

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**COMPARACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS URCI Y VIZIRET
PARA LA CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGÍA MTC EN
VÍAS NO PAVIMENTADAS**

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

PRESENTADA POR:

Bach. QUISPE BOCANGEL, JESUS ANGEL

Bach. SENITAGOYA DEL CASTILLO, CARLOS ENRIQUE

ASESOR: Mg. Ing. AREVALO LAY, VICTOR ELEUTERIO

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Rosa y Juan por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanas quienes me impulsaron a luchar por mis metas, A toda mi familia que me brindó su apoyo en todo momento, que con sus buenos deseos y ayuda logre cumplir mis metas.

Carlos Enrique Senitagoya Del Castillo.

Esta Tesis en primer lugar la dedico a Dios que bendice mis pasos. A mi padre Jesús un ejemplo de esfuerzo, dedicación y de apoyo en toda mi vida universitaria, a mi madre María que siempre confió en mí y me brindo consejos y palabras de aliento a lo largo de mi vida universitaria.

Jesús Angel Quispe Bocangel

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ingeniero Víctor Arévalo Lay por su gran apoyo y motivación para la culminación y elaboración de esta Tesis. También al Ingeniero Joaquín Tamara Rodríguez por su disposición y compartir sus conocimientos durante la elaboración de nuestra tesis.

Carlos Senitagoya y Jesús Quispe

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.1. Descripción y formulación del problema general y específico	4
1.1.1. Problema General	5
1.1.2. Problemas Específicos	5
1.2. Objetivo general y específico	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática	6
1.3.1. Delimitación espacial	6
1.3.2. Delimitación temporal	6
1.3.3. Delimitación temática.....	6
1.4. Justificación e importancia	6
1.4.1. Importancia del estudio	6
1.4.2. Justificación del estudio	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Investigaciones relacionadas con el tema.....	8
2.1.1. Investigaciones Internacionales	8
2.1.2. Investigaciones nacionales	11
2.2. Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio.....	16
2.2.1. Gestión del patrimonio vial.	16
2.2.2. Carreteras no pavimentadas.....	16
2.2.3. Ciclo de vida de las vías no pavimentadas	18
2.2.4. Metodología de evaluación visual.	20
2.3. Definición de términos básicos	70
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	72
3.1. Hipótesis.....	72
3.1.1. Hipótesis General	72
3.1.2. Hipótesis Específica	72

3.2. Relación entre variables	72
3.2.1. Diseño de la investigación.....	72
3.2.2. Operacionalización de variables.....	73
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	74
4.1. Tipo y método de investigación	74
4.1.1. Orientación de la investigación	74
4.1.2. Enfoque de la investigación.....	74
4.1.3. Fuente de información	74
4.1.4. Tipos de investigación.....	74
4.1.5. Nivel de la investigación	74
4.2. Diseño de la investigación.....	75
4.3. Población y Muestra.....	75
4.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.	75
4.4.1. Tipos de técnicas e instrumento.....	75
4.4.2. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos	75
4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos.	75
4.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	76
CAPÍTULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA	
INVESTIGACION.....	77
5.1. Parámetros VIZIRET y MTC.....	77
5.2. Parámetros URCI y MTC.....	80
5.3. Comparar el índice de condición de las metodologías URCI Y VIZIRET	83
5.4. Análisis de resultados	109
5.4.1. Análisis VIZIRET Y MTC	109
5.4.2. Análisis URCI Y MTC	109
5.4.3. Índice de condición.....	110
5.5. Contrastación de hipótesis.....	116
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	121
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ANEXO	126
Anexo N°1: Matriz de consistencia	126
Anexo N°2: Resultado muestra N°1 de la carretera no pavimentada - MTC	127

Anexo N°3: Resultado muestra N°2 de la carretera no pavimentada - MTC.....	128
Anexo N°4: Resultado muestra N°3 de la carretera no pavimentada - MTC.....	129
Anexo N°5: Resultado muestra N°4 de la carretera no pavimentada - MTC.....	130
Anexo N°5: Resultado muestra N°5 de la carretera no pavimentada - MTC.....	131
Anexo N°7: Aplicación metodología muestra 2 – URCI	133
Anexo N°8: Aplicación metodología muestra 3 – URCI	134
Anexo N°9: Aplicación metodología muestra 4 – URCI	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Sistema Nacional de carreteras MTC.....	4
Tabla N°2: Fallas estructurales	29
Tabla N°3: Falla de Drenaje	33
Tabla N°4: Relación con el tipo de mantenimiento.....	34
Tabla N°5: Fallas de las carreteras no pavimentadas	38
Tabla N°6: Clase de extensión de las fallas de las carreteras no pavimentadas	44
Tabla N°7: Clase de extensión de los deterioros/fallas de las carreteras no pavimentadas.....	46
Tabla N°8: Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 500m de carreteras afirmadas o no pavimentadas	47
Tabla N°9: Calificación de la condición.....	48
Tabla N°10: Tipos de condición según calificación de condición.....	48
Tabla N°11: Tipo de fallas-URCI.....	50
Tabla N°12: Niveles de severidad de baches o huecos.....	53
Tabla N°12: Alternativas de Mantenimiento	64
Tabla N°13: Contingencia de frecuencias observadas.....	68
Tabla N°14: Contingencia de frecuencias esperadas.....	69
Tabla N°15: Relación de variables dependiente	73
Tabla N°16: Relación de variables independiente	73
Tabla N°17: Tipo de falla similitud y diferencias.....	77
Tabla N°18: Unidad de muestra diferencias	78
Tabla N°19: Magnitud según tipo de falla.....	79
Tabla N°20: Severidad por tipos de falla.....	79
Tabla N°21: Comparación según el nivel de gravedad.....	80
Tabla N°22: Tipo de falla URCI.....	81
Tabla N°23: Unidad de muestra URCI.....	81
Tabla N°24: Unidad de muestra en m2 URCI	81
Tabla N°25: Magnitud según tipo de falla.....	82
Tabla N°26: Severidad por tipo de falla-URCI	83
Tabla N°27: Clasificación del índice de condición según metodología	84
Tabla N°28: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.	85

Tabla N°29: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.	85
Tabla N°30: Resultado de Estado de Condición según el Método URCI.	85
Tabla N°31: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 1.....	86
Tabla N°32: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.	86
Tabla N°33: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.	87
Tabla N°34: Resultado de Estado de Condición según el Método URCI.	87
Tabla N°35: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 2.....	87
Tabla N°36: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.	88
Tabla N°37: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.	88
Tabla N°38: Resultado de Estado de Condición según el Método URCI.	89
Tabla N°39: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 3.....	89
Tabla N°40: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.	90
Tabla N°41: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.	90
Tabla N°42: Resultado de Estado de Condición según el Método URCI.	90
Tabla N°43: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 4.....	91
Tabla N°44: Resultado general aplicando el método VIZIRET y MTC	91
Tabla N°45: Frecuencia observada investigación N°1	92
Tabla N°46: Frecuencia esperadas investigación N°1	92
Tabla N°47: Determinación del chi cuadrado investigación N°1.....	92
Tabla N°48: Frecuencia observada investigación N°2	94
Tabla N°49: Frecuencia esperadas investigación N°2.....	94
Tabla N°50: Determinación del chi cuadrado investigación N°2.....	94
Tabla N°51: Frecuencia observada investigación N°3	95
Tabla N°52: Frecuencia esperadas investigación N°3.....	96
Tabla N°53: Determinación del chi cuadrado investigación N°3.....	96
Tabla N°54: Frecuencia observada investigación N°4	97
Tabla N°55: Frecuencia esperadas investigación N°4.....	97
Tabla N°56: Determinación del chi cuadrado investigación N°4.....	98
Tabla N°57: Resultado general aplicando el método URCI y MTC	99
Tabla N°58: Frecuencia observada investigación N°1	100
Tabla N°59: Frecuencia esperadas investigación N°1	100
Tabla N°60: Determinación del chi cuadrado investigación N°1.....	100
Tabla N°61: Frecuencia observada investigación N°2	102

Tabla N°62: Frecuencia esperadas investigación N°2.....	102
Tabla N°63: Determinación del chi cuadrado investigación N°2.....	102
Tabla N°64: Frecuencia observada investigación N°3	104
Tabla N°65: Frecuencia esperadas investigación N°3.....	104
Tabla N°66: Determinación del chi cuadrado investigación N°3.....	104
Tabla N°65: Frecuencia observada investigación N°4	106
Tabla N°66: Frecuencia esperadas investigación N°4.....	106
Tabla N°67: Determinación del chi cuadrado investigación N°4.....	106
Tabla N°68: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos.....	110
Tabla N°69: Resumen de porcentual del índice de condición, de los 3 métodos.....	111
Tabla N°70: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos.....	112
Tabla N°71: Resumen de porcentual del índice de condición, de los 3 métodos.....	113
Tabla N°72: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos.....	113
Tabla N°73: Resumen de porcentual del índice de condición, de los 3 métodos.....	114
Tabla N°74: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos.....	115
Tabla N°75: Resumen de porcentual del índice de condición, de los 3 métodos.....	116
Tabla N°76: Resumen de resultado de grado de confiabilidad.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Condición de la vía sin mantenimiento.....	19
Figura N°2: Clasificación de las fallas de los afirmados	21
Figura N°3: Pérdida de grava.....	22
Figura N°4: Ahuellamiento.....	22
Figura N°5: Hundimiento y Ahuellamiento.....	23
Figura N°6: Bache gravedad 1	25
Figura N°7: Bache gravedad 2.....	25
Figura N°8: Bache gravedad 3.....	26
Figura N°8: Ondulación gravedad 1	27
Figura N°9: Ondulación gravedad 2	27
Figura N°10: Ondulación gravedad 3	28
Figura N°11: Gravedad 3 surco Transversal y Longitudinal.....	28
Figura N°12: Gravedad 3 surco longitudinal.....	29
Figura N°13: surco trasversal	30
Figura N°14: Lodazal VIZIRET	31
Figura N°15: Cabeza dura.....	31
Figura N°16: Erosión longitudinal.....	32
Figura N°18: Hoja niveladora remolcada	34
Figura N°19: Formato VIZIRET B2.....	36
Figura N°20: Formato VIZIRET B3.....	37
Figura N°21: Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm	40
Figura N°22: Hundimientos entre 5 cm y 10 cm	40
Figura N°23: Hundimientos >= 10 cm	41
Figura N°24: Gravedad 1: sensible al usuario, pero < 5 cm.....	41
Figura N°25: Gravedad 2: profundidad entre 5 cm y 10	42
Figura N°26: Gravedad 3: profundidad >= 10 cm.....	42
Figura N°27: Gravedad 1: pueden repararse por mantenimiento rutinario	43
Figura N°28: Necesita una capa de material adicional	43
Figura N°29: Gravedad 3: necesita una reconstrucción.....	44
Figura N°30: Gravedad 1: sensible al usuario, pero < 5 cm.....	45

Figura N°31: Lodazal-MTC.....	45
Figura N°32: Cruce de agua.....	46
Figura N°33: Tipos de conservación según calificación de condición.....	49
Figura N°34: Formato IC-10 para carreteras no pavimentadas	49
Figura N°35: Detalle Surco URCI.....	51
Figura N°36: Detalle drenaje inadecuado URCI	51
Figura N°37: Detalle corrugaciones URCI.....	52
Figura N°38: Detalle polvo URCI	52
Figura N°39: Esquema transversal de surco o ahuellamiento	53
Figura N°40: Detalle baches o huecos URCI	54
Figura N°41: Detalle Agregado Suelto URCI	54
Figura N°42: Ejemplo de carretera con la unidad de muestra URCI.....	55
Figura N°43: Índice de condición. – año 2008	56
Figura N°44: Índice de condición. – Actualizado.....	56
Figura N°45: Ecuación cálculo de densidad	57
Figura N°46: Detalle Agregado Suelto URCI	58
Figura N°47: Índice de condición de carreteras no pavimentad.....	58
Figura N°48: CVD Sección transversal incorrecta.....	59
Figura N°49: CVD inadecuado de drenaje de la carretera no pavimentada	59
Figura N°50: CVD corrugaciones.....	60
Figura N°51: CVD Baches	60
Figura N°52: CVD Surcos	61
Figura N°53: CVD Agregado Suelos.....	61
Figura N°54: CVD índice de condición.....	62
Figura N°55: Prioridad de mantenimiento.....	63
Figura N°56: Formato URCI	65
Figura N°57: Distribución Chi cuadrado	66
Figura N°58: Distribuciones de Chi cuadrado para valores de grados de libertad	67
Figura N°59: Distribución Chi cuadrado 1	93
Figura N°60: Distribución Chi cuadrado 2	95
Figura N°61: Distribución Chi cuadrado 3	97
Figura N°62: Distribución Chi cuadrado 4	99
Figura N°63: Distribución Chi cuadrado URCI 1	101

Figura N°64: Distribución Chi cuadrado URCI 2	103
Figura N°65: Distribución Chi cuadrado URCI 3	105
Figura N°66: Distribución Chi cuadrado URCI	107
Figura N°67: Tabla de distribución de chi cuadrado	108

RESUMEN

La presente tesis titulada “Comparación de las metodologías URCI Y VIZIRET para la confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas” tiene como objetivo comparar las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) Y VIZIRET para la determinación del grado de confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas. Se utilizaron los métodos internacionales VIZIRET y URCI que pertenecen a los países de Francia y EE. UU para validar la confiabilidad del método MTC. Se aplicaron cuatro investigaciones nacionales donde se extrajo los parámetros de las vías no pavimentadas. los resultados fueron los siguientes: las metodologías mencionadas estudian el tipo de falla, unidad de muestra, magnitud y severidad con ello nos permite encontrar un índice de condición, obteniendo un estado entre bueno, regular y pobre con ello producto de la investigación y mediante modelo estadístico chi cuadrado de Pearson se conoce qué tan confiable es la metodología MTC a comparación de las metodologías VIZIRET Y URCI. Se concluyo que el método VIZIRET y MTC tiene un grado de confiabilidad favorable al 95.06%, con respecto a la metodología URCI y MTC que tiene una confiabilidad baja del 71.03%. se determinó que el método MTC no es confiable.

Palabras claves: Fallas, índice de condición, grado de confiabilidad, vías no pavimentadas, método VIZIRET, método URCI.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Comparison of the URCI and VIZIRET methodologies for the reliability of the MTC methodology in unpaved roads" aims to compare the Unsurfaced Road Keep Management (URCI) and VIZIRET methodologies for determining the degree of reliability of the MTC methodology. on unpaved roads. The international VIZIRET and URCI methods belonging to the countries of France and the USA were used to validate the reliability of the MTC method. Four national investigations were applied where the parameters of the unpaved roads were extracted. The results were as follows: the aforementioned methodologies study the type of failure, sample unit, magnitude and severity, thereby allowing us to find a condition index, obtaining a state between good, fair and poor, with this, as a result of research and by means of a model. Pearson's chi-square statistic, it is known how reliable the MTC methodology is compared to the VIZIRET and URCI methodologies. It was concluded that the VIZIRET and MTC method has a reliability degree favorable to 95.06%, with respect to the URCI and MTC methodology, which has a low reliability of 71.03%. the MTC method was found to be unreliable.

Keywords: Failures, condition index, degree of reliability, unpaved roads, VIZIRET method, URCI method.

INTRODUCCIÓN

La vía no pavimentada permiten a sus habitantes acceder a servicios que las demás comunidades proveen. Estas vías en condiciones óptimas, permiten mejorar la accesibilidad y la conexiones entre pobladores rurales a zonas urbanas, para ello sean realizado y experimentado diferentes metodologías para la conservación de las vías no pavimentadas, en Perú se elaboró la metodología del Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC realizo estudio de conservación y mantenimiento de las vías no pavimentadas , también existen metodologías extranjeras que evalúan las condiciones de las vías no pavimentadas como el URCI de Estados Unidos , VIZIRET de Francia , PASSER , THM12, etc.

En el caso de Perú tiene la metodología del MTC que identifican los parámetros de las vías no pavimentadas como son los tipos de fallas, unidad de muestra, magnitud y severidad, estos parámetros son calculados y analizados para obtener el índice de condición de la vía no pavimentadas, en esta metodología existen ciertos vacíos de información donde la hacen poco confiables. Como una solución de este problema se analiza y compara con otras metodologías extranjeras para darle un grado de confiabilidad a la metodología del Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC).

Por lo que nuestro interés de esta tesis es comparar y analizar las metodologías URCI y VIZIRET para dar la confiabilidad de la metodología del MTC, con un método estadístico del Chi cuadrado de Pearson, analizando todos los parámetros e índice de condición que se desarrollara a lo largo de esta investigación tomando en cuenta de referencias a cuatro investigaciones peruanas con el fin de hallar el grado confiabilidad al MTC.

En esta investigación se estructuro en cinco capítulos que se mencionan a continuación: En el capítulo I se menciona el planteamiento y delimitación del problema como también los objetivos de esta tesis, describiendo la delimitación y justificación. En el capítulo II se investigó todo el marco teórico, analizando las investigaciones extranjeras y nacionales, todas las bases teóricas estudiando, las metodologías mencionadas y la relación de variables. En el Capítulo III se plantean las Hipótesis general y específicas. En el capítulo IV se mencionó el tipo de metodologías de estudios, diseño de investigación, población y muestra. En el Capítulo V se desarrolló la presentación de resultados, los análisis de resultados y las contrataciones de Hipótesis. Finalmente, se dan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema general y específico

La red vial nacional, departamental y vecinal o rurales es el principal medio de comunicación y conexión de los centros poblados, el Perú tiene un sistema nacional de carreteras compuesta por 175520.7 kilómetros de longitud aproximadamente, y la red nacional, departamental y vecinal, donde 28964 kilómetros se encuentran pavimentadas y 139913.7 kilómetros no pavimentadas como se observa en la siguiente tabla.

Tabla N°1: Sistema Nacional de carreteras MTC

SUPERFICIE DE RODADURA	SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS			TOTAL	
	Nacional	Departamental	Vecinal		
TOTAL	28984,8	32415,0	114120,9	175520,7	
	16.5%	18.5%	65%	100%	
1. RED VIAL EXISTENTE	27048,3	27824,2	114005,2	168877,7	96.2%
Pavimentada	22384	4261.7	2317.7	28964	17.2%
No pavimentada	4663.8	23562.5	111687.5	139913.7	82.8%
2. PROYECTADA	1936,5	4590,8	115,7	6643,0	3.8%

Fuente: Sistema nacional de carreteras-SINAC (2020).

La red vial nacional tanto como departamentales y rurales no la priorizan en la ejecución y conservación de las mismas, planteando una serie de manuales que brinda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) como parte de su política para la evaluación ejecución y conservación garantizando confiabilidad en los servicios garantizando mejoras en la superficie de rodadura.

