioros o fallas según metodologías MTC, URCI y TMH12.

DETERIOROS O FALLAS	MTC	URCI	TMH12
Deformación	✓		
Erosión	✓		✓
Baches	✓	✓	✓
Encalaminado o Corrugaciones	✓	✓	✓
Lodazal	✓		
Cruce de Agua	✓		
Sección transversal inadecuada		✓	
Drenaje inapropiado		✓	
polvo		✓	✓
surcos		✓	✓
Agregado suelto		✓	
Material suelto			✓
Pedregosidad incrustada			✓
Pedregosidad suelta			✓

Nota: no se considera “grietas” en metodología TMH12, debido a que se presenta en carreteras sin material afirmado.

De las 03 metodologías evaluadas, se tiene 14 tipos de fallas en la evaluación del estado de transitabilidad, registrándose en común 02 tipos de fallas: Baches y encalaminado.

Para llegar a valorar las metodologías MTC, URCI y TMH12, se ha tomado en referencia la cantidad, registro y evaluación de cada tipo de falla, por motivos que el tamaño de las unidades de muestra y tipo de metodología es distinto en las 03 metodologías.

a. Cantidad de tipos de fallas encontradas.

Tabla 100

Deterioros o fallas encontradas en camino vecinal ruta AM-522.

METODOLOGÍA	MTC	URCI	TMH12
FALLAS O DETERIOROS	Deformación	Drenaje inapropiado	Erosión longitudinal
	Erosión	Surcos	Erosión transversal y diagonal
	Baches	Sección transversal inadecuada	Pedregosidad incrustada
	Lodazal	Baches	Pedregosidad suelta
		Polvo	Surcos
		Agregado suelto	Baches
			Material suelto
CANTIDAD DE TIPO DE FALLAS	4 de 6	6 de 7	8 de 9

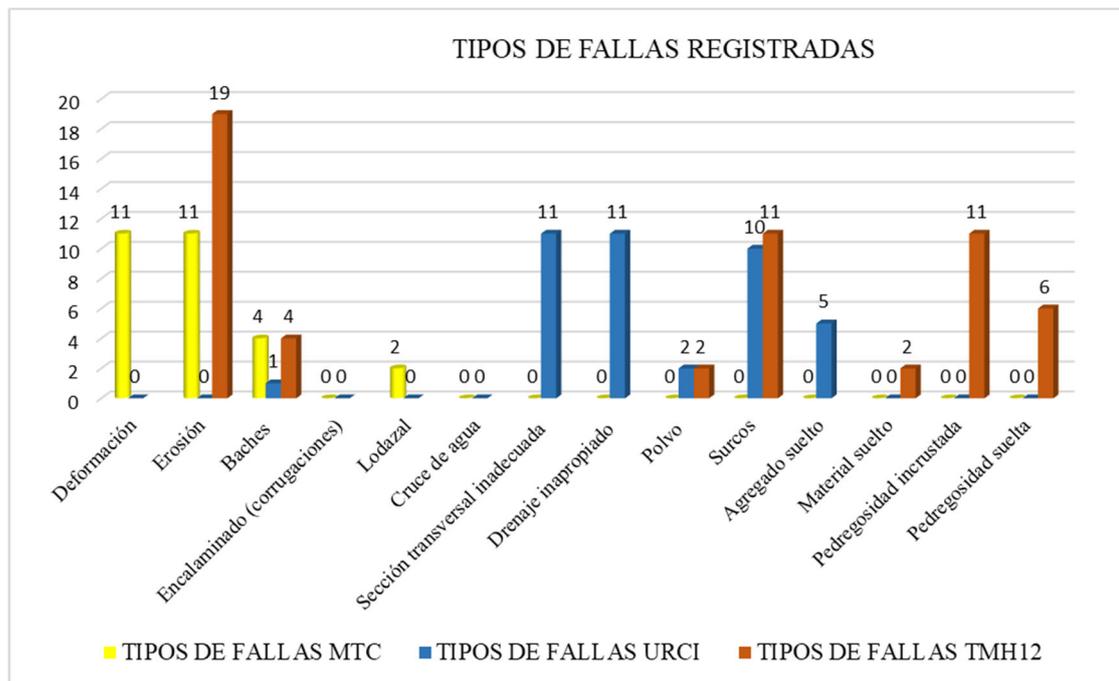
La metodología TMH12 presenta 09 tipos de fallas, en la evaluación del estado de transitabilidad para caminos no pavimentados a nivel de afirmado, encontrándose una mayor cantidad de tipos de fallas en el camino vecinal ruta AM-522.

b. Registro de tipo de fallas encontradas.

De las 11 unidades de muestra evaluadas, se registró los tipos de fallas por cada metodología, determinando los tipos de fallas más comunes.

Figura 26

Tipos de fallas registradas en las 11 unidades de muestra.



Nota: en metodología TMH12, se ha contabilizado erosión longitudinal y transversal en un solo registro.

Los tipos de fallas más comunes registradas en camino vecinal ruta AM-522; aplicando metodología MTC, se encuentra 02 tipos de fallas: deformación y erosión (11 unidades de muestra); aplicando metodología URCI, se encuentra 04 tipos de fallas: sección transversal inadecuada, drenaje inapropiado, surcos y agregado suelto (más de 5 unidades de muestra), y aplicando metodología TMH12 se encuentra 04 tipos de fallas: erosión longitudinal y transversal, surcos, pedregosidad incrustada y pedregosidad suelta (más de 6 unidades de muestra).

Siendo las metodologías URCI y TMH12, que presentan un mayor registro de tipo de fallas, en las unidades de muestra del camino vecinal, en comparación con la metodología del MTC.

c. Evaluación del tipo de fallas.

Las metodologías MTC, URCI y TMH12 presentan distintos criterios en la evaluación de tipos de fallas, así también en el área o longitud de las unidades de muestras.

Tabla 101

Intervención y registro de datos.

Metodologías	Tamaño de U.M.	Característica	Evaluación de tipos de fallas
MTC	500 m	Visual y cuantitativa	Se mide las características de todos los tipos de fallas para determinar y clasificar su nivel de gravedad.
			Se registra todos los tipos de fallas que se puedan encontrar según nivel de gravedad.
			No especifica un área, para evaluación de tipos de fallas.
			Los tipos de fallas se evalúan mediante una secuencia de cálculos de extensión e interpolación de rangos establecidos, que permiten determinar un puntaje de condición.
URCI	231 m ²	Visual y cuantitativa	Se mide las características de todos los tipos de fallas para determinar y clasificar su nivel de gravedad.
			Se registra todos los tipos de fallas que se puedan encontrar según nivel de gravedad.
			Se especifica un área de 231 m ² como unidad de muestra (02 por cada kilómetro).
			Los tipos de fallas se evalúan mediante curvas de valor deducción para cada tipo de falla según su nivel de gravedad, para luego mediante curva URCI determinar un índice de condición.
TMH12	500 m	Visual y cualitativa	Se mide las características de los tipos de fallas seleccionadas, previa evaluación visual para determinar su nivel de gravedad. Para determinar su extensión de la falla solo se determina mediante evaluación visual.
			Se registra el tipo de falla más representativo, para cada tipo de falla.
			No especifica un área, para evaluación de tipos de fallas.
			Los tipos de fallas se evalúan previa evaluación visual de cada sección analizada, luego a criterio propio, se determina el tipo de falla y grado de extensión más representativo en términos de posible acción de mantenimiento, que definirá el índice de condición visual.

Las metodologías URCI y TMH12, son más representativas en cantidad y registro del tipo de fallas, sin embargo, al evaluar los tipos de fallas, la metodología URCI evalúa de una manera más práctica, al seleccionar secciones representativas en las unidades de muestras y calcular el índice de condición, con ayuda de curvas de valor o ábacos, que permiten realizar los cálculos de una manera más práctica y sencilla.

IV. DISCUSIÓN

Las metodologías MTC, URCI y TMH12, permiten identificar fallas o deterioros en la superficie de una carretera; en este caso, el camino vecinal AM-522, la evaluación de la ruta estudiada por aplicación de las metodologías permitió determinar su estado de transitabilidad.

Según nuestro estudio, el estado de transitabilidad de la vía es justa, estando definido por la metodología URCI, y se comprueba que es una metodología práctica y objetiva, que más certera en la identificación de fallas superficiales en las vías, estos resultados son similares a los hallados por Sanchez (2018), que al aplicar metodología URCI se tiene un mayor criterio técnico, debido a que el índice de condición resultante es más certero a la realidad, que el obtenido por la metodología MTC, luego de evaluar la carretera no pavimentada El Milagro – El Zapote.

Asimismo, Urbano & Vargas (2019), evaluaron el estado de condición y tipo de intervención en la ruta LM-580, aplicando metodologías MTC, URCI y TMH12, analizando 10 unidades de muestra de 500 metros cada una; aplicando metodología MTC, todas las unidades de muestras se hallaron en buen estado, aplicando metodología URCI, se hallaron unidades de muestras en estados: muy pobre, pobre y regular; aplicando metodología TMH12, se hallaron unidades de muestras en estados: muy pobre, pobre y justa; estados de condición totalmente diferentes a lo indicado por metodología MTC; analizando con esta evaluación realizada en el camino vecinal ruta AM-522, las unidades de muestras tienen una semejanza de estado de condición, al aplicar las 3 metodologías; encontrándose discrepancias, por motivos que lo evaluado en ruta LM-580, no se adoptó las pautas y/o criterios de evaluación de los tipos de fallas, según lo establecido por cada metodología; esto debido que aplicando metodología URCI han evaluado 50 metros al inicio de cada; y aplicando metodología TMH12 han evaluado 100 metros al inicio de cada unidad de muestra; siendo una área que no siempre será representativa en toda la sección de una unidad de muestra.

Por su parte Campos (2019), evaluó el camino vecinal Magllanal – Loma Santa en la provincia de Jaén, para determinar el estado de transitabilidad y nivel de intervención, aplicando metodología MTC; encontrando los tipos de fallas: erosión, lodazal y baches; los cuales presentó en una galería fotográfica en su estudio realizado, donde se puede visualizar tipos de fallas que no están considerados por metodología MTC (surcos y

agregado suelto); se puede demostrar, que al aplicar metodologías URCI y TMH12, se evalúan más tipos de fallas en comparación con metodología MTC, tal como lo demostrado en este estudio; donde al evaluar una carretera a nivel de afirmado se encontró más tipos de fallas, determinantes para conocer el estado de transitabilidad en que se encuentra una vía.

Rospigliosi & Yarasca (2022), comparan las metodologías MTC y URCI, en ruta vecinal IC-611, con una longitud de 5.530 kilómetros, evaluaron una unidad de muestra de 500 metros (0+484 km – 0+984 km), seleccionando visualmente como la superficie más afectada; aplicando metodología MTC, determinaron un estado de transitabilidad regular, y aplicando metodología URCI, evaluaron la misma unidad de muestra, determinando un estado de transitabilidad bueno; evaluaciones que no concuerdan con lo establecido por cada metodología, donde se especifican secciones a tomar en cuenta, para la evaluación de todo el camino vecinal; según nuestro estudio realizado, se aplicó las metodologías MTC y URCI, donde se encontró unidades de muestra con diferentes estados de transitabilidad, siendo el promedio de estas, que determinó el estado de transitabilidad para toda la carretera.

Por su parte Callapiña & Ríos (2020), proponen una guía de fallas que se puedan encontrar en una carretera a nivel de suelo nativo (natural, sin material afirmado), para determinar el índice de condición de una manera más realista; aplicaron las metodologías MTC, URCI, Manual Paser y TMH12, en los caminos vecinales con código de ruta LM-936, CU-967, LA-112, MD-533, LO-517 y carretera Huancavelica, proponiendo como guía de fallas a la metodología TMH12, por motivo que encontraron una mayor cantidad de tipos de fallas durante su evaluación; coincidiendo con nuestro estudio realizado, que aplicando la metodología TMH12, se registró una mayor cantidad de tipos de fallas.

La determinación del estado de transitabilidad, en caminos vecinales a nivel de afirmado en nuestro país, se evalúan según lo indicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que estipula 06 tipos de fallas o deterioros, en comparación con las metodologías URCI y TMH12, que presentan una mayor cantidad, siendo determinantes al momento de evaluar el estado de transitabilidad en que se encuentre una vía, razón por el cual, al aplicar metodología MTC, en comparación con metodología URCI, se encontraron distintos estados de transitabilidad, tal como lo evaluado por Sanchez (2018), en el camino vecinal El Milagro – El Zapote, donde encontró el 46.67% en estado bueno

y 53.33% en estado regular; y aplicando metodología URCI, obtuvo un 26.67% en estado bueno y 73.33% en estado justo, así mismo nuestro estudio realizado, aplicando la metodología MTC, presentó un 63% en estado bueno y un 37% en estado regular; y aplicando metodología URCI, presentó un 9.3% en estado pobre, 46.5% justo y 44.2% en estado bueno; respecto a la metodología TMH12, en nuestro estudio presentó una mayor cantidad de tipos de fallas, así también Callapiña & Ríos (2020), al evaluar 06 caminos vecinales en terreno natural sin presencia de afirmado, aplicó las metodologías MTC, URCI, Manual Paser y TMH12; propone como guía de tipos de fallas, a la metodología TMH12, por presentar una mayor cantidad de tipos de fallas, a la vez estas fueron encontradas en los caminos vecinales evaluados.

V. CONCLUSIONES

- La identificación de fallas, por aplicación de las metodologías en estudio reportó; 04 tipos de fallas aplicando metodología MTC: deformación, erosión, baches y lodazal; aplicando la metodología URCI, 06 tipos de fallas: drenaje inapropiado, surcos, sección transversal inadecuada, baches, polvo y agregado suelto; aplicando la metodología TMH12, 08 tipos de fallas: erosión longitudinal, erosión transversal y diagonal, pedregosidad incrustada, pedregosidad suelta, surcos, baches, material suelto y polvo.
- La ruta estudiada tiene una longitud de 5.38 km; la metodología MTC determinó 116 fallas o deterioros, a lo largo de todo el trayecto se obtuvo 07 unidades de muestra en estado bueno, que representa un 63% (3.38 km longitudinales) y 04 unidades de muestra en estado regular que representa el 37% (2 km longitudinales).
- La aplicación de la metodología URCI, determinó 57 fallas o deterioros, a lo largo de todo el trayecto se obtuvo 05 unidades de muestra en estado bueno, que representa un 44.2% (2.38 km longitudinales), 05 unidades de muestra en estado justo, que representa el 46.5% (2.5 km longitudinales) y 01 unidad de muestra en estado pobre, que representa un 9.3% (0.5 km longitudinal).
- Aplicando metodología TMH12, se determinó 52 fallas o deterioros, a lo largo de todo el trayecto se obtuvo 08 unidades de muestra en estado justo, que representa un 72.1% (3.88 km longitudinales), 01 unidad de muestra en estado pobre, que representa el 9.3% (0.5 km longitudinales) y 02 unidades de muestra en estado muy pobre, que representa un 18.6% (1 km longitudinal).
- Los resultados registraron una mayor presencia de fallas o deterioros, al aplicar la metodología MTC, debido que se evalúa toda la sección de las unidades de muestra; respecto a la clasificación de tipos de fallas, se observó que para la metodología MTC, se registró 04 tipos de fallas; para la metodología URCI 06 tipos de fallas; y, 08 tipos de fallas para la metodología TMH12; asimismo, se destacó que la metodología URCI, evalúa de una manera más práctica y objetiva; según protocolo, se evalúa secciones manejables, con un área promedio de 231 m² cada medio kilómetro, registrando tipos de fallas de manera visual y cuantitativa; además, procesar datos por cada tipo de falla según su gravedad, mediante curvas de valor deducción, facilitando el cálculo del estado de transitabilidad en la vía.

- Respecto al índice de condición promedio, según metodología MTC es de estado bueno y necesita conservación rutinaria; según metodologías URCI y TMH12 se encuentra en estado justo y se necesita conservación periódica; además, aplicando metodología URCI, se tiene un índice promedio de 53 y un IMDA (Índice Medio Diario Anual) de 223 veh./día, siendo un IMDA mayor a 200 veh./día, el cual se debe mantener un índice URCI entre 70 a 100; proponiendo que en el camino vecinal se ejecute una intervención a nivel de mantenimiento periódico.
- Las metodologías estudiadas: MTC, URCI y TMH12; de ellas se concluye, que el camino vecinal de Bagua hasta Achaguay Bajo (ruta AM-522), se encuentra en estado de transitabilidad justo, lo que significa, que el camino vecinal se encuentra en proceso de deterioro; que, al no ser aplicado un mantenimiento adecuado y periódico, pasaría a un estado de transitabilidad pobre o muy deteriorado.