El ministerio de transportes planteó a necesidad en el año 2008 El Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo volumen de tránsito, donde pudo clasificar las carreteras con superficies no pavimentadas para la conservación de las mismas. Sin embargo, algunas investigaciones comparan el método de evaluación superficial visual del manual de conservación vial (MTC) con otras metodologías extranjeras donde al parecer tendrían mayor exactitud y confiabilidad para el análisis de conservación.

1.1.1. Problema General

¿En qué medida la comparación de las metodologías URCI y VIZIRET determinan el grado de confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas?

1.1.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo influye la identificación en los parámetros en la metodología VIZIRET para la determinación de la confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas?
- b) ¿Cómo influye la identificación en los parámetros en la metodología Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) para la determinación de la confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas?
- c) ¿Cómo influye el índice de condición de las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) Y VIZIRET para la determinación de la confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas?

1.2. Objetivo general y específico

1.2.1. Objetivo General

Compara las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) Y VIZIRET para la determinación del grado de confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas, año 2021.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar los parámetros en la metodología VIZIRET para la determinación del grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.
- b) Identificar los parámetros en la metodología Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) para la determinación del grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.
- c) Determinar el índice de condición de las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) Y VIZIRET para la determinación del grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

1.3. Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

Para el desarrollo de esta investigación se presentará resultados numéricos recolectados de diferentes estudios nacionales e internacionales. Ya que por la situación actual que en el Perú y a nivel mundial está pasando por la enfermedad del coronavirus (COVID-19). El cual dificulta a la investigación la recolección de datos de forma presencial con la finalidad de cumplir todas las disposiciones impuestas por el gobierno y la Universidad Ricardo Palma para proteger a los estudiantes.

1.3.1. Delimitación espacial

La investigación se realizará a partir de expedientes de carreteras no pavimentadas en el territorio peruano.

1.3.2. Delimitación temporal

La información tomada para esta investigación fue a través de documentos, libros, expedientes, papers y manuales de los últimos 10 años y los métodos que se comparan provienen de la escuela norteamericana (URCI) y la escuela francesa (VIZIR) del cual deriva el método MTC.

1.3.3. Delimitación temática

La investigación busca medir el grado de confiabilidad de la metodología de evaluación visual superficial del índice de condición MTC de las carreteras no pavimentadas y relacionar con las metodologías VIZIRET Y URCI.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Importancia del estudio

La presente investigación es importante porque tiene como finalidad hallar el grado de confiabilidad a la metodología MTC en vías no pavimentadas comparando los parámetros y el índice de condición.

1.4.2. Justificación del estudio

Justificación teórica

Esta investigación busca la comparación de metodologías extranjeras en vías no pavimentadas para así otorgarle la confiabilidad a la metodología MTC que ayudara en un mejor manejo en esta clase de vías.

Justificación metodológica

Esta investigación para lograr los objetivos se utilizaron técnicas de investigación mixta ya que se recolectará los datos que se tomarán los tipos de falla, severidad y índice de condición y se realizara el análisis con las diferentes metodologías de inspección visual.

Justificación practica

Al tomar los datos y realizar el análisis con las diferentes metodologías extranjeras en vías no pavimentadas se podrá ver los diferentes tipos de falla e índice de condición y grado de severidad según el criterio de cada metodología. Este análisis nos llevara a obtener el grado de confiabilidad de la metodología MTC.

Justificación social

La investigación tiene como justificación social el poder brindar y mejorar una metodología (MTC, URCI O VIZIRET) para las vías no pavimentadas y se verá reflejado en los trabajos de mantenimiento.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Investigaciones relacionadas con el tema

2.1.1. Investigaciones Internacionales

Según Becerra & Sánchez (2018), realizó una investigación sobre evaluación de la condición del pavimento del sector el valle y su marco sostenible su objetivo principal de esta investigación fue Evaluar la condición de una red de pavimentos en el sector de El Valle bajo las metodologías definidas anteriormente y definir la aplicabilidad de cada una de ellas para crear un sistema de gestión que incluya: Inventario automatizado; determinación de la condición validada; herramientas de clasificación, optimización, priorización; en función de las curvas de deterioro para las distintas familias de pavimentos analizados, y además implementar soluciones de intervención (rehabilitación , mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción, etc.). Llegando a la conclusión que se ha evaluado la condición de vías no pavimentadas que pertenecen a la red vial mediante los métodos URCI Y PASER, donde el método URCI es el más eficiente y objetivo.

Según Zhang (2014), realizó una investigación sobre método de rejuvenecimiento carreteras no pavimentadas alternativo, donde busca mantener las vías en buen estado, ya que en los últimos años en el en Estados Unidos El porcentaje de carreteras sin pavimentar se redujo del 65% en 1960 a aproximadamente el 32% en 1980. Desde entonces, el porcentaje se ha mantenido estable. Según el método URCI todas las fallas se evalúan con medición, excepto la falla 84 que se evalúa de manera visual. El autor alude que al utilizar el método URCI determinó que el estado de condición de la carretera era bueno, llegando a obtener como tipo de intervención mantenimiento periódico. Concluye que el URCI es más eficiente a comparación de los otros métodos empleados como el Método de prueba estándar para la recolección y medición de la caída de polvo (ASTM D1739 - 98 2010) y Monitor de polvo en carretera (RDM). Podemos interpretar que el URCI es una metodología que abarca todas las dificultades que se puede presentar en este tipo de carreteras, donde sus parámetros de evaluación son fáciles de manejar.

Según Pletsch (2020), realizó una investigación sobre condiciones de servicio de carreteras rurales sin pavimentar: evaluación funcional de la superficie de apoyo de un estiramiento de la red vial del municipio de Ijuí-RS, El principal objetivo de la investigación es el análisis y evaluación de un tramo de carretera en el municipio de Ijuí en Rio Grande do Sul, con el objetivo de identificar los principales problemas y patologías del mismo en relación a los principales aspectos de su trazado, condiciones de la pista rodadura y drenaje superficial, proponiendo al final soluciones técnicas adecuadas para la mejora de este tramo. Y llega a la conclusión en este trabajo se evaluó un tramo de camino rural sin asfaltar en el municipio. de Ijuí-RS, utilizando el método desarrollado por Eaton et al. (1987) y pruebas de laboratorio de caracterización del suelo de la subrasante del tramo, así como estudio de tráfico y utilizando el URCI, la sección se clasificó como regular, debido a defectos relacionado con la ausencia de un sistema de drenaje y el correcto abombamiento de la pendiente transversal en numerosos puntos del tramo, factores que acaban provocando agujeros y ondulaciones transversales, así como la segregación de la materia. La clasificación regular de esta carretera propone el mantenimiento correctivo, es decir, la corrección de defectos encontrado para que el camino pueda volver a cumplir su función y proporcionar a los usuarios comodidad y seguridad.

Según Soares Martins, Baracuy da Cunha Campos, & Das Vitórias do Nascimento (2020), en el artículo “Carreteras secundarias sin asfaltar: evaluación de las condiciones del tráfico en un tramo contenido en una comunidad del Sertão de Pernambuco, Brasil”, El principal objetivo fue verificar las condiciones de una vía sin pavimentar ubicada en la ciudad de Santa Maria da Boa Vista - PE, a partir de la aplicación del método Índice de Condición Vial No Asfaltada (URCI). La metodología empleada consistió en identificar y analizar las patologías que actúan en la superficie de la vía, verificando la densidad y nivel de severidad que presenta cada uno de los defectos presentes, según el manual técnico TM 5-626, reproducido por el Departamento del Ejército de los Estados Unidos, permitiendo, al final del análisis, la clasificación del estado en el que se encuentra la vía.

Este procedimiento se repitió en todas las unidades de muestreo debidamente ubicadas en tramos distribuidos a lo largo de la vía. Al final de los análisis, se obtuvo un valor URCI promedio = 59,2 determinando así la clasificación general de la carretera bajo análisis como BUENA. El método demostró ser fácil de realizar y puede ser una buena opción de herramienta para ayudar a administrar estas carreteras.

Según Chavarría Flores (2019), realizó una investigación sobre Metodología de inspección de caminos no pavimentados a través de un sistema de cámaras de bajo costo, con el objetivo de elaborar una metodología para la obtención alternativa del ICNP, utilizando la grabación de caminos con un sistema de cámaras de alta definición, junto con el desarrollo de directrices para la identificación y asignación de valores estimados de los deterioros/factores presentes en vías no pavimentadas. Y llega a la conclusión en este trabajo se continuo con el estudio del uso de indicadores para la calificación del estado de una vía no pavimentada, estudiándose el uso del URCI en la literatura, así como en detalle al ICNP, indicador propuesto por el MOP como el oficial para valorizar el estado de los caminos no pavimentados en Chile. También, se estudiaron las principales actividades de mantención/restauraciones más utilizadas en las actividades de conservación rutinaria, periódica y mayor.

Según Madjadoumbaye, Tamo Tatietse, & Medjo Eko (2008), en el artículo “Desarrollo de un nuevo enfoque para la caracterización y evaluación de los parámetros de degradación de caminos terrestres”, El principal objetivo fue verificar la caracterización de las degradaciones de caminos de tierra utilizando varios parámetros. Está previsto que los parámetros considerados se utilicen más adelante como base para una evaluación adicional de la degradación de los caminos de tierra. Se enumeraron seis (6) degradaciones como las degradaciones más frecuentes encontradas en carreteras terrestres en Camerún recurrentes. En comparación con los métodos de evaluación utilizados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées (LCPC), nuestro enfoque cubre un espectro más amplio de parámetros medibles. Concluye que este estudio puede servir de base (input) para la

evaluación de degradaciones, por lo que se deben considerar los valores obtenidos no tomados en consideración por el método OCDE.

Según Autret (1997), en el artículo “Estudio de carreteras sin asfaltar VIZIRET Sistema de gestión de mantenimiento una red de carreteras”, El principal objetivo describe el sistema VIZIRET y, en particular, el conocimiento sobre la calidad estructural y servicio del pavimento y el efecto del mantenimiento en estos. VIZIRET introduce un procedimiento que caracteriza y cuantifica la angustia y cuál es apropiado para la recopilación continua de datos. Y concluye VIZIRET es un complemento esencial para HDM. A diferencia de la medida el IRI que ha sido objeto de un procedimiento operativo, el modelo HDM no proporciona información sobre cómo realizar el examen visual. VIZIRET ofrece un método de lectura en degradación continua adaptada al tamaño red y la precisión de la deseada, con una tecla para cambiar a datos de entrada HDM: existe complementariedad entre dos herramientas de gestión.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Según Cárdenas (2012), realizó una investigación sobre estudio comparativo de metodologías de relevamiento de fallas en caminos no pavimentados se utilizó metodología descriptiva a través de la investigación bibliográfica, y aplicativa en el campo, relacionando con el comportamiento de la superficie de caminos no pavimentados con la finalidad de determinar los métodos que se aplican para el relevamiento de las diferentes tipologías de fallas, particularmente de países similares al nuestro. Tomar las fallas más representativas presentes en la vía no pavimentada mediante un recorrido de esta y así medir y analizar el grado de deterioro según cada manual, es decir la intensidad, magnitud y severidad. El objetivo principal fue Establecer, comparar, determinar y analizar los métodos existentes de evaluación de fallas típicas y su clasificación que presentan los manuales de caminos rurales no pavimentados de diferentes países para compararlos con el de Perú, determinar las bondades y dificultades de cada metodología. Llegando a la conclusión que las metodologías de los manuales estudiados describen en su mayoría, una metodología visual, en tanto el manual unsurfaced road maintenance management (URCI), también describe una metodología aplicativa en el campo, por lo que esta metodología es más

objetiva que las demás. Otro punto importante es que la mayoría de manuales estudiados describen una metodología que es netamente para caminos con afirmado, en tanto los manuales, pasar manual unimprovet roads, pavement manage systems y unsurfaced road maintenance management (URCI), describen una metodología para caminos de terreno natural y afirmado, los cuales son de mucha ayuda para un relevamiento de fallas en las vías no pavimentadas de nuestro país. No todos los manuales cuentan con un índice de condición de caminos no pavimentados, en tanto unsurfaced road maintenance management (URCI), si cuenta con un índice de condición, que es la escala URCI, que tiene como rango de 0-100, que clasifica de excelente a fallo.

Según Urano & Vargas (2019), realizó una investigación sobre el estado de condición de una carretera no pavimentada y los tipos de intervención, aplicando MTC, URCI, TMH-12 de la ruta LM -580 su metodología fue descriptivo, porque describe los Métodos MTC, URCI y TMH-12, donde mencionan las evaluaciones de los tipos de fallas, la severidad y magnitud con el fin de obtener la intervención de una carretera no pavimentada. Estos manuales sirven como apoyo en aclarar los conceptos, análisis e interpretación y comparación en la investigación para determinar el tipo de intervención. El objetivo principal fue Analizar los métodos MTC, URCI y TMH-12 para determinar el estado de condición de la carretera no pavimentada y el método más simple para establecer el tipo de intervención de la ruta vecinal LM-580. Llegando a la conclusión que el método URCI es más sencillo y práctico de aplicar en una carretera no pavimentada, dado que es precisa y considera las fallas más relevantes con sus niveles de severidad a diferencia de los otros métodos. El Método MTC no considera todos los tipos de fallas como lo hemos evaluado y se corrobora con Cárdenas (2012- Perú). El método URCI considera 7 tipos de fallas para su evaluación en una carretera no pavimentada, a diferencia del método MTC quien considera solo 6 tipos de fallas, de las cuales se llegó a concluir que el método URCI considera las fallas más relevantes y el MTC omite algunas fallas como el agregado suelto y polvo. El método TMH-12 Sudáfrica considera 9 tipos de fallas sin embargo su forma de evaluación es visual y esto puede generar errores en su análisis e interpretación de datos.

Según Alatta & Izaguirre (2019), realizó una investigación sobre evaluación de la condición de servicio de las vías vecinales y propuesta de inclusión de sus estándares de conservación al manual de conservación del MTC su metodología es aplicada, mixta, descriptiva y correlacional, ya que el objetivo es evaluar la condición de servicio de las vías vecinales para proponer los estándares de conservación correlacionándose así la variable dependiente e independiente. El objetivo principal de esta investigación es Evaluar la condición de servicio de las vías vecinales a fin de proponer la inclusión de los estándares de conservación en el manual de conservación del MTC. Llegando a la conclusión que la metodología del manual del MTC nos brinda hojas de Excel para simplificar la determinación de su condición vial, pero a su vez cuenta con pocos criterios para la identificación de las fallas presentadas en las vías de estudio. Por su parte el manual del URCI nos da un grupo más amplio de tipos de fallas y el nivel de severidad que estas vías sufren, dando una apreciación más objetiva con respecto al manual del MTC. El manual del MTC nos da como resultado que la vía se encuentra en un estado bueno, al igual que con el manual URCI, en ambos casos tenemos como política de mantenimiento rutinario, teniendo así una similitud en ambos casos.

Según Sánchez (2018), realizó una investigación sobre la evaluación de la condición superficial de la carretera no pavimentada el milagro – el zapote mediante dos técnicas unsurfaced road maintenance management (manejo de mantenimiento de caminos sin pavimentar) y conservación vial, provincia de Utcubamba, 2018. En su desarrollo el autor sostiene que, al obtener el índice de condición superficial de la vía, lo que le lleva a determinar una técnica de mayor discreción para obtener la condición superficial de una carretera no pavimentada. Esta técnica de inspección de fallas fue aplicada en el estudio de la carretera no pavimentada El Milagro-El Zapote, cuya longitud aproximada es de 3.7 km a nivel de afirmado, en esta vía se visualizó los diferentes tipos de fallas. Llega a la conclusión Las características más relevantes de las técnicas usadas son: en Conservación vial, es de inspección visual, subjetivo, debido a que depende de la experiencia y preparación del inspector de fallas, con una zona de estudio

categorizada por seis fallas, específicamente, deformación, erosión, baches, Encalaminado, lodazal y cruce de agua. En cuanto a Unsurfaced Road Maintenance Management (Manejo de mantenimiento de camino sin pavimentar), es de inspección visual, objetivo, por su descripción y procesamiento de datos detallado para cada falla, con un área de estudio o unidad de muestra donde se puede encontrar siete fallas clasificado de la siguiente manera; sección transversal incorrecta, drenaje inadecuado, ondulaciones, polvo, baches, surcos, agregado suelto.

Según Meza (2020), realizó una investigación sobre Análisis comparativo de fallas en las vías no pavimentadas con las metodologías de mantenimiento o conservación vial (MTC) y Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI) para calificación de índice de condición en la Provincia y Departamento de Pasco - 2019 su metodología estudio basado en una investigación Descriptiva – No Experimental, que parte del uso comparativo de ambos manuales, con el objetivo de definir la metodología con el criterio técnico superior recomendable a usar asimismo esta la importancia de conocer la condición en la que se encuentra la vía departamental PA -105, que comprende los centros poblados: Pariamarca (Yanacancha), Cuchihain – Yanacachi y Huanca (Ticlacayan). Llegando a la conclusión que el hecho de que existe similitudes y diferencias entre las fallas entre una y otra metodología de los cuales, se observa al URCI con lineamientos sobre una técnica mejor elaborada, mientras que el manual del MTC tiene vacíos en su argumento.

Según Salazar & Sanchez (2020), realizó una investigación sobre Propuesta de plan de intervención vial como modelo de gestión en hoja de cálculo Excel, aplicando metodologías de relevamiento de fallas en caminos vecinales su metodología de tipo aplicada, de enfoque cualitativo y descriptivo, como objetivo fue determinar un modelo de gestión a fin de implementar un plan de intervención vial en hoja de cálculo Excel, aplicando metodologías de estado de condición en caminos vecinales. Llegando a la conclusión que los tres métodos consideran los mismos tipos de fallas, la clasificación de niveles de severidad difiere por categorías de profundidad, las unidades de medición son similares en los 3 métodos, el

índice de condición de la vía difiere en sus rangos en los métodos TMH- 12 y Paser Manual Wisconsin (estado regular – malo), sin embargo la metodología que difiere en índice de condición es el URCI dando como resultado un estado de Regular con un valor de 55.5, considerando estas características, se establece una metodología objetiva para la inspección de deterioros, que en este caso el método Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI) precisa y detalla con mayor criterio el estado de condición del camino no pavimentado.

Según Callapiña & Rios (2020), realizó una investigación sobre su 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, como objetivo fue proponer una guía de falla a nivel de suelo nativo para determinar el índice de condición de las trochas en carreteras. Llegando a la conclusión Las metodologías URCI y del MTC considera solo las fallas a nivel de afirmado razón por la cual no considera algunas fallas que si las toma en cuenta TMH-12. Por ejemplo, piedras, raíces, etc, Todas las metodologías a excepción del método URCI, evalúan de forma Visual y subjetiva.