VI. RECOMENDACIONES

- Al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, actualizar el Manual de Mantenimiento o Conservación Vial, en la sección: evaluación de fallas en caminos no pavimentados, incorporando más tipos de fallas; propuesta que se hace por lo encontrado en la presente investigación y que no está tipificado en el manual del MTC.
- A la Municipalidad Provincial de Bagua, a través del Instituto Vial Provincial (IVP), priorizar actividades de conservación periódica en el camino vecinal ruta AM-522, para mantenerla en buenas condiciones de transitabilidad y evitar un mayor deterioro.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Callapiña, W. J., & Ríos, C. J. (2020). *Propuesta de guía de fallas a nivel de suelo nativo para determinar el índice de condición de las trochas en carreteras de bajo volumen no pavimentadas (tesis de pregrado)*. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3671>
- Campos, A. (2019). *Determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención del camino vecinal “Magllanal – Loma Santa”, distrito de Jaén- Jaén- Cajamarca 2017 (tesis de pregrado)*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3014>
- D Jones, & P Paige-Green. (2000). *Pavement Management Systems: Standard Visual Assessment Manual for Unsealed Roads* (Vol. 01). South Africa. Obtenido de <http://asphalt.csir.co.za/tmh/index.htm>
- Department of the Army. (1995). *Unsurfaced Road Maintenance Management*. Washington, DC, EE. UU. Retrieved from <https://www.wbdg.org/ffc/army-coe/technical-manuals-tm/tm-5-626>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual Para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima, Perú. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Manual de carreteras Sección Suelos y Pavimentos*. Lima, Perú: Editorial Macro.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial*. Lima, Perú. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (setiembre de 2019). *Información Espacial SINAC (D.S. N° 011-2016-MTC)*. Obtenido de Red Vial Vecinal o

Local:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/informacion_es_pacial.html

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (diciembre de 2022). *Estadística - Infraestructura de Transportes - Infraestructura Vial*. Obtenido de

<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>

Provías Descentralizado. (setiembre de 2020). Mantenimiento Vial Plan de Trabajo,

Mantenimiento Periódico, Mantenimiento Rutinario e Inventario de Condición Vial. *ARRANCA PERU - DECRETO DE URGENCIA N° 070-2020*.

Rospigliosi , M. A., & Yarasca , K. M. (2022). *Comparación de las metodologías URCI y la del MTC en evaluación de vías a nivel de afirmado, Villacurí, 2022 (tesis de pregrado)*. Obtenido de

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86744>

Sanchez, D. (2018). *Evaluación de la condición superficial de la carretera no*

pavimentada El Milagro – El Zapote mediante dos técnicas unsurfaced road maintenance management y conservación vial, Provincia de Utcubamba, 2018 (Tesis de pregrado). Obtenido de

<http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1629>

Urbano, K. S., & Vargas, M. (2019). *El estado de condición de una carretera no*

pavimentada y los tipos de intervención, aplicando MTC, URCI, TMH-12 de la ruta LM -580 (Tesis de pregrado). Obtenido de

<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2641>

ANEXOS

Anexo 01 : Conteo de tráfico vehicular.



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO	BAGUA - ACHAGUAY BAJO			
SENTIDO	X	E	X	S
UBICACIÓN	BAGUA			
DIA	1			

ESTACION	1		
CODIGO DE LA ESTACION	P1		
DIA Y FECHA	VIERNES	21	10 2022

HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	MOTOCARGA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		
							PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRA. VEH.															
07:00 - 10:00	E	7	4	5	1	1	3						3		
	S	8	6	2	2	4	1								
12:00 - 14:00	E	4	5	1	0	3	2	1	2						
	S	2	3	1	1	2	1	1					3		
16:30 - 18:30	E	6	7	0	2	4	0						1	2	
	S	6	5	5	1	3	4		1				1	2	
TOTAL, EN 7 H.		33	30	14	7	17	11	2	3	0	0	0	8	4	0
PARCIAL 24 H:		114	103	48	24	59	38	7	11	0	0	0	28	14	0

ENCUESTADOR : Edil Ramírez Coronel

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC : _____

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO	BAGUA - ACHAGUAY BAJO			
SENTIDO	X	E	X	S
UBICACIÓN	BAGUA			
DÍA	2			

ESTACION	1		
CODIGO DE LA ESTACION	P1		
DIA Y FECHA	SABADO	22	10 2022

HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	MOTOCARGA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		
							PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRA. VEH.															
07:00 - 10:00	E	4	3	4		1	2					2	1		
	S	6	5	1	1	2	1		1						
12:00 - 14:00	E	3	4	2	1	4	1								
	S	4	5	1		2	2					2			
16:30 - 18:30	E	6	6			7			1						
	S	2	3	6	1	1	1						1		
TOTAL, EN 7 H.		25	26	14	3	17	7	0	2	0	0	0	4	2	0
PARCIAL 24 H:		86	90	48	11	59	24	0	7	0	0	0	14	7	0

ENCUESTADOR :

Edil Ramírez Coronel

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC : _____

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO	BAGUA - ACHAGUAY BAJO			
SENTIDO	X	E	X	S
UBICACIÓN	BAGUA			
DÍA	3			

ESTACION	1		
CODIGO DE LA ESTACION	P1		
DIA Y FECHA	DOMINGO	23	10 2022

HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	MOTOCARGA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		
							PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRA. VEH.															
07:00 - 10:00	E	3	3	1									1		
	S	6	6		2	2	3		1				1		
12:00 - 14:00	E	1	7			4									
	S	7	3			1									
16:30 - 18:30	E	8	5		2	5	2	1	2						
	S	2	2	1		1	1	1							
TOTAL, EN 7 H.		27	26	2	4	13	6	2	3	0	0	0	0	2	0
PARCIAL 24 H:		93	90	7	14	45	21	7	11	0	0	0	0	7	0

ENCUESTADOR :

Edil Ramírez Coronel

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC : _____

Anexo 02 : Recolección de datos metodología MTC.

Hoja de recolección de datos, metodología MTC.

Progresiva	Falla	Hundimiento o profundidad (cm)	Gravedad	Long. (m)	Ancho (m)	Área de falla (m2)	Cantidad (baches)
0+000 - 0+064	Erosión	7	2	64	0.3	19.2	
0+000 - 0+010	Erosión	10	3	10	4.6	46	
0+226	Lodazal			2	4	8	
0+000 - 0+310	Deformación	2.5	1	310	4	1240	
0+245	Baches		1				2
0+310 - 0+325	Deformación	3	1	15	2	30	
0+368	Lodazal			0.7	4	2.8	
0+400 - 0+420	Deformación	5	2	20	3	60	
0+420 - 0+460	Deformación	3	1	40	2	80	
0+460	Baches		1				2
0+465	Baches		3				4
0+465 - 0+500	Deformación	2.5	1	35	2	70	
0+500	Baches		1				2
0+500 - 0+570	Deformación	3	1	70	4.62	323.4	
0+570	Baches		3				1
0+572	Baches		1				1
0+574	Baches		1				2
0+574 - 0+666	Deformación	3	1	92	4.62	425.04	
0+666 - 0+686	Erosión	6	2	20	0.35	7	
0+690	Erosión	5	2	5	0.3	1.5	
0+690 - 0+722	Deformación	2.5	1	32	3	96	
0+722 - 0+732	Deformación	10	3	10	1	10	
0+730 - 0+745	Erosión	4	1	15	0.7	10.5	
0+735 - 0+770	Deformación	5	2	35	2	70	
0+766 - 0+810	Deformación	7	2	44	2	88	
0+850	Erosión	3	1	6	0.25	1.5	
0+866	Erosión	5	2	6	0.25	1.5	
0+810 - 0+870	Deformación	2.5	1	60	1	60	
0+870 - 0+880	Erosión	7	2	10	0.3	3	
0+880 - 0+900	Deformación	8	2	20	4.62	92.4	
0+900 - 0+922	Erosión	10	3	22	4.62	101.64	
0+950 - 0+975	Deformación	6	2	25	4.62	115.5	
0+975 - 1+000	Deformación	3	1	25	4.62	115.5	
1+000 - 1+028	Deformación	6	2	28	4.62	129.36	
1+028 - 1+130	Deformación	3	1	102	4.62	471.24	
1+130 - 1+150	Deformación	10	3	20	4	80	

1+150 - 1+180	Deformación	4	1	30	4.62	138.6	
1+180	Deformación	10	3	0.4	4.62	1.848	
1+180 - 1+200	Deformación	7	2	20	4.62	92.4	
1+300 - 1+310	Erosión	3	1	10	2	20	
1+310 - 1+370	Deformación	2.5	1	60	4.62	277.2	
1+371	Baches		1				1
1+415 - 1+477	Deformación	4	1	62	4	248	
1+477 - 1+490	Deformación	3	1	13	4.65	60.45	
1+490 - 1+500	Deformación	2	1	10	4.65	46.5	
1+500 - 1+570	Deformación	6	2	70	4.62	323.4	
1+570 - 1+750	Deformación	7	2	180	4.62	831.6	
1+750 - 1+770	Deformación	6	2	20	4.62	92.4	
1+770 - 1+805	Deformación	3	1	35	4.62	161.7	
1+805 - 1+810	Erosión	10	3	5	4	20	
1+810 - 1+845	Deformación	5	2	35	4.62	161.7	
1+845 - 1+855	Deformación	15	3	10	4.62	46.2	
1+855 - 1+930	Deformación	2	1	75	4.62	346.5	
1+940 - 1+972	Deformación	5	2	32	4.62	147.84	
1+983 - 2+000	Deformación	5	2	17	4.62	78.54	
2+000 - 2+008	Erosión	2	1	8	0.3	2.4	
2+008 - 2+100	Erosión	2	1	92	0.4	36.8	
2+100 - 2+150	Deformación	3	1	50	2	100	
2+150 - 2+200	Erosión	2	1	50	0.1	5	
2+200 - 2+250	Deformación	2	1	50	4.5	225	
2+450	Deformación	7	2	2	4.5	9	
2+460 - 2+470	Erosión	6	2	10	2	20	
2+470 - 2+500	Deformación	2.5	1	30	4.5	135	
2+500 - 2+550	Deformación	3	1	50	4.62	231	
2+590 - 2+620	Deformación	4	1	30	4.62	138.6	
2+615 - 2+650	Deformación	3	1	35	4.62	161.7	
2+690 - 2+695	Erosión	3	1	6	2	12	
2+770 - 2+800	Deformación	7	2	30	4.62	138.6	
2+800 - 2+834	Deformación	3	1	34	4.62	157.08	
2+850 - 2+865	Deformación	8	2	15	3	45	
2+900 - 2+932	Erosión	3	1	32	2	64	
2+974 - 3+000	Erosión	5	2	26	2	52	
3+000 - 3+050	Deformación	5	2	50	3	150	
3+000 - 3+050	Erosión	2	1	50	0.2	10	
3+050 - 3+150	Deformación	3	1	100	0.5	50	
3+140 - 3+145	Erosión	3	1	5	0.6	3	

3+150 - 3+180	Erosión	2	1	30	1	30	
3+375	Lodazal			3	4.5	13.5	
3+375 - 3+500	Deformación	2	1	125	1	125	
3+500 - 3+510	Deformación	2	1	10	0.6	6	
3+510 - 3+520	Erosión	2	1	10	3	30	
3+520 - 3+600	Deformación	2	1	80	3	240	
3+600 - 3+640	Erosión	5	2	40	4	160	
3+700 - 3+720	Erosión	15	3	20	1	20	
3+780	Erosión	3	1	6	0.1	0.6	
3+845 - 3+850	Erosión	3	1	8	0.2	1.6	
3+900	Erosión	3	1	7	0.2	1.4	
3+950 - 3+970	Deformación	10	3	20	3	60	
3+970 - 4+000	Deformación	2	1	30	4	120	
3+983 - 4+000	Erosión	8	2	17	0.5	8.5	
4+000 - 4+040	Erosión	5	2	40	2	80	
4+040 - 4+060	Erosión	3	1	20	1	20	
4+000 - 4+100	Deformación	3	1	100	2	200	
4+124 - 4+129	Deformación	7	2	5	2	10	
4+142	Baches		3				1
4+200 - 4+205	Erosión	3	1	8	0.6	4.8	
4+210 - 4+247	Deformación	2.5	1	37	2	74	
4+247 - 4+257	Erosión	15	3	10	4.5	45	
4+257 - 4+400	Deformación	2.5	1	143	1	143	
4+500 - 4+600	Deformación	2.5	1	100	1.5	150	
4+600 - 4+680	Erosión	2.5	1	80	2	160	
4+600 - 4+700	Deformación	2.5	1	100	2	200	
4+755	Erosión	2	1	8	0.2	1.6	
4+765	Erosión	2	1	7	0.2	1.4	
4+770 - 4+790	Deformación	5	2	20	2	40	
4+800 - 5+000	Deformación	2	1	200	1	200	
4+950 - 4+960	Erosión	3	1	10	0.5	5	
4+960 - 5+000	Erosión	2.5	1	40	0.5	20	
5+000 - 5+100	Erosión	3	1	100	2	200	
5+000 - 5+100	Deformación	3	1	100	1	100	
5+100 - 5+200	Deformación	2	1	100	0.5	50	
5+200 - 5+260	Deformación	10	3	60	1.5	90	
5+260 - 5+365	Deformación	3	1	105	1	105	
5+354 - 5+360	Erosión	3	1	8	5	40	
5+370 - 5+375	Erosión	3.5	1	5	0.4	2	
5+ 365 - 5+380	Deformación	4	1	15	2	30	

Anexo 03 : Recolección de datos metodología URCI.

Hoja de inspección adaptada de metodología URCI.

Sección evaluada	Falla	Profundidad (cm)	Diámetro promedio (baches)	Long. (m)	Ancho (m)	Área de falla (m)	Cantidad (baches)
0+415 - 0+465	Drenaje inapropiado			50			
	Surcos	5		45	1	45	
	Sección transversal inadecuada			50			
	Baches	2.5	0.5				2
	Baches	8	1				4
0+900 - 0+950	Sección transversal inadecuada			20			
	Surcos	8		30	4.62	138.6	
	Sección transversal inadecuada			30			
	Drenaje inapropiado			20			
	Drenaje inapropiado			30			
1+130 - 1+180	Sección transversal inadecuada			50			
	Drenaje inapropiado			50			
	Surcos	10		40	4	160	
	Surcos	4		10	4	40	
1+805 - 1+855	Sección transversal inadecuada			40			
	Drenaje inapropiado			5			
	Drenaje inapropiado			45			
	Surcos	3		35	4.5	157.5	
	Surcos	15		10	4.5	45	
2+450 - 2+500	Sección transversal inadecuada			8			
	Sección transversal inadecuada			42			
	Drenaje inapropiado			20			
	Drenaje inapropiado			30			
	Surcos	2.5		50	1	50	
2+850 - 2+900	Sección transversal inadecuada			30			
	Sección transversal inadecuada			20			
	Drenaje inapropiado			15			
	Surcos	8		10	3	30	

	Surcos	2	20	2	40
	Drenaje inapropiado		35		
	Sección transversal inadecuada		50		
3+150 - 3+200	Drenaje inapropiado		50		
	Agregado suelto	2	30		
	Polvo				
	Surcos	3	50	1	50
	Agregado suelto	5	30		
	Sección transversal inadecuada		20		
3+950 - 4+000	Sección transversal inadecuada		30		
	Drenaje inapropiado		50		
	Surcos	10	20	3	60
	Surcos	2	30	4	120
	Agregado suelto	2	50		
		Sección transversal inadecuada		10	
4+245 - 4+295	Sección transversal inadecuada		30		
	Sección transversal inadecuada		10		
	Drenaje inapropiado		40		
	Agregado suelto	2.5	10		
	Agregado suelto	10	10		
	Drenaje inapropiado		10		
	Polvo				
		Sección transversal inadecuada		50	
4+600 - 4+650	Agregado suelto	5	40		
	Agregado suelto	2	10		
	Surcos	2	50	1	50
	Drenaje inapropiado		40		
	Drenaje inapropiado		10		
	Sección transversal inadecuada		50		
5+000 - 5+050	Surcos	2	50	1	50
	Agregado suelto	3	100		
	Drenaje inapropiado		50		

Anexo 04 : Recolección de datos metodología TMH12.