Según Antiquipa & Rosalino (2018), realizó una investigación sobre Propuesta de nuevos parámetros de calidad del afirmado en carreteras no pavimentadas del Perú según las normas del MTC con el fin de mejorar la servicialidad usando las propuestas de USA, Australia, Sudáfrica. Cuyo objetivo principal fue el de proponer parámetros de calidad del afirmado de carreteras no pavimentadas del Perú según la Norma MTC con el fin de mejorar su servicialidad, usando las propuestas de USA, Sudáfrica, Australia. Se utilizó una metodología descriptiva correlacional. Llegando a la conclusión que la diferencia de otros tipos de metodología, esta es más objetiva para relevamiento de fallas de serviciabilidad, ya que posee o tiene al componente primordial y principal del sistema de la evaluación de manejo que el URCI.

2.2. Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1. Gestión del patrimonio vial.

Es el conjunto de operaciones cuyo objetivo es conservar las condiciones estructurales y de servicio de una carretera tomando en cuenta el ciclo de vida de la misma.

La gestión de patrimonio vial se inicia con el inventario vial de acuerdo con el tipo de carretera, estado de condición de la superficie de rodadura y drenaje, así como los elementos de seguridad. El objetivo final es conservar la inversión dándole el mantenimiento adecuado de forma oportuna.

2.2.2. Carreteras no pavimentadas

AASHTO (1993) en la parte 2 en el capítulo 4 de pavimentos de carreteras de bajo volumen se dividen en 3 categorías: pavimentos flexibles, rígidos y de superficie de agregados, para los caminos de superficie de agregados el nivel máximo de tráfico considerado es de 100,000. La base a trata el efecto de los cambios de humedad estacionales en el módulo resiliente del suelo de la capa de rodadura de la carretera, es la misma para el diseño de carreteras de superficie agregada. Para carreteras de superficie agregada se requiere una solución gráfica. Es importante tener en cuenta que el módulo efectivo del suelo de la capa de rodadura de la carretera.

Según el manual técnico de mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentada (2006) define como una carretera no pavimentada que es un camino con una capa de rodadura conformada por una estructura de agregados pétreos o material granular. En general, los materiales de afirmado o simplemente “afirmados”, pueden ser de dos tipos, según las características del material del pétreo:

- Caminos cuya capa de rodadura está constituida por agregados pétreos naturales provenientes de canteras o de excedentes de excavaciones (gravas, cantos rodados, etc.) y donde los materiales que la componen se ajustan a determinadas especificaciones técnicas en relación con su tamaño, su composición granulométrica, su resistencia y su calidad de finos.

- Caminos cuya capa de rodadura está constituida por agregados pétreos naturales provenientes de canteras previamente conocidas o de excedentes de excavaciones (gravas, cantos rodados, etc.) y donde los materiales que la componen se ajustan a determinadas especificaciones sólo en relación con su tamaño.

Según el glosario de términos del MTC se define carretera no pavimentada, a una vía cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

- Clasificación de las carreteras no pavimentadas

EL capítulo XI del manual de carreteras suelo, geología y pavimentos indica que las carreteras no pavimentadas pueden ser clasificadas como:

- a) Carreteras de tierra: la capa de rodadura está constituida por el suelo natural y además se aplica un mejoramiento con grava.
- b) Carreteras de grava: la capa de rodadura está constituida con un revestimiento de origen granular que es seleccionado manualmente o por cribado. Su tamaño máximo es de 75 mm.
- c) Carreteras afirmadas: la capa de rodadura está constituida por materiales granulares que son explotados de canteras que se ajustan a determinadas especificaciones técnicas en relación a su tamaño, composición granulométrica, resistencia y calidad de finos.
- d) Carreteras con superficie de rodadura tratada con material industrial:
 - d.1 Afirmados con superficie tratada para el control de polvo, con materiales como: cloruros, aditivos, productos asfálticos (imprimación reforzada o diferentes tipos de sello asfáltico), cemento, cal u otros estabilizadores químicos.
 - d.2 Suelos naturales estabilizados con: emulsión asfáltica, cemento, cal, cloruros, geosintéticos y otros aditivos que mejoren las propiedades del suelo.

Elementos de las carreteras no pavimentadas

Los elementos que conforman una carretera no pavimentada son:

- 1) Superficie de rodadura
- 2) Las obras de drenaje y subdrenaje

- 3) El derecho de vía
- 4) Las obras de arte
- 5) La señalización y los elementos de seguridad vial

De estos elementos vamos a tratar exclusivamente 1 y 2:

1. Superficie de rodadura: es la capa que funciona para la circulación de los vehículos. Estas son las encargadas de soportar las cargas del tráfico y el correcto drenaje de la vía (bombeo entre el 2% y 4%).
2. Obras de drenaje: impide que el agua se infiltre a las capas inferiores de la vía, que puede generar daños estructurales y superficiales. Los componentes del sistema de drenaje son: bombeo de la vía, cuentas, zanjas de coronación, drenes, etc.

2.2.3. Ciclo de vida de las vías no pavimentadas

Las carreteras no pavimentadas están conformadas por una superficie de rodadura de terreno natural o capa de material granular, expuesta a las condiciones climatológicas, la geometría condicionada por la topografía y la acción del tráfico por lo cual el nivel de daño que pueda presentar dependerá de muchos factores a veces fuera de control como es el clima. Las fallas que presentan este tipo de carreteras estarán en función de las características de la superficie de rodadura.

Como ya se ha mencionado los deterioros en las vías no pavimentadas se dan principalmente por la acción del tráfico y efectos del agua- estos dan lugar a la progresión del desgaste y la disminución del tránsito por la vía. Por esta razón se deben realizar medidas de intervención a tiempo y regulares para cumplir con el periodo de vida útil y no llegar a etapas de reconstrucción antes de tiempo (Becerra Delgado & Sanchez Reinoso , 2018).

El ciclo de deterioro de las vías no pavimentadas consta de cuatro fases:

Fase A: Construcción. - Se encuentra en excelentes condiciones y para los usuarios no presenta ninguna incomodidad.

Fase B: Deterioro lento y visible. - Después de un tiempo la vía se va desgastando, donde se evidencia de manera clara el deterioro de la superficie de rodadura. La vía se encuentra en buen estado.

Fase C: Deterioro acelerado. - La carretera presenta además de un visible desgaste en la superficie de rodadura, afecciones en los demás elementos. Es una etapa de corta duración.

Fase D: Descomposición total. - Los usuarios tienen gran dificultad para transitar. La capacidad de la vía se ve reducida y afecta a los neumáticos, eje, etc. de los vehículos.

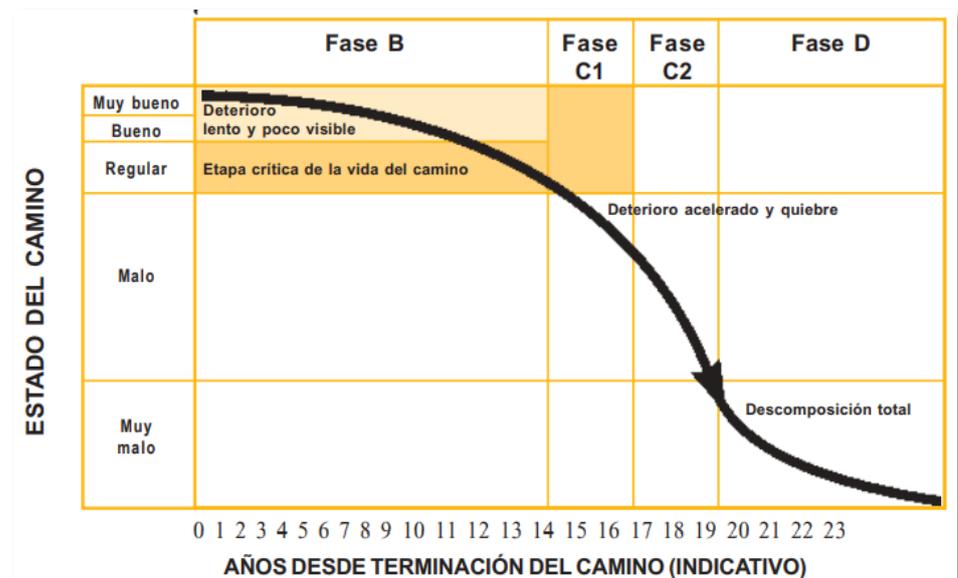


Figura N°1: Condición de la vía sin mantenimiento

Fuente: Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas (2003)

Las carreteras una vez construidas están sujetas a la acción del tráfico y a las condiciones meteorológicas por lo tanto se presentan fallas como:

- Pérdida de agregados.
- Polvo.
- Huecos.
- Baches.
- Encalaminado.
- Ahuellamiento.
- Cunetas deterioradas.
- Desestabilización.
- Deterioro de señales.

Estas fallas se cuantifican en base a un método, determinando el estado de condición esto va a depender de la consideración de ciertas fallas que se puedan presentar según el tipo de superficie de rodadura también de la

magnitud, severidad y cantidad de las fallas que se encuentren donde se clasificaran en: bueno, regular y malo.

Existen diversas metodologías para carreteras no pavimentadas como:

- PASER
- TMH-12
- VIZIRET
- URCI
- MTC, etc.

La metodología VIZIRET es la base para el método MTC y en el Perú se utilizan las metodologías MTC y URCI por lo cual estudiaremos estas tres.

2.2.4. Metodología de evaluación visual.

Actualmente en el Perú se utiliza la metodología MTC, URCI y se conoce la metodología VIZIRET por lo cual vamos a tratar cada una de ellas.

VIZIRET

Según INVIAS, (2016) VIZIRET es un método desarrollado por el LCPC como resultado de investigaciones en varios países tropicales del África, destinado a determinar la condición de una vía en afirmado a partir de la inspección visual de su superficie.

Según Bceom, (2009) El método VIZIRET utiliza el mismo principio que el método VIZIR. Aplica a caminos de tierra. Identifica tipos de fallas, El nivel de gravedad (1 a 3) y magnitud o rango.

Clasificación de las fallas

Según INVIAS, (2016) dice que las fallas en el afirmado se deben clasificar en dos grandes familias: (1) estructurales y (2) relacionados con el manejo del agua y otras condiciones no estructurales. Un esquema con la composición de cada familia se muestra en la figura 2. De ellos, solamente los estructurales entran en el cálculo del índice de viabilidad (Iv).

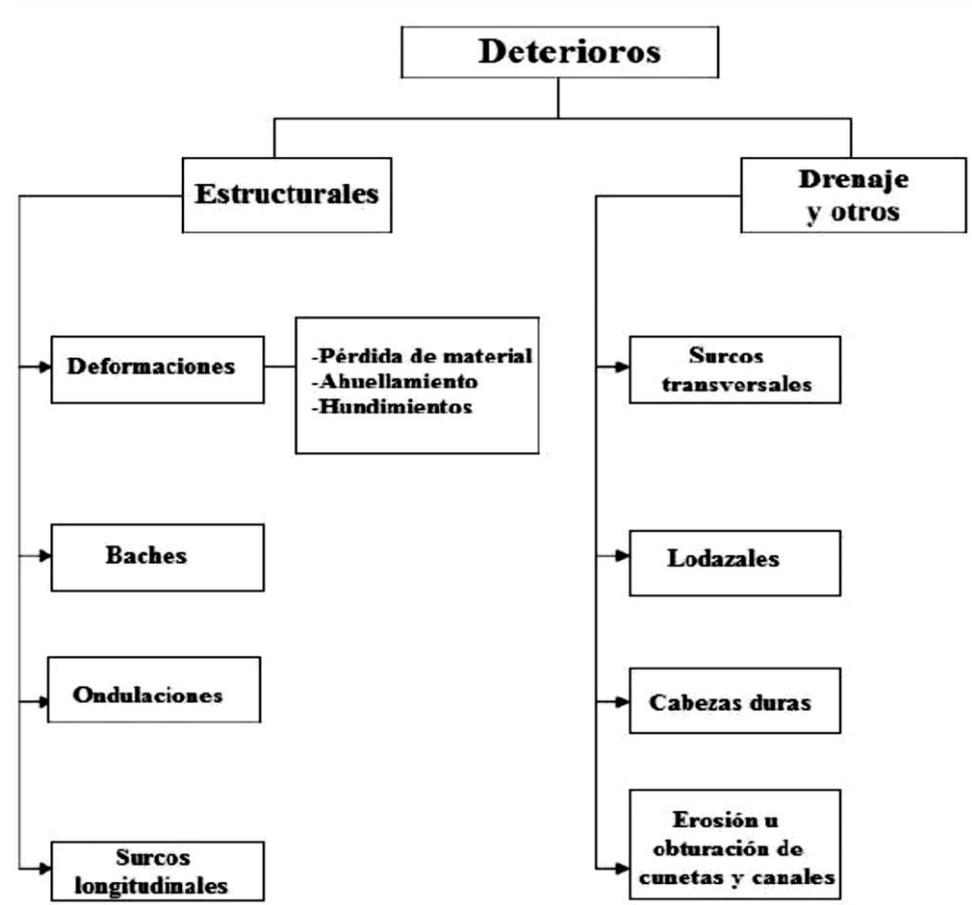


Figura N°2: Clasificación de las fallas de los afirmados

Fuente: INVIAS (2016)

A continuación, se describen los tipos de fallas estructurales:

a) Falla 1: Deformación.

Las deformaciones que se producen en los afirmados pueden tener tres orígenes: (1) pérdida de material (fenómeno conocido como pérdida de grava, el cual contribuye en la disminución del espesor de la capa), (2) ahuellamiento en las zonas de rodado y (3) hundimientos en el borde o en el interior de la calzada. (INVIAS, 2016)

La pérdida de grava: consiste en la desaparición de las partículas gruesas de la superficie, como consecuencia de las agresiones sufridas por el afirmado, incluyendo algunas operaciones de mantenimiento (Figura N°3). Su velocidad de evolución es variable dependiendo de la región, el clima, los materiales de construcción, la intensidad del tránsito y la topografía. Se produce todo el año, pero se acentúa en la época lluviosa. En la época seca se forman nubes de polvo desprendido,

las que reducen la visibilidad comprometiendo la seguridad en la circulación y afectando notoriamente la comodidad y la salud de los vecinos en la vía. (INVIAS, 2016)



Figura N°3: Pérdida de grava

Fuente: INVIAS (2016)

Ahuellamiento: un deterioro atribuible al tránsito en las calzadas afirmadas. Proviene de los esfuerzos producidos por las ruedas de los vehículos, siendo más marcado cuanto más pesado y canalizado es el tránsito (figura N°4). En la estación seca produce el desplazamiento lateral de los materiales poco cohesivos, mientras que en la húmeda se puede producir una pérdida de estabilidad del afirmado o del suelo de soporte. Este deterioro afecta notoriamente la seguridad de los usuarios, por cuanto dificulta los desplazamientos laterales y amplifica su desarrollo.



Figura N°4: Ahuellamiento

Fuente: BCEOM (2009)

Hundimiento: se puede deber a asentamientos diferenciales, a la baja capacidad portante o al colapso del suelo de soporte, produce el estancamiento de agua en la superficie y el reblandecimiento del cuerpo de la calzada. La falta de atención oportuna a este problema trae como consecuencia la formación de baches y lodazales.



Figura N°5: Hundimiento y Ahuellamiento

Fuente: BCEOM (2009)

Causas probables.

La pérdida de material puede provenir de:

- Intensidad del tráfico.
- La abundancia de precipitaciones.
- Drenaje insuficiente.
- Pendientes demasiado pronunciadas en perfil longitudinal y transversal.
- La desecación de materiales en épocas de sequía.

La formación de ahuellamiento puede deberse a demasiada humedad en las capas inferiores.

El hundimiento puede ser causado por un cuerpo insuficiente del pavimento o del suelo apoyo o mal drenaje (Bceom, 2009).

Nivel de Gravedad.

- Severidad 1: deformaciones con profundidad menor a 5 cm bajo la regla de 1,50 metro.
- Severidad 2: deformaciones con profundidad de 5 a 10 cm bajo la regla de 1,50 metro.

- Severidad 3: deformaciones con profundidad mayor a 10 cm bajo la regla de 1,50 metros.

En cuanto a la pérdida de material, el nivel de severidad se puede estimar mediante observando la nube de polvo:

- Severidad 1: el polvo débil se eleva y se disipa rápidamente, lo que no molesta a un usuario en coche.
- Severidad 2: levantamiento de polvo persistente, que alcanza la altura de un hombre y obstruir completamente la visibilidad de un peatón o un ciclista.
- Severidad 3: falta total de visibilidad para el conductor de un vehículo de motor.

b) Falla 2: Baches.

El bache es una cavidad circular que se produce en la calzada y resulta de la salida de materiales.

Para caminos de tierra, el bache se considera degradación. estructural, ya que se propaga rápidamente por el cuerpo del pavimento (Bceom, 2009).

En los caminos no revestidos los baches se consideran un desorden estructural, y como la capa de base es la misma de rodamiento, se propagan a gran velocidad a través del espesor de la estructura. (INVIAS, 2016)

Causas probables.

El bache puede provenir de deformaciones encontradas en la carretera: surcos, flacidez, hierro corrugado. También puede ser la causa de una mala compactación. (Bceom, 2009)

Nivel de Gravedad.

El nivel de gravedad generalmente se considera en una longitud de pavimento de 50 metros.

- Severidad 1: Número bajo y tamaño pequeño, menos de 5 baches de diámetro. menos de 50 cm.

- Severidad 2: Gran cantidad o gran tamaño, entre 5 y 20 baches de diámetro inferior a 50 cm, o inferior a 5 baches de diámetro mayor de 1 metro.
- Severidad 3: Número y tamaño que justifica la reconstrucción, más de 20 baches menos de 50 cm de diámetro o más de 5 baches de diámetro mayor de 1 metro.



Figura N°6: Bache gravedad 1

Fuente: BCEOM (2009)



Figura N°7: Bache gravedad 2

Fuente: BCEOM (2009)



Figura N°8: Bache gravedad 3

Fuente: BCEOM (2009)

El número y las dimensiones de los baches se deben estimar, más que definir con precisión. La siguiente clasificación puede servir de base para dicha estimación:

- Nivel 1: Menos de 5 baches de diámetro menor de 0.50 m en una sección de 100m.
 - Nivel 2: Entre 5 y 20 baches de diámetro menor de 0.50 m en una sección de 100m o menos de 5 con diámetro mayor de 1 m.
 - Nivel 3: Más de 20 baches de diámetro menor de 0.50 m en una sección de 100 m o más de 5 con diámetro mayor de 1m.
- c) Falla3: ondulaciones

Consisten en la reordenación de la superficie del afirmado en ondas paralelas orientadas perpendicularmente al sentido del tránsito. Suelen ocupar todo el ancho de la vía y presentan una longitud de onda que varía entre 300 y 500 mm en calzadas arenosas y entre 600 y 1000 mm en calzadas con alto contenido de grava. Se ha encontrado que el defecto se inicia a partir de alguna desigualdad de la superficie y que la frecuencia de la vibración de la masa no suspendida de los vehículos, combinada con su velocidad de avance y la presión de contacto de los neumáticos, determina la longitud de onda.