Hoja de inspección adaptada de metodología TMH12, para evaluación de condición de carretera.

Sección evaluada	Condición	Gravedad
0+000 - 0+500	Cantidad de Grava	3
	Calidad de Grava	3
	Perfil de carretera	4
	Drenaje de la carretera	3
	Calidad en seguridad y conducción	5
0+500 - 1+000	Cantidad de Grava	2
	Calidad de Grava	3
	Perfil de carretera	3
	Drenaje de la carretera	3
	Calidad en seguridad y conducción	5
1+000 - 1+500	Cantidad de Grava	2
	Calidad de Grava	3
	Perfil de carretera	3
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	4
1+500 - 2+000	Cantidad de Grava	3
	Calidad de Grava	3
	Perfil de carretera	3
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	5
2+000 - 2+500	Cantidad de Grava	2
	Calidad de Grava	2
	Perfil de carretera	3
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	4
2+500 - 3+000	Cantidad de Grava	2
	Calidad de Grava	2
	Perfil de carretera	3
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	4
3+000 - 3+500	Cantidad de Grava	1
	Calidad de Grava	2
	Perfil de carretera	2
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	4
3+500 - 4+000	Cantidad de Grava	1
	Calidad de Grava	2
	Perfil de carretera	2
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	4
4+000 - 4+500	Cantidad de Grava	2
	Calidad de Grava	2
	Perfil de carretera	3
	Drenaje de la carretera	3
	Calidad en seguridad y conducción	4
4+500 - 5+000	Cantidad de Grava	1
	Calidad de Grava	2

	Perfil de carretera	2
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	4
5+000 - 5+380	Cantidad de Grava	2
	Calidad de Grava	2
	Perfil de carretera	2
	Drenaje de la carretera	2
	Calidad en seguridad y conducción	4

Anexo 05 : Galería fotográfica.

Figura 27

Punto de conteo de tráfico.



Nota: único punto de conteo en progresiva km 0+000.

Figura 28

Obtención de coordenadas UTM del GPS.



Nota: se ha utilizado GPS para la obtención de puntos UTM y para georreferenciar las unidades de muestra, además para elaborar plano clave de la ubicación de fallas registradas.

Figura 29

Fallas más representativas en UM 01.



Nota: presencia de baches y deformación según metodología MTC; sección transversal inadecuada, drenaje inadecuado, baches y surcos según metodología URCI; baches y surcos según metodología TMH12. Progresiva km 0+460 al km 0+480.

Figura 30

Fallas más representativas en UM 02.



Nota: presencia de erosión y deformación según metodología MTC; sección transversal inadecuada, drenaje inapropiado y surcos según metodología URCI; surcos, erosión longitudinal y pedregosidad suelta según metodología TMH12. Progresiva km 0+922.

Figura 31

Fallas más representativas en UM 03.



Nota: presencia de deformación según metodología MTC; sección transversal inadecuada, drenaje inapropiado y surcos según metodología URCI; surcos según metodología MTH12. Progresiva km 1+130 al km 1+180.

Figura 32

Fallas más representativas en UM 04.



Nota: presencia de deformación según metodología MTC; sección transversal inadecuada; drenaje inadecuado y surcos según metodología URCI; surcos según metodología TMH12. Progresiva km 1+845 al km 1+855.

Figura 33

Fallas más representativas en UM 05.



Nota: presencia de Erosión según metodología MTC; sección transversal inadecuada, drenaje inadecuado y agregado suelto según metodología URCI y erosión longitudinal según metodología TMH12. Progresiva km 2+450 al km 2+470.

Figura 34

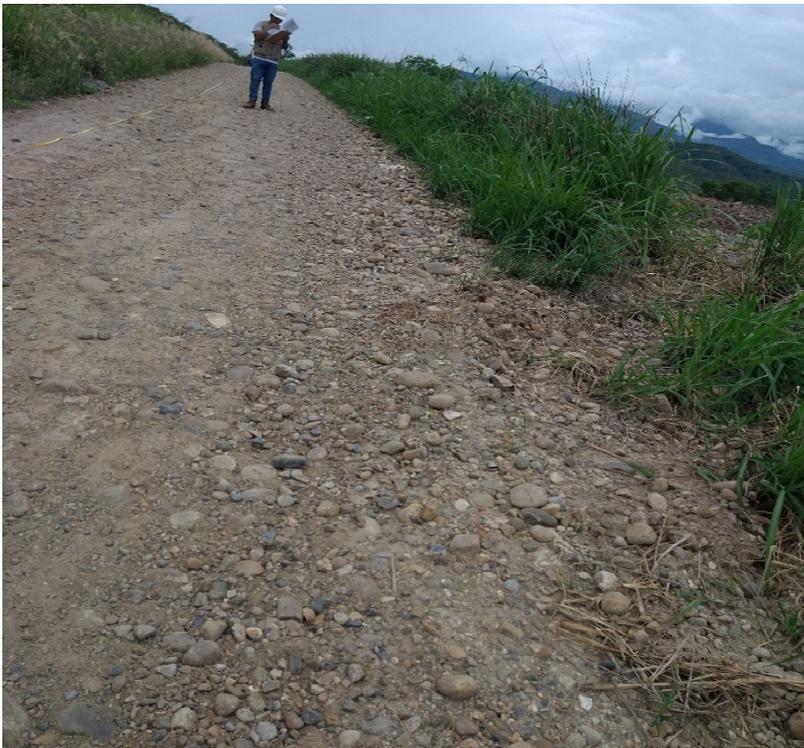
Fallas más representativas en UM 06.



Nota: presencia de deformación y erosión según metodología MTC; sección transversal inadecuada, drenaje inapropiado y surcos según metodología URCI; surcos según metodología TMH12. Progresiva km 2+850 al km 2+900.

Figura 35

Fallas más representativas en UM 07.



Nota: no se presenta falla según metodología MTC; drenaje inapropiado y agregado suelto según metodología URCI; material y pedregosidad suelta según metodología TMH12. Progresiva km 3+170.

Figura 36

Fallas más representativas en UM 08.



Nota: presencia de deformación y erosión según metodología MTC; drenaje inapropiado y surcos según metodología URCI; surcos, erosión longitudinal y pedregosidad suelta según metodología TMH12. Progresiva km 3+970 al km 3+990.

Figura 37

Fallas más representativas en UM 09.



Nota: presencia de deformación y erosión según metodología MTC; sección transversal inadecuada, drenaje inapropiado y surcos según metodología URCI; surcos, erosión longitudinal, material y pedregosidad suelta según metodología TMH12. Progresiva km 4+255 al km 4+285.

Figura 38

Fallas más representativas en UM 10.



Nota: presencia de deformación según metodología MTC; drenaje inapropiado y surcos según metodología URCI; surcos y pedregosidad suelta según metodología TMH12. Progresiva km 4+600 al km 4+650.

Figura 39

Fallas más representativas en UM 11.



Nota: presencia de deformación según metodología MTC; drenaje inapropiado y surcos según metodología URCI; surcos y pedregosidad suelta según metodología TMH12. Progresiva km 5+000 al km 5+050.

Figura 40

Inicio de unidad de muestra 01, km 0+000.



Figura 41

Inicio de unidad de muestra 02, km 0+500.



Figura 42

Inicio de unidad de muestra 03, km 1+000.



Figura 43

Inicio de unidad de muestra 04, km 1+500.



Figura 44

Inicio de unidad de muestra 05, km 2+000.



Figura 45

Inicio de unidad de muestra 06, km 2+500.



Figura 46

Inicio de unidad de muestra 07, km 3+000.



Figura 47

Inicio de unidad de muestra 08, km 3+500.



Figura 48

Inicio de unidad de muestra 09, km 4+000.



Figura 49

Inicio de unidad de muestra 10, km 4+500.



Figura 50

Inicio de unidad de muestra 11, km 5+000.



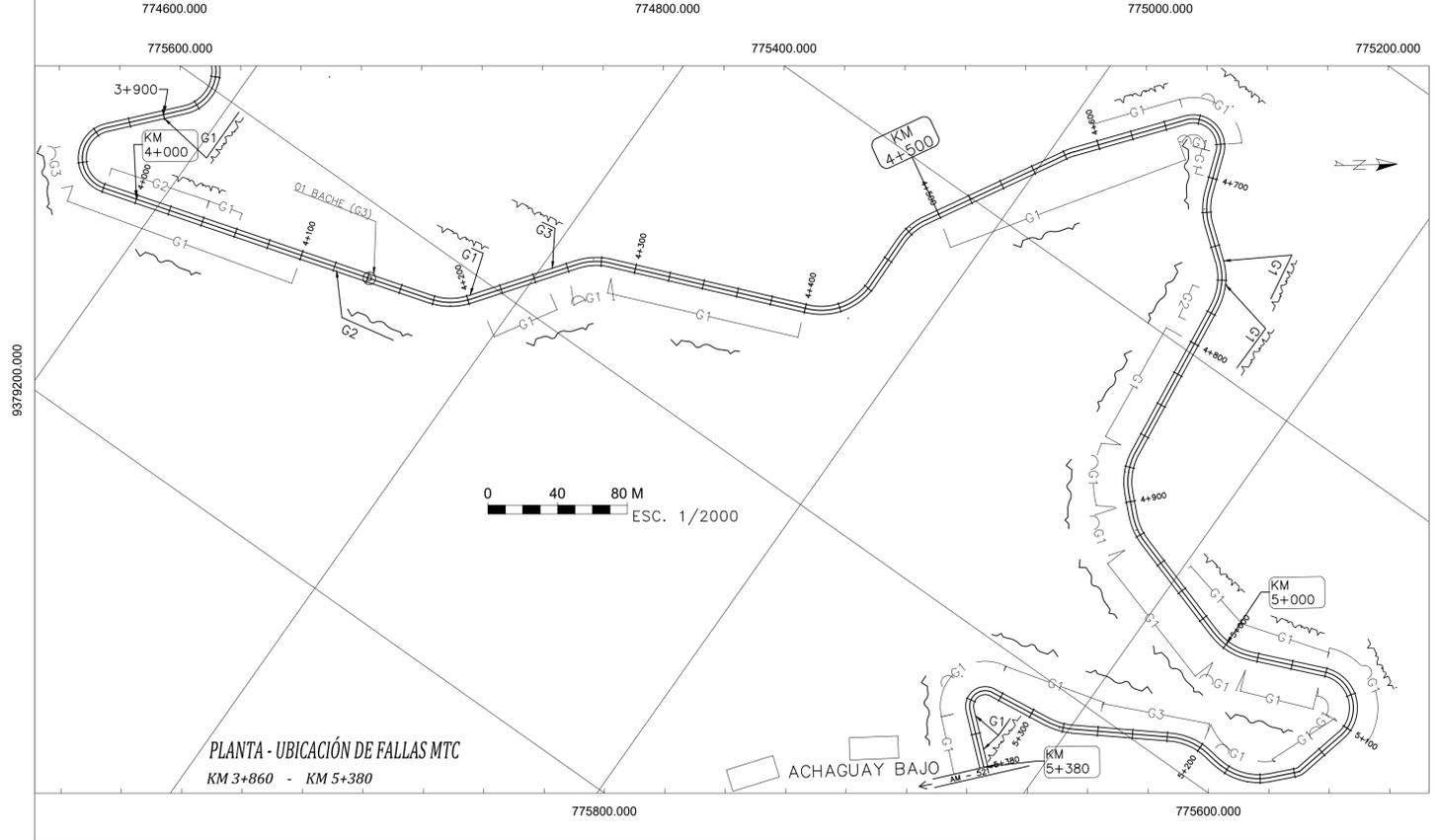
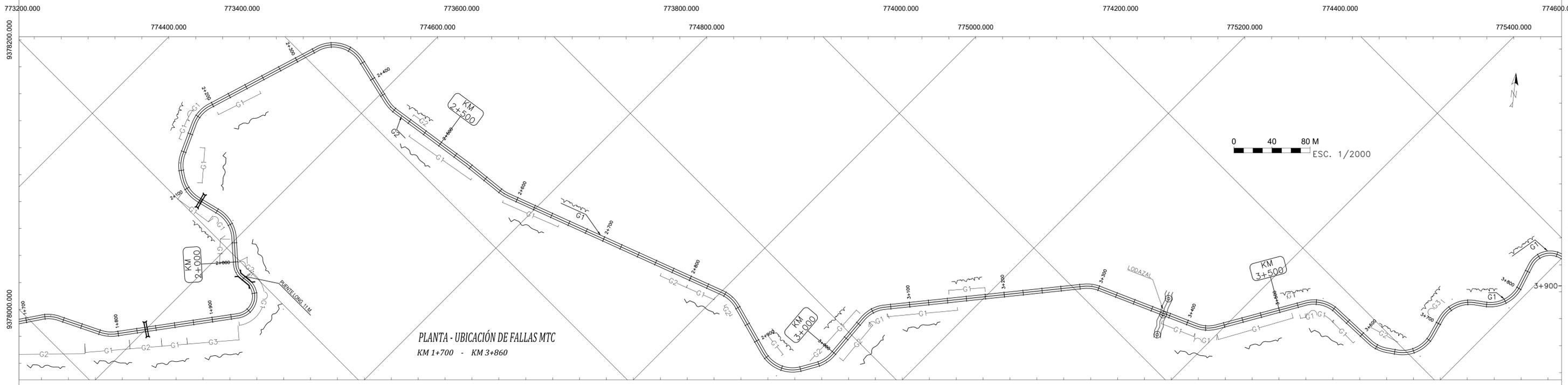
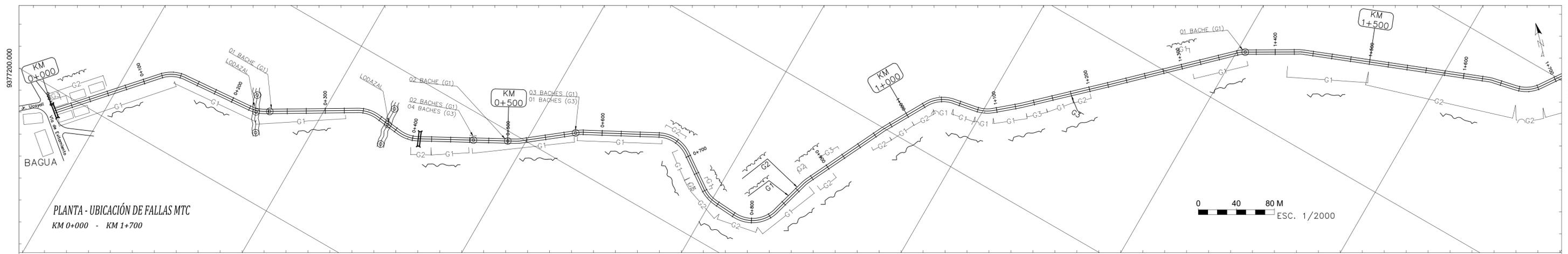
Figura 51

Fin de camino vecinal, ruta AM-522, km 5+380.



Nota: fin de tramo empalme con ruta AM-521. (Achaguay Bajo)

Anexo 06 : Planos.