Aunque su origen esté ligado a la naturaleza del material y no al espesor de la capa, el método lo trata como un deterioro estructural por sus

consecuencias, en el sentido de que el espesor del afirmado se ve disminuido en los valles de las ondulaciones. (INVIAS, 2016)

Causas Probables.

Las ondulaciones provienen de:

- Cohesión insuficiente del material de la superficie.
- La alta velocidad de los vehículos en la carretera.
- Agresividad del tráfico.
- Un defecto de plasticidad en el material utilizado para la capa de uso.

Nivel de Gravedad.

- Severidad 1: onda sinusoidal inferior a 2 cm.
- Severidad 2: onda sinusoidal entre 2 y 5 cm.
- Severidad 3: onda sinusoidal superior a 5 cm.



Figura N°8: Ondulación gravedad 1

Fuente: BCEOM (2009)

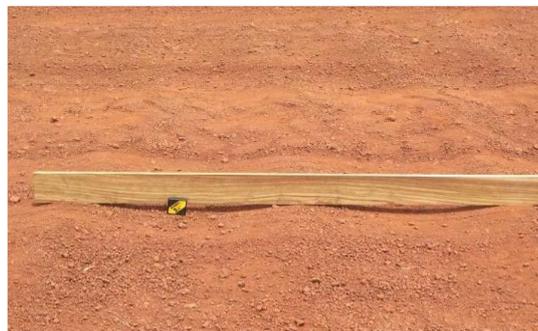


Figura N°9: Ondulación gravedad 2

Fuente: BCEOM (2009)

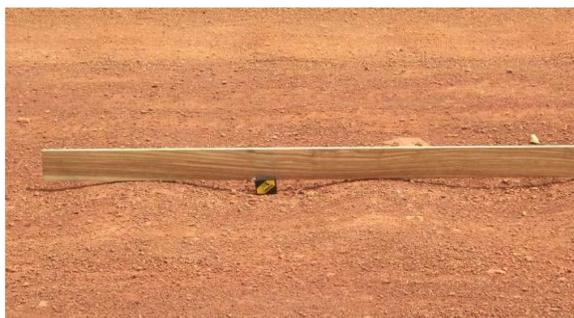


Figura N°10: Ondulación gravedad 3

Fuente: BCEOM (2009)

d) Falla 4: Surco longitudinal

Son el resultado del agua que fluye por el centro o los costados de la calzada, en lugar de producirse por las cunetas. La intensidad del deterioro depende de la cantidad de agua involucrada y de la velocidad de los cursos de agua que se forman. (INVIAS, 2016)

Aunque se trata de un problema funcional y no estructural, el método lo considera una degradación estructural porque se puede traducir en una erosión profunda del afirmado que hace que su reparación exija tanto una puesta a punto de las cunetas como la recuperación del perfil a lo largo del camino.

Nivel de Gravedad.

Severidad 1: profundidad del surco inferior a 5 cm.

Severidad 2: profundidad del surco que varía de 5 a 10 cm.

Severidad 3: profundidad del surco superior a 10 cm



Figura N°11: Gravedad 3 surco Transversal y Longitudinal

Fuente: BCEOM (2009)



Figura N°12: Gravedad 3 surco longitudinal

Fuente: BCEOM (2009)

Tabla N°2: Fallas estructurales

Falla	Nivel de gravedad			Causas probables de la falla
	1	2	3	
Deformación	F < 5cm	5cm < F < 10cm	F > 10cm	Intensidad del tráfico, abundancia de precipitaciones, drenaje insuficiente, pendientes longitudinales y demasiado fuerte, desecación de materiales.
Baches	Nbre < 5 et diam. < 50 cm	5 < Número < 20 y diám.cm o No. < 5 y diam.> 1metro	Número > 20 y diam. < 50 cm o Número > 5 nidos y diam.> 1 metro	Degradación por deformación, mala
Ondulaciones	ondulada sinusoidal < 2 cm.	2cm < ondulada sinusoidal < 5 cm	ondulada sinusoidal > 5 cm.	Cohesión insuficiente del material de la superficie, alta velocidad de los vehículos en la carretera, agresividad del tráfico, falta de plasticidad de material utilizado para la capa de uso.
Surcos Longitudinales	Prof.<5 cm	5cm < Prof.<10cm	Prof. > 10 cm	Flujo de agua de lluvia, engendrado.

Fuente: BCEOM (2009)

Ahora describiremos los tipos de fallas de drenaje:

a) Falla 1: Surco transversales:

Son hundimientos formados por aguas superficiales que atraviesan la calzada de un lado a otro. Se pueden originar por la falta de una tubería en un punto bajo del camino, por una tubería rota o una cuneta obstruida que obliga al agua a buscar otro camino siguiendo la línea de mayor pendiente

Causas Probables.

Las zanjas bloqueadas o las estructuras hidráulicas bloqueadas o rotas pueden provocar la aparición de los surcos transversales.

Nivel de Gravedad.

La severidad de la poligonal no está cuantificada.



Figura N°13: surco transversal

Fuente: BCEOM (2009)

b) Falla 2: Lodazales

Constituyen zonas localizadas de la calzada completamente destruidas por la acción del agua y del tránsito. Su gravedad se puede expresar en términos de la dificultad que se experimenta para salvarlos, pero, como en el caso de los surcos transversales, el nivel de gravedad resulta menos importante que su misma existencia y su extensión. Un lodazal de pocos metros de longitud se puede superar con un desvío o algunas medidas relacionadas con el drenaje, mientras que uno de varios kilómetros muy seguramente solo se soluciona con una elevación

general de la rasante y/o un cambio en la naturaleza de los materiales del afirmado. (INVIAS, 2016)

Causas Probables.

Los lodazales son causados por el efecto del agua y el tráfico.

Nivel de Gravedad.

No se cuantifica la gravedad del atolladero. Se anota la ubicación y el alcance de la degradación.



Figura N°14: Lodazal VIZIRET

Fuente: BCEOM (2009)

c) Falla 3: Cabeza dura.

La cabeza dura es la aparición de piedras en la superficie del pavimento.

Causas Probables.

La cabeza dura se producen como resultado del desgaste de la capa de rodadura causado por tráfico y / o erosión.

Nivel de Gravedad.

No se cuantifica la gravedad de la cabeza dura.



Figura N°15: Cabeza dura

Fuente: BCEOM (2009)

d) Falla 4: Erosión u obstrucción de cunetas.

La erosión es el resultado del desprendimiento y transporte de los materiales constitutivos de los canales y cunetas, producido por el agua que fluye por la superficie.

Causas Probables.

La erosión de las zanjas puede resultar de:

- Una pendiente demasiado empinada o un terreno poco cohesivo.
- Falta de mantenimiento.

El relleno de las acequias proviene de:

- Limpieza deficiente o falta de limpieza.
- Llenado de la zanja por los residentes locales para facilitar el cruce.
- La presencia de vegetación (ramas de árboles), especialmente durante la temporada de lluvias.

Nivel de Gravedad.

- Severidad 1: zanja completamente funcional, no se observaron daños.
- Severidad 2: erosión o presencia de materiales en la zanja.
- Severidad 3: zanja no funcional, totalmente destruida o bloqueada.



Figura N°16: Erosión longitudinal

Fuente: BCEOM (2009)

Tabla N°3: Falla de Drenaje

Falla	Nivel de gravedad			Causas probables de la falla
	1	2	3	
Surco transversal	Sin nivel de gravedad. Indicación de ubicación y extensión.			Zanjas bloqueadas, estructuras hidráulicas
Lodazales	Sin nivel de gravedad. Indicación de ubicación y extensión.			bloqueadas o rotas. Trafico y agua
Cabeza dura	Sin nivel de gravedad. Indicación de ubicación y extensión.			Trafico y erosión
Erosión u obturación de cunetas y canales	Zanja completamente funcional, sin daños observados	Erosión o presencia de material en la zanja	Zanja no funcional, totalmente destruido u obstruido	Pendiente demasiado pronunciada de las caras laterales con suelo poco cohesivo, falta de mantenimiento - deficiente o falta de limpieza, llenado de la zanja por los vecinos, presencia de vegetación.

Fuente: BCEOM (2009)

Unidad muestra

Según el manual de mantenimiento de carreteras Invias (2016) el proceso Para cada sección de 100 m se califica la condición superficial de la capa de rodadura, considerando cada tipo de deterioro o falla según el nivel de gravedad de dicho tipo y su clase de extensión.

Estado de condición

El estado de condición va a depender o está relacionado con el tipo de manteamiento a realizar esta relación entre los niveles de gravedad y la naturaleza de los trabajos se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N°4: Relación con el tipo de mantenimiento

Nivel 0	Ausencia de deterioro	Monitoreo y mantenimiento básico
Nivel 1	Degradación leve y poco sensible a los usuarios	Perfilado ligero con o sin bacheo
Nivel 2	Degradación constante y sensible a los usuarios	Perfilado pesado con o sin bacheo
Nivel 3	Degradación muy importante	Recarga de grava o reconstrucción

Fuente: INVIAS (2016)

Mantenimiento básico: Labor manual o poco mecanizada de la vía y sus elementos auxiliares: reparaciones puntuales mediante la replicación localizada de grava débilmente compacta (con pisón o con algunas pasadas de un vehículo), la restauración de los desagües (desobstrucción de cunetas, limpieza de dispositivos de drenaje), la limpieza de bermas, etc. (INVIAS, 2016)

Perfilado ligero: Operación mecanizada que consiste en nivelar la superficie del camino rebajándola ligeramente con una motoniveladora o una hoja niveladora remolcada (figura 18), con el fin de controlar las asperezas y las deformaciones leves. No incluye aporte de material ni compactación. (INVIAS, 2016)



Figura N°18: Hoja niveladora remolcada

Fuente: INVIAS (2016)

Perfilado pesado: Operación mecanizada que recupera la sección transversal y la rasante de la calzada mediante la escarificación, el humedecimiento y la compactación de material de afirmado existente. La operación de perfilado pesado es impracticable en afirmados cuyo espesor sea inferior a 75mm. (INVIAS, 2016)

Recarga de grava: Operación muy parecida a la precedente, pero con aporte de material para establecer (o superar) el espesor inicial del afirmado. Es conveniente restituir el nivel de la superficie existente antes de colocar el material de recarga, para evitar la posibilidad de que las deformaciones existentes se reflejen en la nueva superficie. (INVIAS, 2016)

La recarga se aplica cuando el material del afirmado se ha desgastado por la acción del tránsito, por los perfilados periódicos por la erosión causada por las aguas superficiales y por la dispersión de polvo provocada por el viento, dejando expuesta la subrasante, en particular donde existen ondulaciones, deformaciones y baches. (INVIAS, 2016)

Reconstrucción: Consiste en el reemplazo total o parcial del afirmado existente para mejorar su capacidad estructural, adoptándolo a las necesidades del tránsito futuro. Esta operación puede implicar la modificación de la rasante o, inclusive, de alimento del camino. (INVIAS, 2016)

Para la obtención del formato de medición de inspección visual se tuvo dificultad para poder conseguirlo ya que no se encuentra en la página web de Invias Colombia correspondiente por lo que se tomó como referencia de investigación realizadas en dicho país.

Se muestra el formato de inspección, se puede obtener el índice de condición donde el índice es igual al valor correspondiente nivel más alto de los deterioros detectado en la vía, evaluada cada 100 metros.

**FORMATO B.2 RESUMEN DETERIOROS DEL TIPO "A" EN PAVIMENTOS DE AFIRMADO PARA CARRETERAS TERCIARIAS
POR SECCIÓN 100 m**



Nombre de la carretera: _____ Proyecto: _____

Código de la carretera: _____ Elaboró: _____ Fecha(dd/mm/aa):

PR: _____ al PR _____ Aprobó: _____ Fecha(dd/mm/aa): Hoja: _____ de: _____

PR		Longitud de Muestreo (m)	Ancho de calzada (m)	deformaciones												baches			ondulaciones			surcos longitudinales			Iv
DE	HASTA			DPM			DA			DH															
				Long (m)	Deterioro %	G	Long (cm)	Long (m)	Deterioro %	G	Long (cm)	Long (m)	Deterioro %	G	Long (cm)	Long (m)	Deterioro %	G	Long (cm)	Long (m)	Deterioro %	G			
0+000	0+0100	100																							
0+0100	0+0200	100																							
0+0200	0+0300	100																							
0+0300	0+0400	100																							
0+0400	0+0500	100																							
0+0500	0+0600	100																							
0+0600	0+0700	100																							
0+0700	0+0800	100																							
0+0800	0+0900	100																							
0+0900	0+1000	100																							
0+1000	1+0055	55																							
1+0055	1+0155	100																							
		100																							
		100																							
		100																							
		100																							
		100																							
		100																							

DPM: Deformación perdida de materiales DA: Deformación de Ahuellamiento DH: Deformación de hundimientos SL: Surcos longitudinales G:Gravedad Iv:Indice de viabilidad

Figura N° 19: Formato VIZIRET B2

Fuente: TORRES & TORRES (2018)

En el caso de los deterioros de drenaje no se incluyen para el indice de viabilidad o condición, pero si se anexan en el siguiente formato para solo analizar el nivel de gravedad.

FORMATO B.3 RESUMEN DETERIOROS DEL TIPO "B" EN PAVIMENTOS DE AFIRMADO PARA CARRETERAS TERCIARIAS											
POR SECCIÓN 100 m											
Nombre de la carretera:						Proyecto:					
Código de la carretera:						Elaboró:					
PR:		al PR		Aprobó:							
PR		Longitud de Muestreo (m)	Ancho de calzada (m)	SURCO TRASVERSAL		LODAZAL		CABEZA DURA		E. U O. DE CUNETAS Y CANALES	
DE	HASTA			Long (m)	C	Long (m)	C	Long (m)	C	Long (m)	C
0+0000	0+0100	100									
0+0100	0+0200	100									
0+0200	0+0300	100									
0+0300	0+0400	100									
0+0400	0+0500	100									
0+0500	0+0600	100									
0+0600	0+0700	100									
0+0700	0+0800	100									
0+0800	0+0900	100									
0+0900	0+1000	100									
0+1000	1+0055	55									
1+0055	1+0155	100									
		100									
		100									
		100									
		100									
		100									
SURCO TRASVERSAL ; LODAZAL; CABEZA DURA ; EROSION U OBTURACION DE CUNETAS Y CANALES											



Figura N°20: Formato VIZIRET B3

Fuente: TORRES & TORRES (2018)

Metodología MTC

Según el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, la identidad responsable y apta es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en dar el cumplimiento a las normas de gestión de infraestructura en el Perú, donde el manual de mantenimiento o conservación vial forma parte de la estructura del manual de carreteras, siendo establecida y aprobada por el decreto supremo N° 034 – 2008 – del ministerio de transporte y comunicación – MTC, quien forma parte de los documentos técnicos normativos y obligatorios a nivel nacional por parte de las identidades responsables de la gestión de la infraestructura vial en los tres niveles de gobierno, nacional, regional y local.

En el pasado Perú ha tenido muchas limitaciones a nivel de infraestructura vial, una de ellas es satisfacer las necesidades en la construcción de las mismas, puesto que estas han sido muy costosas y el presupuesto en ese entonces era limitado. En la actualidad también contamos con las necesidades en la conservación vial, por ende, se debe evaluar y analizar en brindar un buen servicio de mantenimiento, puesto que se genera una deficiencia en la parte de calidad estructural generándose el deterioro o la pérdida del patrimonio vial, por lo tanto, se va generar un problema.

Este tipo de problema hace que la población se limite generándose que las áreas rurales sean los más afectados, aumentando la pobreza. Lamentablemente las identidades involucradas a estas gestiones no realizan una adecuada inversión por lo que encontramos un gran problema en no contar con una adecuada infraestructura en vías de comunicación. (Págs. 12-20)

Clasificación de las fallas

El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, en el capítulo 4, “Aspectos conceptuales, niveles de servicio, inventario de condición”, menciona la clasificación de deterioro y el estado de condición de la carretera no pavimentada donde considera 6 tipos de fallas o deterioros, según su nivel de gravedad, siendo los siguientes: (Ver tabla N°5).

Tabla N°5: Fallas de las carreteras no pavimentadas

Código de daño	Deterioros/Fallas	Gravedad
1	Deformación	1.Huellas sensibles al usuario, pero < 5cm 2.Huellas entre 5cm y 10 cm 3.Huellas > 10cm
2	Erosión	1.Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm 2.Profundidad entre 5cm y 10 cm 3.Profundidad > 10cm
3	Baches (huecos)	1.Pueden repararse por conservación rutinaria 2.Se necesita una capa de material adicional 3.Se necesita una reconstrucción
4	Encalaminado	1.Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm 2.Profundidad entre 5cm y 10 cm
5 y 6	Lodazal y cruce de agua	1.Transitibilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia

Fuente: (Ministerio de transporte y comunicación, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial., 2014, pág. 74).

A continuación, se describen los tipos de deterioros / fallas:

a. Deterioro/Falla 1: Deformación

Este rubro incluye:

- El ahuellamiento debido a la deformación de la capa de grava y/o de la subrasante en las huellas del tráfico.
- El ahuellamiento debido al desgaste superficial en las huellas del tráfico.
- Los hundimientos localizados relacionados con la pérdida de capacidad de soporte de la subrasante.

Causas:

Esta falla puede provenir de las siguientes causas:

- Insuficiencia estructural acentuada por un volumen de tráfico excesivo

- Geometría de la carretera (curvas agudas aumentan el desgaste superficial)
- Clima y drenaje (un contenido de agua excesivo conlleva una reducción de la capacidad de soporte de la capa granular y de la subrasante).

Niveles de Gravedad:

- Huellas/hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm
- Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm
- Huellas/hundimientos ≥ 10 cm



Figura N°21: Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2014, pág. 75).



Figura N°22: Hundimientos entre 5 cm y 10 cm

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. (2014, pág. 76).