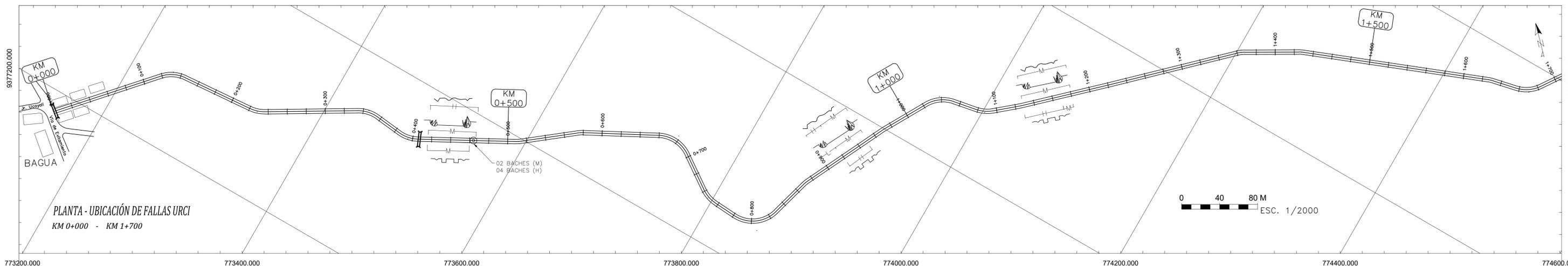


LEYENDA FALLAS MTC	
	DEFORMACIÓN
	EROSIÓN
	BACHES
	LODAZAL

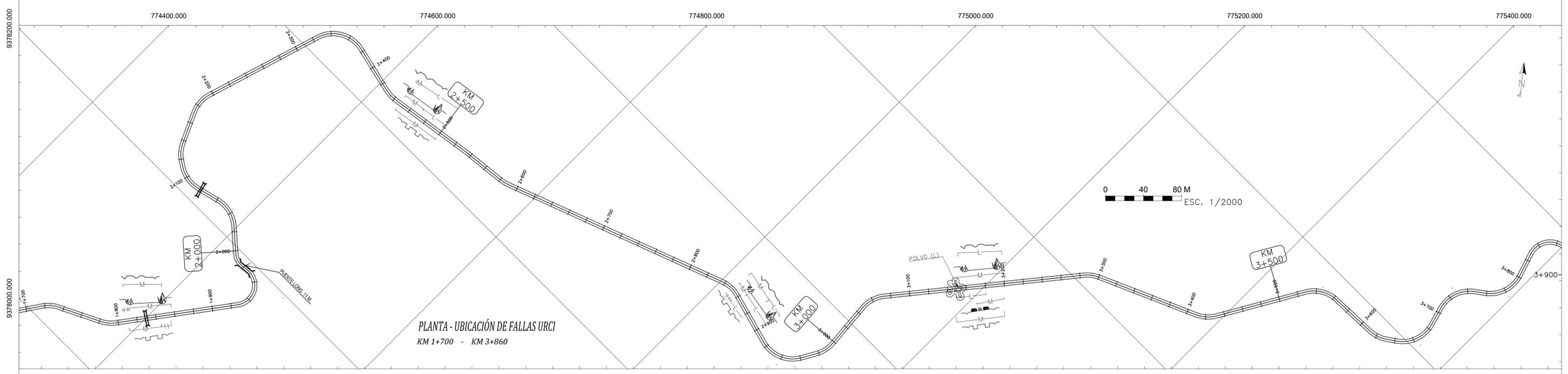
G1: GRAVEDAD 1 G2: GRAVEDAD 2 G3: GRAVEDAD 3

LEYENDA	
	KILOMETRAJE
	NORTE MAGNETICO
	ALINEAMIENTO
	ALCANTARILLA TIPO MARCO C.A.
	PUENTE

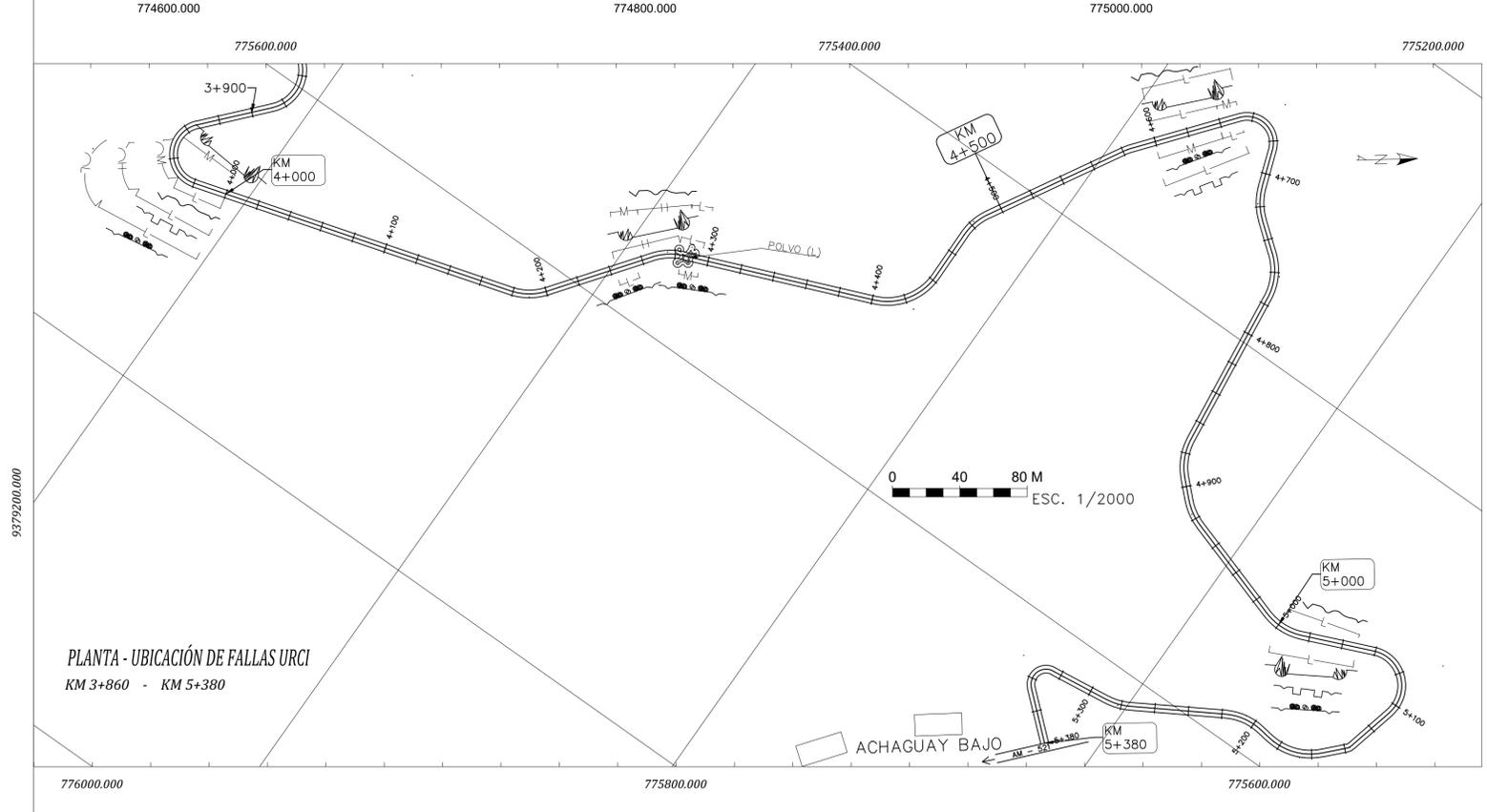
	TESIS: VALORACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS MTC, URCI Y TMH12, EN LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD EN CAMINOS VECINALES. CASO: RUTA AM - 522, BAGUA, AMAZONAS, 2022	
	PLANO: PLANO CLAVE CAMINO VECINAL RUTA AM-522 UBICACIÓN DE FALLAS METODOLOGÍA MTC	
ASESOR TESIS: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarry	FECHA: OCTUBRE 2022	PLANO: PC-01
DISEÑO: Bach. Edil Ramírez Coronel	ESCALA: 1/2000	