Figura N°23: Hundimientos ≥ 10 cm

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
(2014, pág. 76).

a. Deterioro/Falla 2: Erosión

Este rubro incluye los surcos erosivos creados por los escurrimientos de agua aproximadamente paralelos al eje de la carretera. Su gravedad resulta de la intensidad de los escurrimientos y del tipo del suelo (índice de plasticidad y granulometría).

Esta falla puede provenir de las siguientes causas:

- Topografía accidentada (fuertes pendientes y curvas aumentan la intensidad de los escurrimientos)
- Clima y drenaje (un drenaje deficiente favorece los escurrimientos sobre la superficie de la carretera).

Niveles de Gravedad:

- 1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm
- 2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm
- 3: Huellas/hundimientos ≥ 10 cm



Figura N°24: Gravedad 1: sensible al usuario, pero < 5 cm

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
(2014, pág. 77).



Figura N°25: Gravedad 2: profundidad entre 5 cm y 10

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
(2014, pág. 77).



Figura N°26: Gravedad 3: profundidad \geq 10 cm

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
(2014, pág. 78).

b. Deterioro/Falla 3: Baches (Huecos)

Los baches (huecos) resultan de aguas estancadas en la superficie de la carretera. El tráfico favorece su desarrollo. Generalmente, estorban a los vehículos cuando su tamaño alcanza el orden de 0.20 m. Su calificación estará de acuerdo con el tipo de medidas correctivas requeridas (mantenimiento rutinario, recapeo (regraba) no reconstrucción).

Esta falla puede provenir de las siguientes causas:

- Mal drenaje de la superficie de la carretera
- Clima y drenaje (un drenaje deficiente favorece las aguas estancadas sobre la superficie de la carretera).

Niveles de Gravedad:

1: Pueden repararse por mantenimiento rutinario

2: Necesita una capa de material adicional

3: Necesita una reconstrucción.



Figura N°27: Gravedad 1: pueden repararse por mantenimiento rutinario

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
(2014, pág. 79).



Figura N°28: Necesita una capa de material adicional

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
(2014, pág. 79).



Figura N°29: Gravedad 3: necesita una reconstrucción

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. (2014, pág. 79).

En cuanto a baches (huecos), se necesita una información adicional para calificar su “densidad” en la sección afectada, número de baches (huecos) por sección de 500 m. Se usa la escala siguiente.

Tabla N°6: Clase de extensión de las fallas de las carreteras no pavimentadas

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (numero/500m)
1	Leve	Menor a 10
2	Moderado	Entre 10 y 20
3	Severo	Mayor a 20

Fuente: Ministerio de transporte y comunicación, Manual de Carreteras Mantenimiento Conservación Vial. (2014, pág. 82).

c. Deterioro/falla 4: Encalaminado

Se trata de ondulaciones de la superficie. Resultan de la acción de las vibraciones transmitidas por los vehículos sobre los agregados del material granular.

Niveles de Gravedad:

- 1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm
- 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm
- 3: Profundidad \geq 10 cm



Figura N°30: Gravedad 1: sensible al usuario, pero < 5 cm

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
(2014, pág. 80).

d. Deterioro/Falla 5 y 6: Lodazal y Cruce de Agua

Un lodazal es una sección de suelo fino que se caracteriza por su transitabilidad baja o intransitabilidad durante las épocas de lluvia.

En épocas secas, si no se realizan las tareas de mantenimiento requeridas, los vehículos tienen dificultades debidas a las deformaciones del material.

Causas: Ambos deterioros o fallas resultan de un drenaje deficiente.

Niveles de Gravedad: No se definen niveles de gravedad.



Figura N°31: Lodazal-MTC

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.,
2014. (pág. 81).



Figura N°32: Cruce de agua

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. 2014. (pág. 81).

Unidad de muestra

Según Ministerio de transporte y comunicaciones (2014), El objeto del proceso es calificar la condición superficial de la capa de rodadura de la carretera no pavimentada o afirmada por secciones de 500 m.

Para cada sección de 500 m se califica la condición superficial de la capa de rodadura, considerando cada tipo de deterioro o falla según el nivel de gravedad de dicho tipo y su clase de extensión.

El inicio y fin del nivel de gravedad de cada tipo de deterioro o falla observado tienen que localizarse. Luego dichos datos básicos se procesan aplicando la tabla 6 y la Tabla 7 que describe el proceso de calificación de condición superficial de la capa de rodadura de la carretera no pavimentada o afirmada, según el tipo de deterioro o falla, que define la clase de extensión para la longitud de la sección de 500m que presenta el deterioro.

Tabla N°7: Clase de extensión de los deterioros/fallas de las carreteras no pavimentadas

Clase	Descripción	Criterio (porcentaje del área de la sección evaluada)
1	Leve	Menor a 10%
2	Moderado	Entre 10 y 30%
3	Severo	Mayor a 30%

Fuente: Ministerio de transporte y comunicación, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. (2014, pág. 82)

Tabla N°8: Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 500m de carreteras afirmadas o no pavimentadas

Código de daño	Deterioro/Falla	Gravedad (G)	Medidas Áreas de deterioro Aij(m²) Número de deterioro(Nij) Longitud del deterioro(Lij)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m²) As	Pje. de Extensión del det./falla EFij=(Aij/As)*100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Det. o Falla				Puntaje Resultante
									0: Sin det. o sin falla	1: Leve EFp=Menor a 10%	2: Moderado EFp= entre 10% y 30%	3: Se-vero EFp=>30%	
1	Deformación	1:Huella/hundimiento sensible al usuario, pero <5cm	Área (A11): Daño1*G1 A11=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF11	$EFp = \frac{(EF11 \cdot A11 + EF12 \cdot A12 + EF13 \cdot A13)}{(A11 + A12 + A13)}$	0	>0 y <20	≥20 y <100	100	
		2:Huella/hundimiento entre 5 cm y 10cm	Área (A12): Daño1*G2 A12=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF12						
		3:Huella/hundimiento >=10 cm	Área (A13): Daño1*G3 A13=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF13						
2	Erosión	1:Sensible al usuario pero prof. <5 cm	Área (A21): Daño2*G1 A21=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF21	$EFp = \frac{(EF21 \cdot A21 + EF22 \cdot A22 + EF23 \cdot A23)}{(A21 + A22 + A23)}$	0	>0 y <20	≥20 y <100	100	
		2:Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área (A22): Daño2*G2 A22=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF22						
		3:Profundidad ≥10 cm	Área (A23): Daño2*G3 A23=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF23						
3	Baches	1:Pueden repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño3*G1					EFp= N31+N32+N33	0	>0 y <20	≥20 y <100	100	
		2:Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño3*G2										
		3:Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño3*G3										
4	Encalaminado	1:Sensible al usuario pero prof. <5cm	Área (A41): Daño4*G1 A41=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF41	$EFp = \frac{(EF41 \cdot A41 + EF42 \cdot A42 + EF43 \cdot A43)}{(A41 + A42 + A43)}$	0	>0 y <20	≥20 y <100	100	
		2:Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área (A42): Daño4*G2 A42=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF42						
		3:Profundidad ≥10 cm	Área (A43): Daño4*G3 A43=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF43						
5 y 6	(5) Lodazal	1:Transitabilidad baja o Intransitabilidad en épocas de lluvia	Área (A51): Daño5*G1 A51=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF51	$EFp = \frac{(EF51 \cdot A51)}{(A51)}$	0	>0 y <10	≥10 y <50	50	
	(6) Cruce de Agua	1:Transitabilidad baja o Intransitabilidad en épocas de lluvia	Área (A61): Daño6*G1 A61=Longitud*Ancho (del deterioro)	Ancho	500	Ancho*500	EF51	$EFp = \frac{(EF61 \cdot A61)}{(A61)}$	0	>0 y <10	≥10 y <50	50	

Fuente: Ministerio de transporte y comunicación, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2014, pag. 83)

Índice de condición.

Según el Ministerio de transporte y comunicaciones (2014), esta metodología se enfoca a la conservación dependiendo del tipo de superficie de rodadura, donde se realiza estudios de evaluación del estado de la vía en la cual se obtiene el índice de condición de ella. Para la obtención de este índice, el MTC toma en consideración ciertas fallas presentes en cada tipo de superficie de rodadura. Dependiendo de la magnitud, severidad y cantidad de las fallas encontradas, las carreteras obtienen tres tipos de clasificación: Bueno, Regular y Malo.

La suma total no debe ser mayor a 500, en tal sentido la calificación de condición resulta de la diferencia de la suma total (500) menos la suma puntaje de condición, tal como se indica a continuación:

Tabla N°9: Calificación de la condición

CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN=	500 - SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN=	

Fuente: Ministerio de transporte y comunicación, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. (2014, pág. 84).

La calificación de condición representa la condición de la capa de rodadura de las carreteras afirmadas o no pavimentadas y se sintetiza en tres tipos de condición:

- Bueno
- Regular
- Malo

Los rangos de calificación de condición para asignar la condición de la capa de rodadura en uno de los tipos de condición son:

Tabla N°10: Tipos de condición según calificación de condición

CONDICIÓN BUENO	400
CONDICIÓN REGULAR	150 Y ≤ 400
CONDICIÓN MALO	≤ 150

Fuente: Ministerio de transporte y comunicación, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. (2014, pág. 82)

Clasificación de Tipos de fallas

Las siete fallas evaluadas según el método URCI, son llamados también como problemas que existen en la carretera no pavimentada, donde se puede identificar siguiendo los pasos y definiciones del método ya mencionado, según la tabla N°11.

Tabla N°11: Tipo de fallas-URCI

Numeración	Descripción
81	Sección transversal incorrecto
82	Drenaje inadecuado en el borde de carretera
83	Corrugación o Encalaminado
84	Polvo
85	Baches
86	Surco
87	Agregado suelto

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna (1995, págs. 10,11)

- Sección transversal Incorrecta: Según USACE (1995) la toma de medida de esta falla debe ser de forma lineal en toda su muestra. El nivel L presenta dos casos: si presenta pequeñas porciones de agua atrapadas o pruebas de agua atrapadas en la superficie de rodadura en la carretera; o La superficie de la carretera es totalmente plana. El Nivel M si presenta porciones de magnitud mediana de agua atrapadas o pruebas de agua atrapadas en la superficie de rodadura en la carretera; o la superficie de rodadura de la carretera tiene forma de cono. Y para concluir en el nivel H: Porciones de magnitud considerables de agua atrapadas o pruebas de agua atrapadas en la superficie de rodadura en la carretera.; La superficie de rodadura de la carretera presenta grandes depresiones.



Figura N°35: Detalle Surco URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Inadecuado Drenaje: Según USACE (1995) la toma de medida de esta falla debe ser de forma lineal en toda su muestra. En el nivel L: existen pequeñas cantidades de las siguientes: Agua en las zanjas; o vida vegetal en las zanjas. En el nivel M: existen cantidades moderadas de las siguientes: Agua en las zanjas, vida vegetal en las zanjas; o erosión de las zanjas. Por último, es de nivel H si: existen grandes cantidades de: Agua en las zanjas, vida vegetal considerable en las zanjas; o erosión de zanjas en bermas laterales o camino.

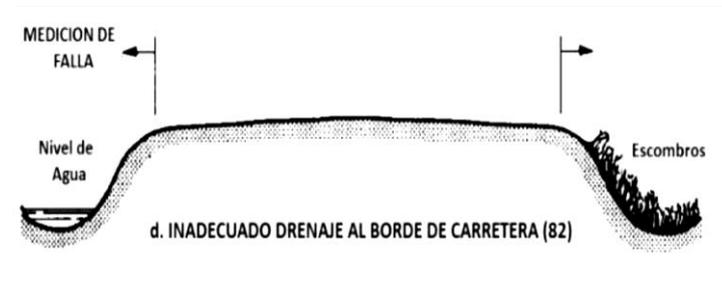


Figura N°36: Detalle drenaje inadecuado URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Corrugaciones o encalaminado: Según USACE (1995) estas fallas son medidas en metros cuadrados de superficie de área por unidad de muestra. Es de nivel L si las dimensiones de esta falla son menores a 2.5 centímetros de profundidad. Es de nivel M si están entre 2.5 y 7.5 centímetros de profundidad. Y por último de nivel H si son de profundidad mayor a 7.5 centímetros.



Figura N°37: Detalle corrugaciones URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Polvo: Según Department of the army & Trad. Reyna, (1995) para la medición de esta falla se debe conducir un vehículo a 40 kilómetros por hora y observa la nube de polvo. Es de nivel L, si el polvo generado por el auto no obstruye la visibilidad en la carretera. Es de nivel M, si el polvo generado por el auto obstruye moderadamente la visibilidad en la carretera. Y es de nivel H, si el polvo generado por el vehículo obstruye por completo la visibilidad del conductor en la carretera, obligándolo a parar.

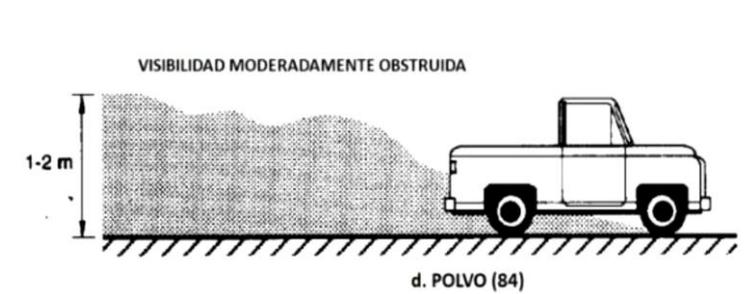


Figura N°38: Detalle polvo URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Surcos o Ahuellamiento: Según Department of the army & Trad. Reyna, (1995) los surcos son medidos en metros cuadrados de superficie de área por unidad de muestra. Son de nivel L si estas fallas presentan una profundidad menos de 2.5 centímetros. Es nivel M si presenta una profundidad entre 2.5 a 7.5 centímetros. Y es de nivel H si presenta una profundidad mayor a 7.5 centímetros.

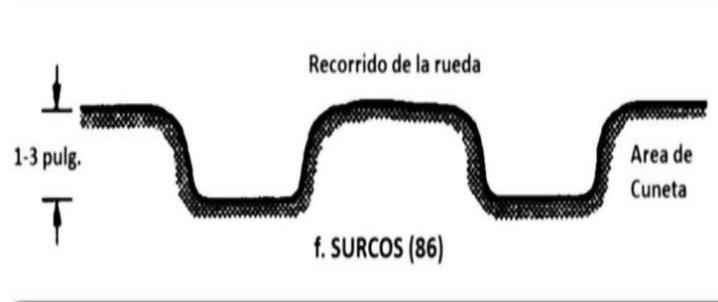


Figura N°39: Esquema transversal de surco o ahuellamiento
 Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Baches o Huecos: Según Department of the army & Trad. Reyna, (1995) el siguiente cuadro explicara cómo se miden los niveles de severidad de esta falla:

Tabla N°12: Niveles de severidad de baches o huecos

Máxima Profundidad	Diámetro Promedio			
	Menos de 1 pies (0.3 metros)	1 – 2 pies (0.3 – 0.6 metros)	2 -3 pies (0.6 – 1 metros)	Mayor a 3 pies(1 metro)
½ - 2 pulgadas (1.5 – 5 cm)	L	L	M	M
2 – 4 pulgadas (5 – 10 cm)	L	M	H	H
+4 pulgadas (+10 cm)	M	H	H	H

¹Si el bache está sobre los 3 pies(1 metro) de diámetro, el área debe ser determinada en pies cuadrados (metros cuadrados) y dividida entre 7 para encontrar el número equivalente de baches

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

Los baches son medidos contando el número de severidad baja, mediana y alta en una unidad de muestra y registrándolas separadamente por nivel de severidad.

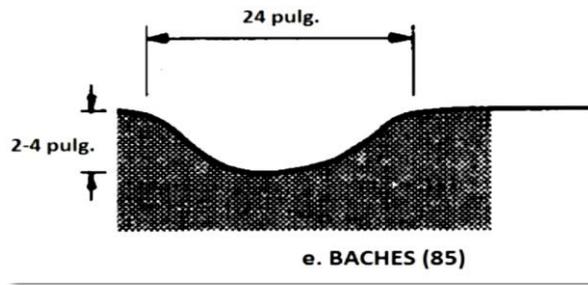


Figura N°40: Detalle baches o huecos URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Agregado Suelto: Según USACE (1995): Esta falla es medida de forma lineal por berma una unidad de muestra. Es nivel L si presenta un exceso menos de 5 centímetros de profundidad sobre la berma lateral. La falla será de nivel M, si presenta un exceso de material moderado entre 5 y 10 centímetros de profundidad sobre la berma lateral. Una gran cantidad de partículas de suelo fino es encontrada en la superficie de la carretera. Por último, será de nivel H si presenta un exceso mayor a 10 centímetros de profundidad sobre la berma lateral.

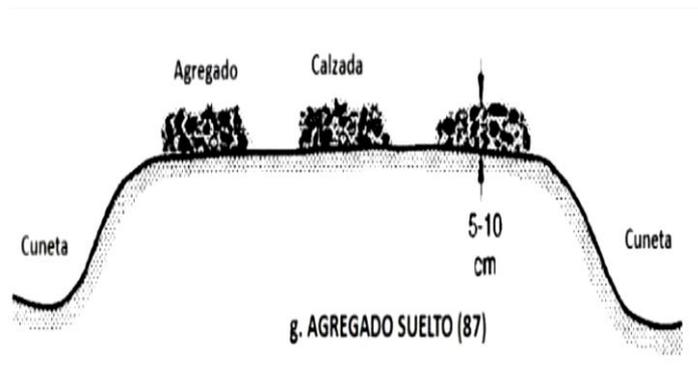


Figura N°41: Detalle Agregado Suelto URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Unidad de muestra
Una unidad de muestra es una identificación área de la sección de carretera de tierra; es el componente más pequeño de la calle de tierra red trabajo. Cada sección se divide en unidades de la muestra con el propósito de una condición inspecciones. Por caminos de

tierra, una unidad de muestra es definida como un área de aproximadamente 2.500 cuadrado pies ($\pm 1,000$ pies cuadrados) (230 metros cuadrados [± 90 metrocuadrados]).

Es necesario algún juicio en la selección de las unidades de la muestra. Trate de elegir una unidad de muestra que es típico de toda la sección. Por ejemplo, si la sección tiene problemas de drenaje a lo largo de parte de su longitud, trate de incluir algo de eso en la muestra unidad. La idea es elegir las unidades de muestra de manera que las mediciones darán una estimación razonable para la sección entera.