PLANTA - UBICACIÓN DE FALLAS URCI
KM 0+000 - KM 1+700



PLANTA - UBICACIÓN DE FALLAS URCI
KM 1+700 - KM 3+860



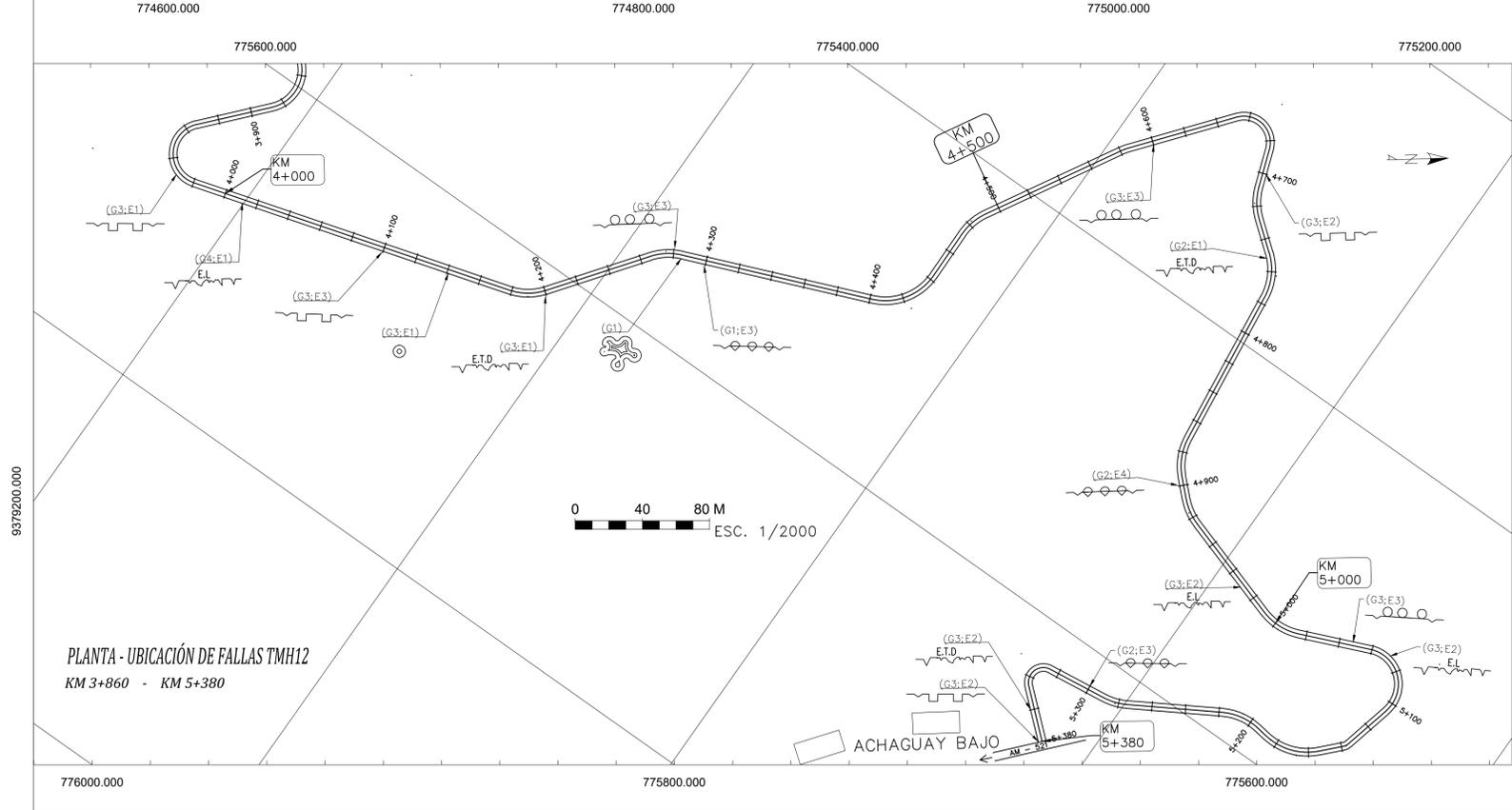
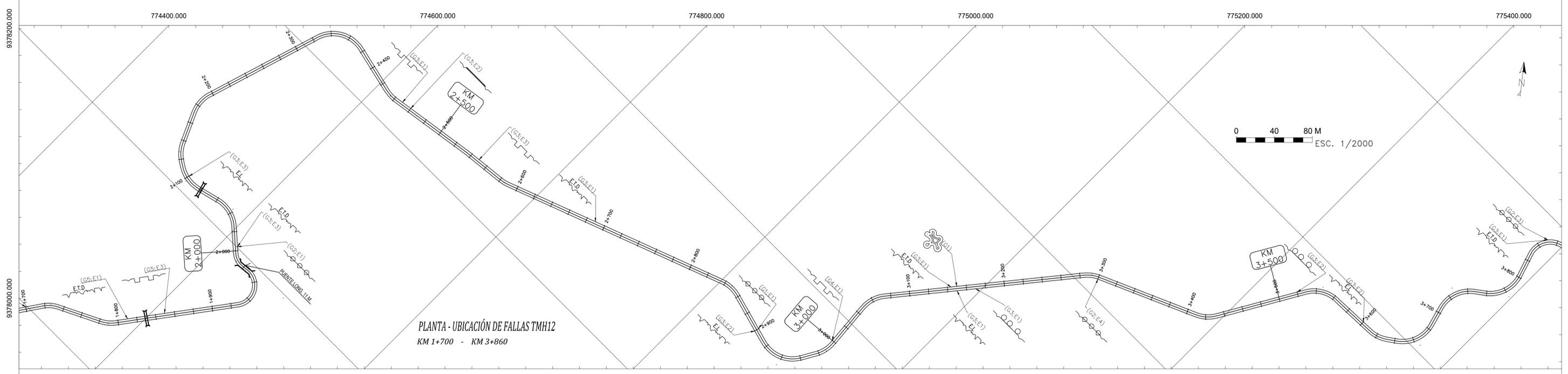
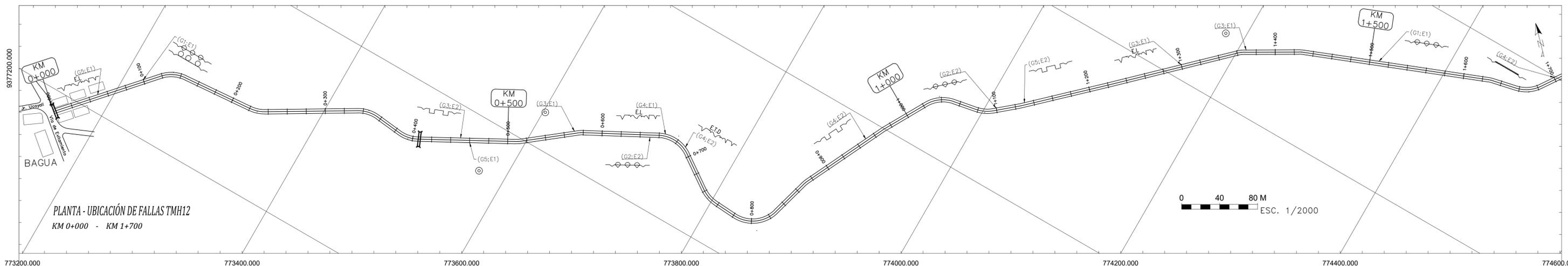
PLANTA - UBICACIÓN DE FALLAS URCI
KM 3+860 - KM 5+380

LEYENDA FALLAS URCI	
	SECCIÓN TRANSVERSAL INADECUADA
	DRENAJE INAPROPIADO
	BACHES
	POLVO
	SURCOS
	AGREGADO SUELTO

L: GRAVEDAD LEVE M: GRAVEDAD MEDIA H: GRAVEDAD ALTA

LEYENDA	
	KM 0+000 KILOMETRAJE
	NORTE MAGNETICO
	ALINEAMIENTO
	ALCANTARILLA TIPO MARCO C.A.
	PUENTE

	TESIS: VALORACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS MTC, URCI Y TMH12, EN LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD EN CAMINOS VECINALES. CASO: RUTA AM - 522, BAGUA, AMAZONAS, 2022	
	PLANO: PLANO CLAVE CAMINO VECINAL RUTA AM-522 UBICACIÓN DE FALLAS METODOLOGÍA URCI	
ASESOR TESIS: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarry	FECHA: OCTUBRE 2022	PLANO: PC-02
DISEÑO: Bach. Edil Ramírez Coronel	ESCALA: 1/2000	



LEYENDA FALLAS TMH12

	BACHES
	SURCOS
	EROSIÓN TRANSVERSAL Y DIAGONAL
	EROSIÓN LONGITUDINAL
	MATERIAL SUELTO
	PEDREGOSIDAD INCRUSTADA
	PEDREGOSIDAD SUELTA
	POLVO

G1: GRAVEDAD 1 G2: GRAVEDAD 2 G3: GRAVEDAD 3
 G4: GRAVEDAD 4 G5: GRAVEDAD 5
 E1: EXTENSIÓN 1 E2: EXTENSIÓN 2 E3: EXTENSIÓN 3
 E4: EXTENSIÓN 4 E5: EXTENSIÓN 5

LEYENDA

	KILOMETRAJE
	NORTE MAGNÉTICO
	ALINEAMIENTO
	ALCANTARILLA TIPO MARCO C.A.
	PUENTE

	TESIS: VALORACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS MTC, URCI Y TMH12, EN LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD EN CAMINOS VECINALES. CASO: RUTA AM - 522, BAGUA, AMAZONAS, 2022	
	PLANO: PLANO CLAVE CAMINO VECINAL RUTA AM-522 UBICACIÓN DE FALLAS METODOLOGÍA TMH12	
ASESOR TESIS: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarry	FECHA: OCTUBRE 2022	PLANO: PC-03
DISEÑO: Bach. Edil Ramírez Coronel	ESCALA: 1/2000	