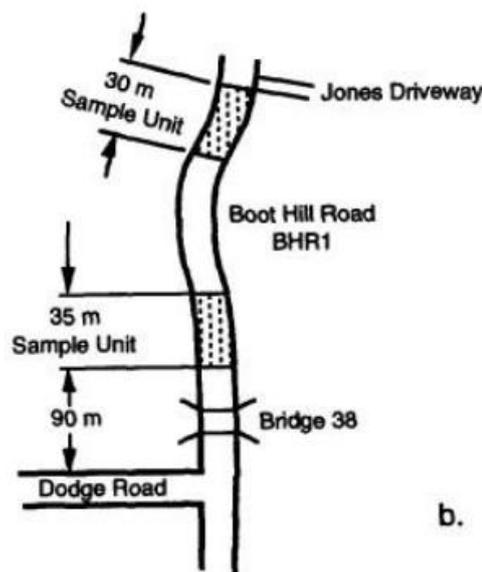


Figura N°42: Ejemplo de carretera con la unidad de muestra URCI
Fuente: Unsurfaced Road Maintenance – URCI (1995)

- Índice de condición

El índice de condición de una carretera no pavimentada es un indicador numérico que tiene una escala de 0 a 100, donde el 0 nos indica que la carretera necesita una reconstrucción, siendo el estado que se encuentra falló y 100 nos indica el estado bueno, donde no necesita ningún tipo de intervención.

Según el manual actualizado en el año 2010 (ASTM D5340-10), se observó lo siguiente:

El manual del año 2008 considera la clasificación de estado de condición hasta excelente como se muestra en la figura N°43, a diferencia del manual actual que considera el estado de condición hasta bueno, identificándolos mediante colores como se muestra en la figura N°44.

URCI	0	10	25	40	55	70	85	100
Clasificación	Fallo	Muy pobre	Pobre	Justa	Buena	Muy buena	Excelente	

Figura N°43: Índice de condición. – año 2008

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995).

URCI	0	10	25	40	55	70	85	100
Clasificación		Falló	Grave	Muy pobre	pobre	justo o regular	Satisfactorio	bueno

Figura N°44: Índice de condición. – Actualizado

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995).

Procedimiento de los cálculos del URCI

Este método indica que se debe hacer una inspección de carretera, de la cual se debe evaluar sus secciones, divisiones y unidad de muestra ya mencionadas antes. Para ello establece 2 procedimientos para la determinación del índice: Un examen rápido hecho desde un vehículo en movimiento y medición detalladas por unidad de muestra. Para el examen rápido hecho desde un vehículo en movimiento establece que se debe realizar una inspección desde el parabrisas, con ello el vehículo debe estar en una velocidad de 40 kilómetros por hora. En esta velocidad se debe anotar cualquier falla estructural que presente la carretera.

Para la determinación del índice de condición, se deberá seguir los siguientes pasos:

- Fallas: Se deberá anotar las mediciones de las fallas encontradas en la sección evaluada. Como se mencionó antes, cada falla tiene su nivel y magnitud.
- La densidad de las fallas: Esto se calcula mayormente con los metros lineales que abarca las fallas entre el área de la muestra. Por ejemplo: si hay 100 metros lineales de ahuellamiento a lo largo de la sección de muestra, que son 350 metros cuadrados, la densidad de esta falla será 100 entre 350. Este resultado se multiplica por 100 para obtenerlo en porcentaje.

Los cálculos se realizan según el manual URCI en cuatro pasos:

- Primer paso: Se realiza los cálculos de la densidad para todas las fallas, excepto para el polvo, debido a que se evalúa solo de manera visual. La densidad se determina como se muestra en la figura N°45.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Cantidad de Falla}}{\text{Area de unidad de muestra}} \times 100\%$$

Figura N°45: Ecuación cálculo de densidad

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 13)

Los cálculos se realizan para cada unidad de muestra aproximadamente (230 +- 90) metros cuadrados, donde las fallas están en unidades pies o metros cuadrados.

- Segundo paso: Se realiza la utilización de algunas tablas de las curvas de valores deducibles para cada tipo de fallas y con sus respectivos niveles de severidad. (ver Figura N°46).

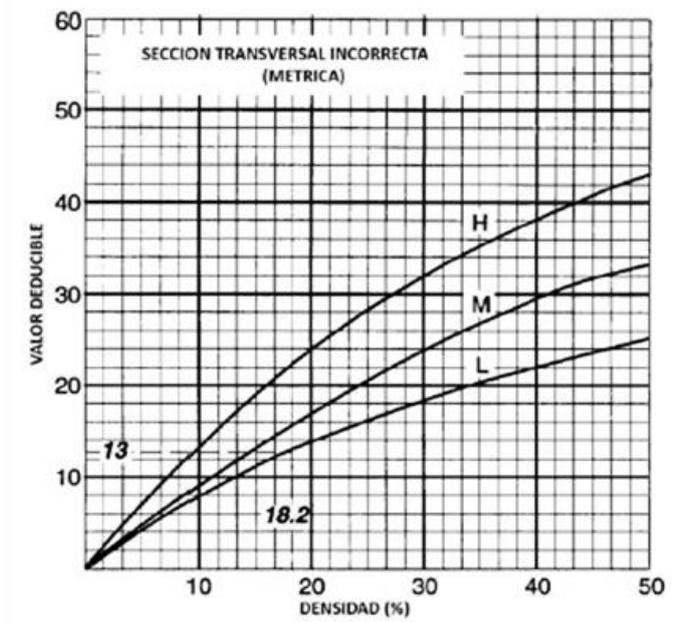


Figura N°46: Detalle Agregado Suelto URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 13)

- c) Tercer paso: Se realiza la utilización de algunas tablas para encontrar el valor deducible total (TDV) y el valor de q. (ver figura N°47). Se calcula el valor deducible total (TDV) sumando todos los valores deducibles.

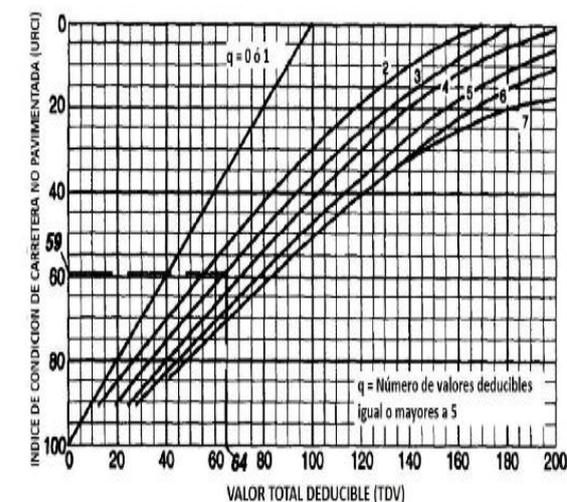


Figura N°47: Índice de condición de carreteras no pavimentado

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 19)

d) Cuarto paso: Se determina el estado o índice de condición de la carretera no pavimentada.

Curvas de valores deducibles: Son valores que nos permite determinar el índice de condición de la carretera no pavimentada. Todas las curvas se muestran en unidades métricas. (Ver figuras N°48 – 54).

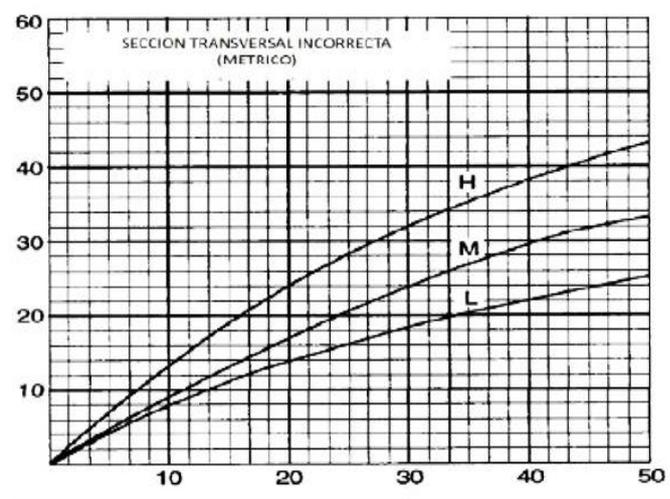


Figura N°48: CVD Sección transversal incorrecta

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 20)

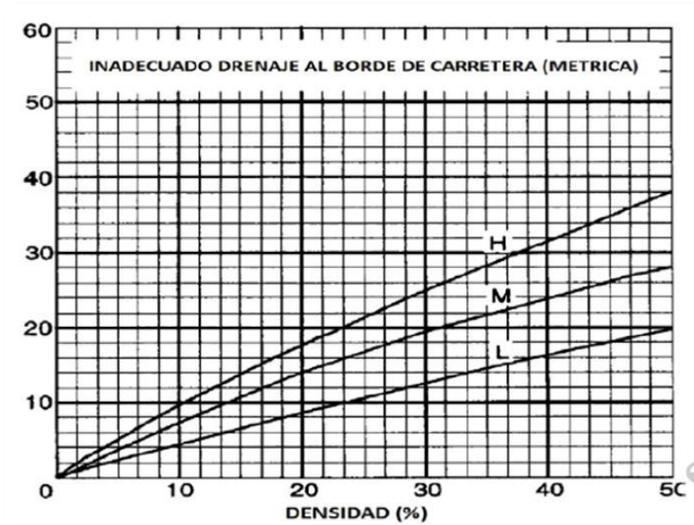


Figura N°49: CVD inadecuado de drenaje de la carretera no pavimentada

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 20)

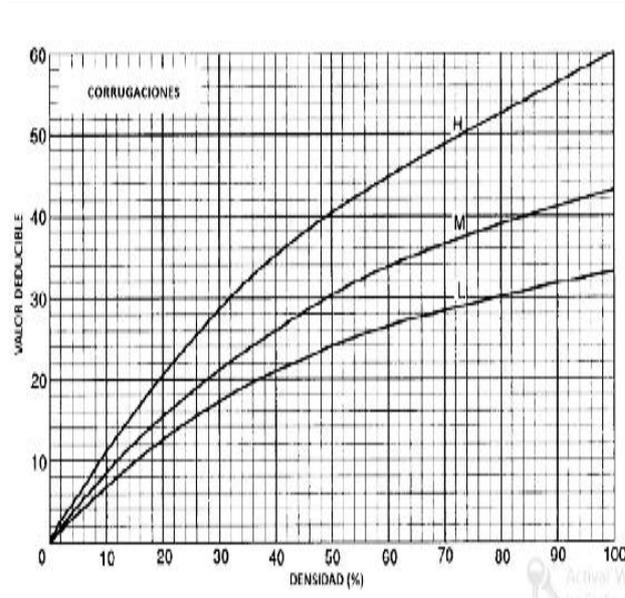


Figura N°50: CVD corrugaciones

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 20)

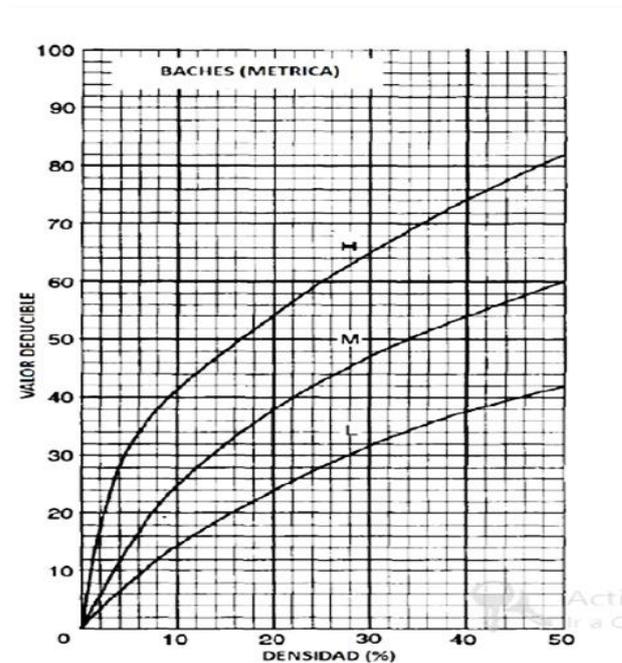


Figura N°51: CVD Baches

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 19)

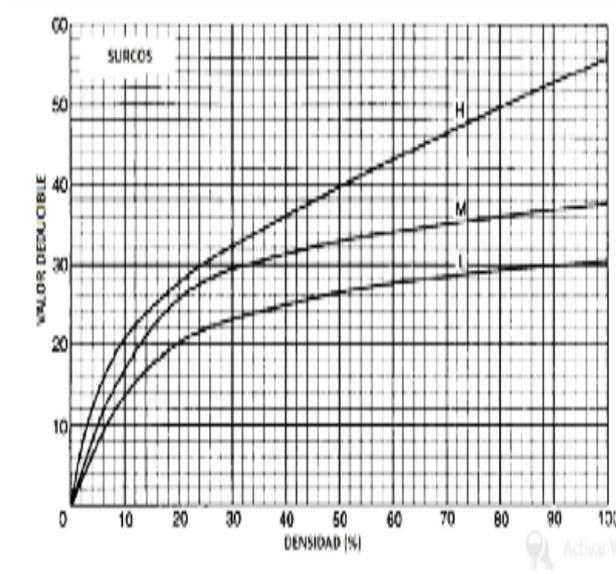


Figura N°52: CVD Surcos

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 20)

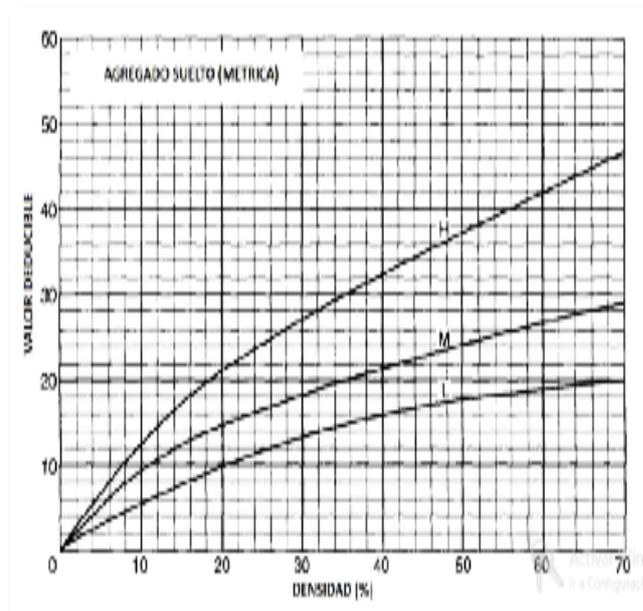


Figura N°53: CVD Agregado Suelos

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 20)

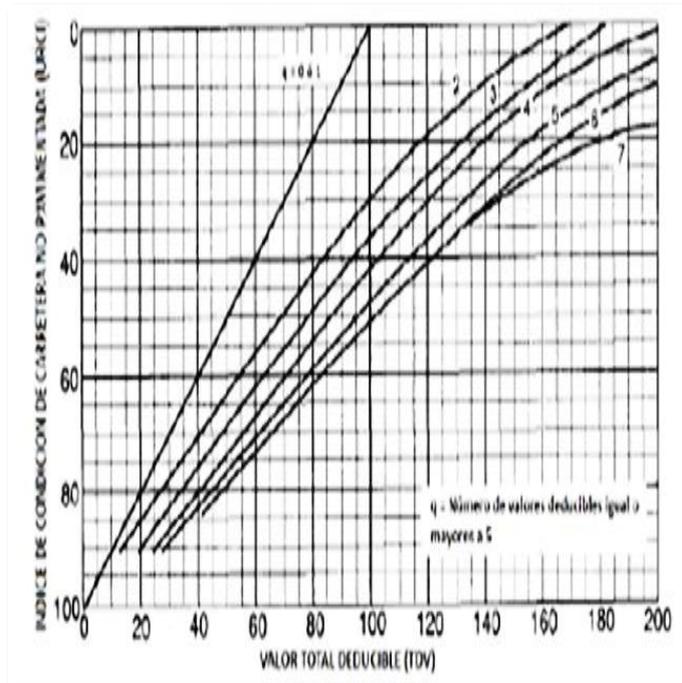


Figura N°54: CVD índice de condición

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 20)

- Tipos de intervención

El manual Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI), nos brinda alternativas de intervención según las evaluaciones de las fallas. Procedimiento para la evaluación de mantenimiento de la carretera no pavimentada.

Previamente de seleccionar las alternativas de mantenimiento, se evalúa las condiciones de las fallas y esto se realiza sección por sección por cada unidad de muestra.

Existen 5 pasos para seleccionar las alternativas de mantenimiento:

- Paso1: Examinar la carretera no pavimentada, es donde vamos a dividir en secciones por unidad de muestra.
- Paso2: Se establece el índice de condición de la carretera no pavimentada, se determina las 7 fallas y su nivel de severidad baja, mediana y alta.

- Paso3: Se escoge las prioridades de mantenimiento, estas establecen según la combinación del estudio del URCI y el volumen del tráfico, como se muestra en la figura N°55.

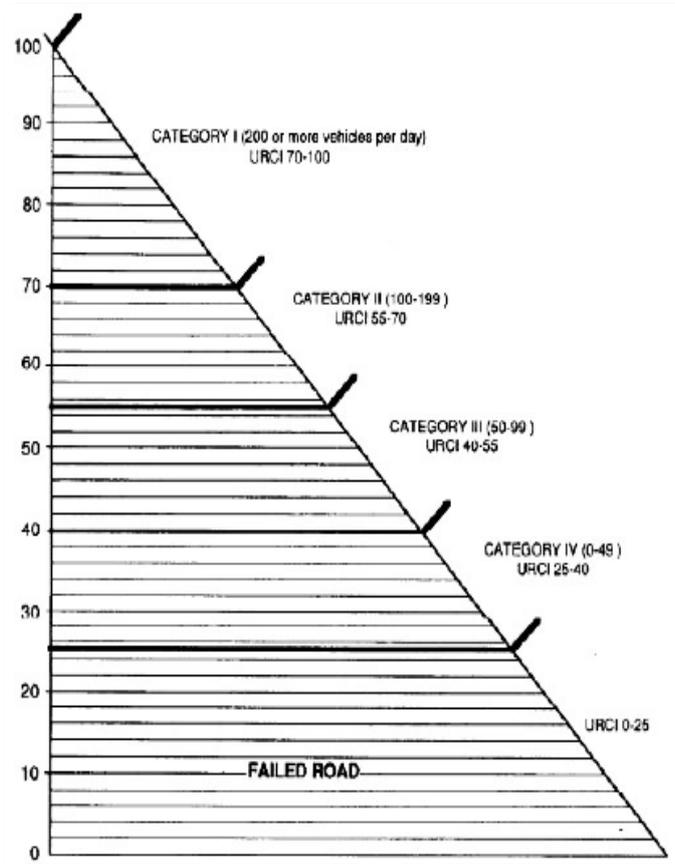


Figura N°55: Prioridad de mantenimiento

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, por (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 26)

La prioridad de mayor importancia se da según la condición de la carretera no pavimentada:

- Principales Carreteras no pavimentadas, cuando el valor del URCI es menor a 50.
- Carreteras no pavimentadas secundarias, el valor del URCI es menor a 40
- Playas de estacionamiento, el valor del URCI es menor a 30.

- Paso4: Se menciona las alternativas de mantenimiento, el propósito de este paso es identificar la prioridad de la carretera no pavimentada que necesita realizarse un amplio análisis; con los siguientes datos: Datos de la falla, el rango de la carretera, el tráfico y política de manejo. Para el apropiado mantenimiento nos basaremos según la tabla N°12.

Tabla N°12: Alternativas de Mantenimiento

Sección transversal de 81 inadecuada	L	B	Grado solamente.
	M	B / C	Grado solo / grado y agregar materiales (agua o agregado o ambos), y compacto. Curva Bank. Ajuste transiciones.
	H	C	Corte a base, añadir agregado, forma, agua, y compacto.
Drenaje en carretera 82-inadecuada	L	B	Zanjas limpias cada 1-2 años.
	M	La B	Limpie alcantarillas. Cambiar la forma, construir, compacto o al enderezar zanja.
	H	C	Instale drenaje, mayor alcantarilla, presa zanja, rip rap, o geotextiles.
Las ondulaciones 83-	L	B	Grado solamente.
	M	B / C	Grado solo / grado y agregar materiales (agua o agregado o ambos), y compacto.
Estabilización 84-polvo	H	C	Corte a base, añadir agregado, forma, agua, y compacto.
	L	C	Añadir agua.
	M	C	Agregue estabilizador.
	H	C	Aumentar el uso del estabilizador. Corte a la base, añada estabilizador, agua y compacto. Corte a la base, añadir agregada y estabilizador, forma, agua, y compacto.
85-Los baches	L	B	Grado solamente.
	M	B / C	Grado solo / grado y añada material (agua, áridos, o 50/50 mezcla de cloruro de calcio y grava triturada), y compacto.
86-Rodadas	H	C	Corte a base, añadir agregado, forma, agua, y compacto.
	L	B	Grado solamente.
	M	B / C	Grado solo / grado, añadir material y compacto.
Agregado 87-Loose	H	C	Corte a base, añadir agregado, forma, agua, y compacto.
	L	B	Grado solamente.
	M	B / C	Grado solo / grado, añadir material y compacto.
	H	C	Corte a base, añadir agregado, forma, agua, y compacto.

¹Costo guía código: A = trabajo, los gastos generales; B = mano de obra, equipos, gastos generales, C = mano de obra, equipos, materiales, gastos generales.

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 27)

Se muestra el formato de inspección para la recolección de datos que debe llenarse para determinar los daños en una carretera no pavimentada.

HOJA DE INSPECCION DE CARRETERA NO PAVIMENTADA								
1.- RUTA LM - 525		2.- TRAMO TRAMO I		3.- FECHA 4/06/2020				
4.- UNIDAD DE MUESTRA N° 01 (0+500)		5.- AREA DE MUESTRA 50X5.5 = 275m2		6.- ING. GESTION CAMINOS RURALES VAL				
7.- CROQUIS POSTE DE ENERGIA 5M, RUMBO 6				TIPOS DE FALLA				
5.50M 				81.- SECCION TRANSVERSAL IMPROPIA (m)				
				82.- DRENAJE INADECUADO				
				83.- ONDULACIONES (m2)				
				84.- EXCESO DE POLVO				
				85.- BACHES (Numero)				
				86.- SURCOS DE RUEDAS (m2)				
0+500				0+550				
				87.- PERDIDA DE AGREGADOS (m)				
B. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE FALLA								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	BAJO							
	MEDIO	25				2		
	ALTO	25	100			15		
9.- CALCULO DEL URCI (INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO)								
TIPO DE FALLA a	DENSIDAD b	SEVERIDAD c	VALOR DEDUCIBLE d		10. OBSERVACIONES			
81	9.1	M	9					
81	9.1	H	12					
82	36.4	H	28					
85	0.7	M	4					
85	5.5	H	35					
e.- VALOR TOTAL DEDUCIBLE			88					
f.	q=	g. URCI		h. CLASIFICACION				
	4	50		POBRE				

Figura N°56: Formato URCI

Fuente: Unsurfaced Road Maintenance Management, (Department of the army & Trad. Reyna, 1995, pág. 50)

- Prueba de Chi Cuadrado de Pearson

La prueba de Chi-cuadrado es una prueba no paramétrica que mide la relación de independencia o dependencia entre dos variables, se basa en el cálculo de frecuencias, tanto de valores observados, como valores esperados, para un número determinado de intervalos. Esta prueba es comúnmente usada, para verificar la bondad e ajuste de la distribución empírica a una distribución teórica conocida. (Castellar & Zapata, 2009)

Se aplican en dos situaciones:

- Para comprobar acerca de las funciones de probabilidad de una variable aleatoria, para ello se realiza la prueba llamada chi cuadrado de ajuste.
- Para determinar si dos variables son independientes estadísticamente, en este caso la prueba de chi cuadrado de independencia o contingencia.

Donde “fo” es la frecuencia observada y “fe” es la frecuencia esperada.

- Características de la distribución de Chi Cuadrada

Según Castellar & Zapata (2009), menciona las siguientes características:

- Es una curva asimétrica a la derecha, es decir, con sesgo positivo y las frecuencias más altas se encuentran en el lado izquierdo de la media; mientras que en el derecho hay frecuencias más pequeñas.
- Presenta una gráfica que muestra la distribución asimétrica positiva, hacia el lado izquierdo de la media, van a estar las frecuencias más altas y hacia el lado derecho de la media se encuentran las frecuencias más pequeñas. (Ver Figura N°57)

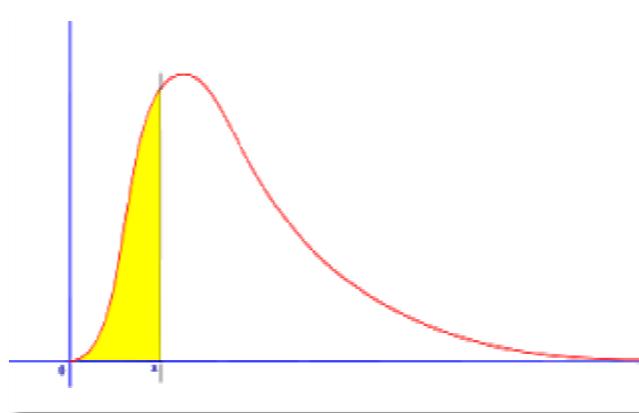


Figura N°57: Distribución Chi cuadrado

Fuente: Castellar & Zapata (2009, pág. 61)

- Es muy utilizada en Estadística Inferencial para realizar pruebas de hipótesis, relativas a variables cualitativas.
- El valor de Chi Cuadrado nunca es negativo, porque la diferencia entre fo y fe se eleva al cuadrado, esto es $(fo - fe)^2$
- Existe una familia de distribuciones de Chi Cuadrado; una para cada grado de libertad (g1).

- Las distribuciones de Chi Cuadrado tienen sesgo positivo, pero conforme aumenta el número de grados de libertad, la distribución se aproxima a la de tipo normal.
- Presenta una gráfica que contiene las distribuciones de Chi Cuadrado, las cuales son diferentes para cada uno de los valores de los grados de libertad. La Figura N° 58, muestra que, en cuantos menos grados de libertad vayan asociados a una distribución; mayor es el sesgo positivo de la misma y así mismo, a medida que los grados de libertad aumentan, se puede observar que la distribución se aproxima a la distribución normal (págs. 59-60)

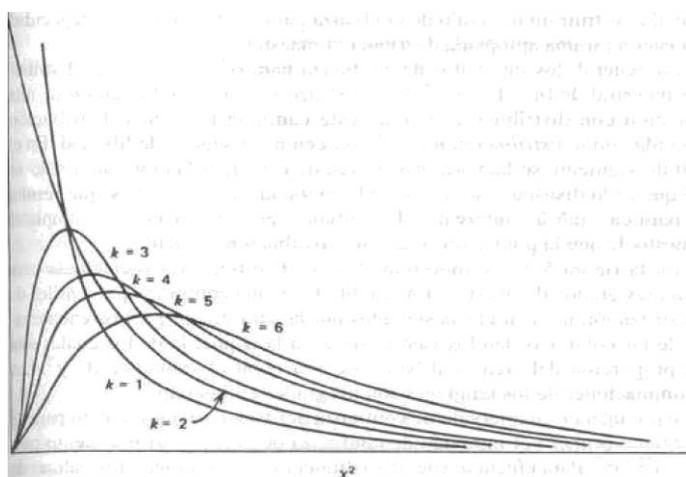


Figura N°58: Distribuciones de Chi cuadrado para valores de grados de libertad

Fuente: Castellar & Zapata (2009, pág. 69)

- Limitaciones de las pruebas de chi cuadrado

Castellar & Zapata (2009), Para aplicar una prueba de chi cuadrado, se debe tener en cuenta las siguientes reglas, porque puede llevar a una conclusión errónea. Estas son las siguientes:

- Si solo hay dos celdas, la frecuencia esperada en cada celda debe ser igual a 5 o mayor (fe 5), es decir, para utilizar la prueba de hipótesis de Chi Cuadrado, se debe tener un tamaño de muestra lo suficientemente grande, para garantizar la similitud entre la distribución teórica correcta y nuestra distribución de muestreo de X^2 , porque lo más probable es que se rechace la hipótesis nula, cuando la misma es verdadera al tener muestras menores a 5 o

muestras muy pequeñas.

- Para étilos de dos celdas, no debe aplicarse X^2 , S1 más de 20% de las celdas de fe, tienen frecuencias esperadas.

- Chi cuadrado de independencia o contingencia

De la Fuente Fernandez (2010), Sirve para comprobar la independencia de frecuencias de dos variables aleatorias, X e Y, la información de las variables y de sus valores se representa a través de una tabla de contingencia, así como se aprecia en la Figura N°53.

- Tabla de contingencia, se caracteriza en que está compuesta por filas para información de una variable (X) y columnas para la información de otra variable (Y), estas filas y columnas delimitan celdas, donde se encuentran las frecuencias de cada combinación de las variables.

Tabla N°13: Contingencia de frecuencias observadas

$X \backslash y$	y_1	y_2	...	y_j	...	y_m	$\sum_{j=1}^m n_{i.}$
x_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	...	n_{1m}	$n_{1.}$
x_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	...	n_{2m}	$n_{2.}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_i	n_{i1}	n_{i2}	...	n_{ij}	...	n_{im}	$n_{i.}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_k	n_{k1}	n_{k2}	...	n_{kj}	...	n_{km}	$n_{k.}$
$\sum_{i=1}^k n_{.j}$	$n_{.1}$	$n_{.2}$	...	$n_{.j}$	...	$n_{.m}$	n

Fuente: De la Fuente Fernandez, 2010, (pág. 2)

- Los grados de libertad, es un estimador del número de categorías independientes en un test particular o experimento estadístico.

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Donde r es el número de filas y k el número de columnas

- El nivel de significancia, es el error que se puede cometer al rechazar la hipótesis planteada siendo verdadera. Hay tres grados: a = 0.01; muy significativo o de significación del 1% a =

0.05; significativo o de significación del 5%

$\alpha = 0.10$; poco significativo o de significación del 10%

- Pasos para el cálculo estadístico

a) Primero se plantea la hipótesis nula que se someterá a evaluación.

b) Bajo la hipótesis nula, cada frecuencia observada $d_{ij}(t = 1, \dots, k; J = 1, \dots, m)$ de la tabla de contingencia (Tabla N°13), hay una frecuencia esperada e_{ij} .

$$e_{ij} = p_{ij} \cdot n = \frac{n_{i\cdot} \times n_{\cdot j}}{n}$$

Agrupando las frecuencias observadas y esperadas, la Tabla N°14, muestra la tabla de contingencia.

Tabla N°14: Contingencia de frecuencias esperadas

$x \backslash y$	y_1	y_2	...	y_j	...	y_m	$\sum_{j=1}^m n_{i\cdot}$
x_1	n_{11} (e_{11})	n_{12} (e_{12})	...	n_{1j} (e_{1j})	...	n_{1m} (e_{1m})	$n_{1\cdot}$
x_2	n_{21} (e_{21})	n_{22} (e_{22})	...	n_{2j} (e_{2j})	...	n_{2m} (e_{2m})	$n_{2\cdot}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_i	n_{i1} (e_{i1})	n_{i2} (e_{i2})	...	n_{ij} (e_{ij})	...	n_{im} (e_{im})	$n_{i\cdot}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_k	n_{k1} (e_{k1})	n_{k2} (e_{k2})	...	n_{kj} (e_{kj})	...	n_{km} (e_{km})	$n_{k\cdot}$
$\sum_{i=1}^k n_{\cdot j}$	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$	...	$n_{\cdot j}$	...	$n_{\cdot m}$	n

Fuente: De la Fuente Fernandez, 2010, (pág. 3)

c) Una vez obtenido las frecuencias esperadas, se calcula el estadístico contraste Chi Cuadrado, utilizando la ecuación 5.

d) De acuerdo con el nivel de significancia y grado de libertad determinado, se utiliza la Figura N°67, que es la Tabla de Distribución Chi Cuadrado, para localizar el valor crítico.

e) Por último, se compara el valor Chi Cuadrado calculado con el

$$x^2_{crítico} = x^2_{gl; \alpha}$$

valor de Chi Cuadrado crítico tomando la decisión final, para ello

se debe tener en cuenta el siguiente criterio:

Si

$\chi^2_{crítico} < \chi^2_{calculado}$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$\chi^2_{crítico} > \chi^2_{calculado}$, Se cumple la hipótesis nula H_0 .

2.3. Definición de términos básicos

De acuerdo con el Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial Perú (2018):

Afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.

Bacheo: Es una actividad que se realiza en el mantenimiento rutinario, donde se encarga de rellenar material finalizándose con la compactación en los baches que se puede presentar en la superficie de rodadura.

Camino: Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

Camino rural: Destinado fundamentalmente para el acceso a las poblaciones pequeñas o predios rurales.

Carretera afirmada: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado.

Carretera no pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

Carretera sin afirmar: Carretera a nivel de subrasante o aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.

Obras de drenaje: Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, subdrenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos.

Trocha carrozable: carretera sin afirmar a nivel de subrasante o aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el afirmado.

Vida útil: Tiempo previsto de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas.

Unidad de muestra: Es una porción o parte donde nos permite identificar una sección de la carretera no pavimentada.

Tipo de falla: Son deterioros en la corteza terrestre que están asociados a la ausencia de rehabilitación, mantenimiento y también al incremento de tránsito en la infraestructura vial.

Deterioro: Es el desgaste o empeoramiento que se produce debido al uso, condición climática, accidentes entre otros medios de un objeto.

Densidad: Es la relación entre el volumen y la masa de un cuerpo.

Según el autor Callapiña De Paz & Rios Atencio (2020):

Índice de Condición: Indicador que clasifica el estado actual de la carretera a evaluar.

Niveles de Servicio: Indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

Metodología URCI: Es la metodología establecida por el manual técnico de Unsurfaced Road Maintenance Management del cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos para obtener el índice de condición de una carretera no pavimentada.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Con la comparación de las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) Y VIZIRET se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

3.1.2. Hipótesis Específica

- a) Con la identificación de los parámetros en la metodología VIZIRET se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.
- b) Con la identificación de los parámetros en la metodología Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.
- c) Con la determinación del índice de condición de las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) y VIZIRET se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

3.2. Relación entre variables

3.2.1. Diseño de la investigación

Las variables de esta investigación son de tipo dependiente e independiente respectivamente, calificando como Metodología VIZIRET Y Metodología Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) la variable independiente (En adelante variable X) y la variable Confiabilidad de la metodología Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) (En adelante variable Y) como variable dependiente de la variable X. Dando a entender una correlación entre la variable X y la variable Y.

3.2.2. Operacionalización de variables

Tabla N°15: Relación de variables dependiente

Variante dependiente	Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Índice
Confiabilidad de la metodología Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)	Metodología objetiva, visual y aplicativa en el campo como medición de las fallas, nivel de gravedad y clasificación del índice de condición para la conservación vial	Tipos de fallas en vías no pavimentadas	Falla estructural fallas superficiales leve, moderado y severo buena, regular, malo	und, m, cm
		Niveles de gravedad		und, m, cm
		clasificación de condición		porcentual (%)
		Confiabilidad	0% a 100%	porcentual (%)

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°16: Relación de variables independiente

Variante dependiente	Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Índice
Metodologías URCI Y VIZIRET	URCI: el método tiene como objetivo determinar las fallas de una carretera no pavimentada, estos permiten determinar el índice de condición	Tipos de falla en vías no pavimentadas	Fallas superficiales fallas de drenaje	und, m, cm
		Índice de condición	0% a 100%	porcentual (%)
	VIZIRET: método desarrollado por el LCPC destinado a determinar la condición de una vía en afirmado a partir de la inspección visual de su superficie.	Tipos de falla en vías no pavimentadas	Falla estructural fallas de drenaje grado 1 (Bueno), grado 2(Regular) y grado 3 (Malo)	und, m, cm
		Nivel de gravedad		
		Índice de condición	Bueno, Regular y Deficiente	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1. Tipo y método de investigación

El método de la investigación es deductivo e inductivo ya que buscaremos demostrar el grado de confiabilidad de la metodología del ministerio de transporte y comunicaciones (MTC) comparándolos con las metodologías URCI y VIZIRET en vías no pavimentadas.

4.1.1. Orientación de la investigación

La orientación de la investigación es aplicada, ya que se basa en los conocimientos dados por las metodologías URCI y VIZIRET que se aplican en vías no pavimentadas y proponer la confiabilidad de la metodología MTC.

4.1.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es mixto, porque mediante la recolectados de datos se tomarán los tipos de falla, severidad y índice de condición, aplicación de resultados estadísticos, se obtendrá valores numéricos que dará la confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas.

4.1.3. Fuente de información

La fuente de información es retrospectiva, ya que la información obtenida ya ha sido utilizada en el pasado por diversas autoridades.

4.1.4. Tipos de investigación

El tipo de investigación es descriptivo, porque según las características y comportamiento existentes de los tipos de falla, nivel de gravedad y índice de condición, se determinó el grado de confiabilidad para el método MTC. Correlacional, porque se analizó y evaluó la relación que existe entre las variables independiente y dependiente.

4.1.5. Nivel de la investigación

Para la siguiente investigación se tendrán los siguientes niveles:

Nivel descriptivo: porque describe los procedimientos de las metodologías URCI y VIZIRET para proponer el grado de confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas.

Nivel relacional: porque esta investigación propone la comparación de las metodologías URCI y VIZIRET para darle el grado de confiabilidad a la metodología MTC en vías no pavimentadas.

Nivel explicativo: porque en base de la propuesta planteada se interpretará el grado de confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas.

4.2. Diseño de la investigación

Según el propósito del estudio es no experimental, porque se busca la comparación de las metodologías URCI y VIZIRET para comprobar la confiabilidad de la metodología del ministerio de transporte y comunicaciones (MTC) en vías no pavimentadas.

Según el número de mediciones es longitudinal, porque se recolectará la información en más de dos ocasiones.

Según las observaciones es prospectivo, ya que el estudio realizado tendrá la causa en el presente y el efecto que ocurrirán en el futuro.

4.3. Población y Muestra

Para la siguiente investigación se toma en consideración todas las carreteras no pavimentadas del Perú.

El diseño muestral de la siguiente investigación son las fallas e índice de condición en vías no pavimentadas en el Perú.

4.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.

4.4.1. Tipos de técnicas e instrumento

Para la presente investigación se usará una técnica bibliográfica recolectando información y relacionando estas para lograr el objetivo de la tesis. Para ello se recolectó manuales internacionales y manuales peruanos, imágenes y teoría.

4.4.2. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos

En la siguiente investigación, la información encontrada se reunió mediante expedientes técnicos sacado del sistema del SEACE, libros, manuales según la competencia legal de cada país en el cual se desarrolló y fotografías.

4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos.

- Descripción y análisis de información de los métodos VIZIRET, MTC, URCI en vías no pavimentadas.

- Análisis, tipo de falla, nivel de gravedad y índice de condición según cada método VIZIRET, MTC, URCI en vías no pavimentadas.
- Identificación de las características del tipo de falla, nivel de gravedad según cada método VIZIRET, MTC, URCI en vías no pavimentadas.
- Relacionar las fallas para determinar el índice de condición y el nivel de gravedad según cada método VIZIRET, MTC, URCI en vías no pavimentadas.
- Aplicar los cuadros comparativos con las metodologías VIZIRET Y URCI para determinar la confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas.

4.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para poder realizar el procesamiento de datos se utilizará la información bibliográfica de los métodos mencionados se hará una comparación para determinar el tipo de fallas, nivel de gravedad y índice de condición en vías no pavimentadas, luego las fallas se comparan con fotografías de investigaciones de vías no pavimentadas. Con esto buscamos a raíz de los parámetros e índice de condición, comparar las metodologías VIZIRET Y URCI para de ahí buscar la confiabilidad de la metodología MTC en vías no pavimentadas.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Luego de revisar los estándares de los países de Francia y EE.UU, se propone validar el grado de confiabilidad del Método MTC, ya que evalúa los tipos de fallas, magnitud, nivel severidad, índice de condición enfocándose más a la realidad; y para obtener el grado de confiabilidad se realizará el análisis, estudio y aplicación de todos los métodos (VIZIRET, URCI Y MTC), ejecutándose la investigación en las carreteras no pavimentada con la finalidad de poder estudiar, determinar y analizar todos los parámetros.

5.1. Parámetros VIZIRET y MTC.

Se ha identificado los parámetros de la metodología VIZIRET y se han relacionado con los parámetros de la metodología MTC para determinar su relación y el grado de confiabilidad.

a. Parámetro de tipo de falla

Para relacionar los parámetros, se ha comparado los tipos de fallas, magnitud y severidad que son comunes de los métodos, los mismos que se presentan en la tabla N°17 tipos de falla. El VIZIRET es un modelo francés que se aplica en Colombia, Senegal y República de Mali entre otros países, este modelo presenta ocho tipos de fallas que coinciden con cuatro tipos de falla del modelo MTC. Según el manual de inventario vial del MTC este modelo deriva del modelo VIZIRET por lo que supuestamente debería tener el mismo número de fallas.

Tabla N°17: Tipo de falla similitud y diferencias

Método	VIZIRET			MTC
	Senegal	Colombia	Rep. Mali	
Tipos de Falla				
Deformación	X	X	X	X
Baches (huecos)	X	X	X	X
Ondulaciones- Encalaminado	X	X	X	X
Lodazal y cruces de agua	X	X	X	X
Cabeza dura	X	X	X	-
Erosiones	X	X	X	X
Surco transversal	X	X	X	-
Surco longitudinal	X	X	X	-

Fuente: Elaboración propia

En términos generales la tabla N°17 permite observar que los tipos fallas del modelo MTC coinciden con las fallas del VIZIRET.

b. Parámetro de unidad de muestra

En cuanto a la dimensión de la unidad de muestra al método VIZIRET en Senegal, Colombia y Rep. Mali, plantea una unidad de muestra basado en una determinada sección de vía, con longitud de 100 m, se evalúa la condición superficial de la capa de rodadura, considerando cada tipo de deterioro o falla según el nivel de gravedad de dicho tipo y su clase de extensión.

Por otro lado, en la metodología MTC se evalúa por longitud de 500m de vía no pavimentada considerando sus deterioro y tipos de falla según su nivel de gravedad, se describe la vía no pavimentada para darle una calificación de su condición, tal como se demuestra en la tabla N°18.

Tabla N°18: Unidad de muestra diferencias

Método	VIZIRET			MTC
	Senegal	Colombia	Rep. Mali	
Unidad de Muestra	100m	100m	100m	500m

Fuente: Elaboración propia

c. Criterios de la magnitud de los tipos de falla

En cuanto al criterio de la magnitud según el tipo de falla, el método VIZIRET que se aplica en Senegal, Colombia y Rep. Mali y entre otros países, se muestra que la magnitud considerada por cada tipo de deterioro o falla se miden en metros cuadrados, N° de baches y metros lineales. Según el manual de conservación vial del MTC este modelo deriva del modelo VIZIRET por lo que supuestamente debería tener la misma magnitud. así como lo muestra la tabla N°19 donde nos permite observar que la magnitud del modelo MTC coinciden con el modelo VIZIRET.

Tabla N°19: Magnitud según tipo de falla

Método	VIZIRET			MTC
	Senegal	Colombia	Rep. Mali	
Tipos de falla	U. Medida	U. Medida	U. Medida	U. Medida
Deformación	m2	m2	m2	m2
Baches (huecos)	N° de Baches	N° de Baches	N° de Baches	N° de Baches
Ondulaciones-Encalaminado	m2	m2	m2	m2
Lodazal y cruces de agua	m2	m2	m2	m2
Cabeza dura	m2	m2	m2	-
Erosiones	m2	m2	m2	m2
Surco transversal	ml	ml	ml	-
Surco longitudinal	ml	ml	ml	-

Fuente: Elaboración propia

d. Criterio de la severidad de los tipos de falla

En cuanto al criterio de la severidad con respecto al tipos de fallas el método VIZIRET que se aplica en Senegal, Colombia y Rep. Mali y entre otros países, este modelo muestra que la severidad está clasificada según el nivel de gravedad que está conformado por tres niveles (1,2 y 3). En cuanto al modelo MTC muestra que la severidad está clasificada por niveles de gravedad esto se aplica en todos los tipos de falla en excepción de la falla lodazal y cruce de agua, su clase de extensión se mide de forma porcentual donde se describe si es leve, moderado y severo, así como se muestra en la tabla N°20 severidad por tipo de falla.

Tabla N°20: Severidad por tipos de falla

Método	VIZIRET			MTC
	Senegal	Colombia	Rep. Mali	
NIVEL DE GRAVEDAD	Severidad 1 Severidad 2 Severidad 3	Excepto para el tipo de falla lodazal y cruces de agua	Nivel 1	0: sin deterioro
			Nivel 2	1: leve (<10%)
			Nivel 3	2: moderado (10-30%)
				3: severo (> 30%)

Fuente: Elaboración propia

Tanto como en el método VIZIRET y MTC hay diferencias en casi todas las fallas y coincidiendo solo en una de ella, en cuanto al criterio de evaluación de la

severidad por tipo de falla se observa que solo coinciden en la falla de deformación, como se muestra a continuación en la tabla N°21 comparación según el nivel de gravedad.

Tabla N°21: Comparación según el nivel de gravedad

Método	VIZIRET			MTC
	Senegal	Colombia	Rep. Mali	
Tipos de Falla				
Deformación	X	X	X	X
Baches (huecos)	X	X	X	X
Ondulaciones- Encalaminado	X	X	X	X
Lodazal y cruces de agua	X	X	X	X
Cabeza dura	X	X	X	-
Erosiones	X	X	X	X
Surco trasversal	X	X	X	-
Surco longitudinal	X	X	X	-

 **Semejanza**

 **Diferencia**

Fuente: Elaboración propia

5.2. Parámetros URCI y MTC

Se ha identificado los parámetros de la metodología URCI y se han relacionado con los parámetros de la metodología MTC para determinar su relación y el grado de confiabilidad.

a) Comparación de tipo de falla

Para relacionar los parámetros, se ha comparado los tipos de fallas, magnitud y severidad que son comunes de los métodos, los mismos que se presentan en la tabla N°22 tipos de falla. El método URCI es un modelo elaborado en los estados unidos de América que se aplica en diferentes países, este modelo presenta siete tipos de fallas que coinciden con cuatro tipos de falla del modelo MTC. En el caso del modelo URCI el surco se le denomina ahuellamiento.

Tabla N°22: Tipo de falla URCI

Método	MTC	URCI
Tipos de falla		
Deformación-Surco	X	X
Baches (huecos)	X	X
Encalaminado- Corrugación	X	X
Lodazal y cruces de agua	X	-
Sección transversal incorrecta- erosión	X	X
Drenaje inadecuado en el borde de carretera	-	X
Polvo	.	X
Agregado suelto	.	X

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro unidad de muestra

En cuanto al método URCI plantea una unidad de muestra basado en una determinada sección de vía, en esta unidad está constituida por unidades simples para la inspección de las condiciones, El tamaño de la unidad simple de muestra varia de 140 a 320 m² (un aproximado de 50m longitudinales)

Por otro lado, en la metodología MTC se evalúa por longitud de 500m de vía no pavimentada considerando sus deterioro y tipos de falla según su nivel de gravedad, se describe la vía no pavimentada para darle una calificación de su condición, tal como se demuestra en la tabla N°23.

Tabla N°23: Unidad de muestra URCI

Método	VIZIRET			MTC	URCI
	Senegal	Colombia	Rep. Mali		
Unidad de Muestra	100m	100m	100m	500m	230 ± 90 m ²

Fuente: Elaboración propia

Asumiendo una sección de seis metros como se muestra en la tabla N°24

Tabla N°24: Unidad de muestra en m² URCI

Método	VIZIRET			MTC	URCI
	Senegal	Colombia	Rep. Mali		
Unidad de Muestra	600 m ²	600 m ²	600 m ²	3000 m ²	300 m ²

Fuente: Elaboración propia

c) Criterios de la magnitud de los tipos de falla

En cuanto al criterio de la magnitud según el tipo de falla, el método URCI que se aplica en diferentes países, se muestra que la magnitud considerada por cada

tipo falla se miden en metros cuadrados, N° de baches, metros lineales y metros. Así como lo muestra la tabla N°25 donde nos permite observar que la magnitud del modelo MTC coinciden en su similitud de fallas con el modelo URCI.

Tabla N°25: Magnitud según tipo de falla

Método	MTC	URCI
Tipos de falla	U. Medida	U. Medida
Deformación-Surco	m2	m2
Baches (huecos)	N° de Baches	N° de Baches
Encalaminado- Corrugación	m2	m2
Lodazal y cruces de agua	m2	-
Sección transversal incorrecta- erosión	m2	m2
Drenaje inadecuado en el borde de carretera	-	ml
Polvo	.	m
Agregado suelto	.	ml

Fuente: Elaboración propia

d) Criterio de la severidad de los tipos de falla

En cuanto al criterio de la severidad con respecto al tipos de fallas el método URCI que se aplica en diferentes países, este modelo muestra que la severidad está clasificada según el nivel de gravedad que está conformado por tres niveles (L, M y H), estos niveles de gravedad son calificados por las condiciones del tipo de falla y establece valores definidos para cada nivel de gravedad. En cuanto al modelo MTC muestra que la severidad está clasificada por niveles de gravedad esto se aplica en todos los tipos de falla en excepción de la falla lodazal y cruce de agua, su clase de extensión se mide de forma porcentual donde se describe si es leve, moderado y severo, así como se muestra en la tabla N°26 severidad por tipo de falla.

Tabla N°26: Severidad por tipo de falla-URCI

Método	URCI	MTC	
NIVEL DE GRAVEDAD	H (Alto) M (Medio) L (Bajo)	Nivel 1	0: sin deterioro
		Nivel 2	1: leve (<10%)
		Nivel 3	2: moderado (10-30%)
		Excepto para el tipo de falla lodazal y cruces de agua	3: severo (> 30%)

Fuente: Elaboración propia

5.3. Comparar el índice de condición de las metodologías URCI Y VIZIRET

Los índices de condición de Las carreteras no pavimentados se difieren en cuanto al tipo de falla, severidad, magnitud y unidad de muestra. A continuación, describiremos los índices de condición de cada metodología avanzada.

La metodología VIZIRET clasifica el índice de condición por nivel que va desde 0 a 3 siendo el nivel 0 el que no necesita ningún tipo de mantenimiento y el nivel 3 necesita reconstrucción, en la metodología URCI describe el índice de la condición de la vía no pavimentada, basado en una escala de 0 (cero), a (100) cien. donde 0 nos indica que la vía necesita reconstrucción y 100 nos indica un buen estado, y correspondiente a la metodología MTC se clasifica según una escala determinada como nos indica en la tabla N°27 donde se hace la comparación según las metodologías indicadas.

Tabla N°27: Clasificación del índice de condición según metodología

	URCI		VIZIRET		MTC
100	bueno		0		500 Bueno
85	Satisfactorio		1	400	
70	Justo o Regular			2	150	Regular
55	Pobre		3		0	Malo
40	Muy pobre				
25	Grave				
10	Falló				
0					

Fuente: Elaboración propia

En términos generales la tabla N°27 permite observar que el índice de condición del modelo MTC no coinciden con los modelos VIZIRET y URCI, siendo en la metodología URCI en la clasificación del índice de condición más detallada a comparación de las demás.

- Aplicación departamento de Pasco

Según Meza (2020), realizó el “Análisis comparativo de fallas en las vías no pavimentadas con las metodologías de mantenimiento o conservación vial (MTC) y Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI) para calificación de índice de condición en la Provincia y Departamento de Pasco – 2019”.

Aplicando la metodología VIZIRET se tiene como resultado que la vía no pavimentada evaluada presenta un nivel promedio de 2 que pertenece a un estado de Degradación constante y sensible a los usuarios como se muestra en la tabla N°28, el método MTC presenta un estado promedio de 393.24 que pertenece a un estado regular como se muestra en la tabla N°29, el método URCI presenta un estado promedio de 52.45 que pertenece a un estado pobre como se muestra en la tabla N°30.

Tabla N°28: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.

VIZIRET	
PROGRESIVA	Indice de Viabilidad
Tramo 01: 00+060 km - 0+160Km	2
Tramo 02: 00+500 km - 0+600 km.	1
Tramo 03: 01+280 km -01+380 Km	2
Tramo 04: 01+780 km -01+880 km.	1
Tramo 05: 02+060 km - 02+160 km.	2
Tramo 06: 02+510 km - 02+610 km.	2
Tramo 07: 03+280 km - 03+380 km.	2
Tramo 08: 03+840 km - 03+940 km.	1
Tramo 09: 04+300 km - 04+400 km.	1
Tramo 10: 04+830 km - 04+930 km.	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°29: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.

MTC				
CALIFICACION DEL INDICE DE CONDICION DEL TRAMO 01 AL 10				
TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO3	TRAMO 4	TRAMO 5
00+000 - 00+500	00+500 - 01+000	01+000 - 01+500	01+500 - 02+000	02+000 - 02+500
395.52	399.55	386.14	381.14	397.73
TRAMO 6	TRAMO 7	TRAMO 8	TRAMO 9	TRAMO 10
02+500 - 03+000	03+000 - 03+500	03+500 - 04+000	04+000 - 04+500	04+500 - 05+000
396.55	396.84	390.8	394.61	393.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°30: Resultado de Estado de Condición según el Método URCL.

URCI		
PROGRESIVA	Estado de Transitibilidad	Calificacion
Tramo 01: 00+060 km - 0+116Km	53.50	Pobre
Tramo 02: 00+500 km - 0+580 km.	49.00	Pobre
Tramo 03: 01+280 km -01+380 Km	54.20	Pobre
Tramo 04: 01+780 km -01+860 km.	50.40	Pobre
Tramo 05: 02+060 km - 02+100 km.	49.00	Pobre
Tramo 06: 02+510 km - 02+660 km.	55.00	Regular
Tramo 07: 03+280 km - 03+380 km.	55.00	Regular
Tramo 08: 03+840 km - 03+940 km.	55.00	Regular
Tramo 09: 04+300 km - 04+440 km.	50.40	Pobre
Tramo 10: 04+830 km - 04+960 km.	53.00	Pobre

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°31: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 1

Método	VIZIRET	MTC	URCI
Índice de Condición	Pobre	Regular	Pobre

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, los métodos URCI y VIZIRET coinciden en el resultado y difieren ambos con el método MTC.

- Aplicación departamento de Abancay-Andahuaylas

Según Cardenas (2012), realizó el “Estudio comparativo de metodologías de relevamiento de fallas en caminos no pavimentados”.

Aplicando la metodología VIZIRET se tiene como resultado que la vía no pavimentada evaluada presenta un nivel promedio de 1 que pertenece a un estado de Degradación leve y poco sensible a los usuarios como se muestra en la tabla N°32, el método MTC presenta un estado de condición pobre como se muestra en la tabla N°33, el método URCI presenta un estado promedio de 54.80 que pertenece a un estado pobre como se muestra en la tabla N°34.

Tabla N°32: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.

VIZIRET	
PROGRESIVA	Índice de Viabilidad
Tramo 01: 00+060 km - 0+160Km	1
Tramo 02: 00+500 km - 0+600 km.	2
Tramo 03: 01+280 km -01+380 Km	1
Tramo 04: 01+780 km -01+880 km.	1
Tramo 05: 02+060 km - 02+160 km.	1
Tramo 06: 02+510 km - 02+610 km.	2
Tramo 07: 03+280 km - 03+380 km.	1
Tramo 08: 03+840 km - 03+940 km.	2
Tramo 09: 04+300 km - 04+400 km.	2
Tramo 10: 04+830 km - 04+930 km.	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°33: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.

MTC				
CALIFICACION DEL INDICE DE CONDICION DEL TRAMO 01 AL 10				
TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5
00+000 - 00+500	00+500 - 01+000	01+000 - 01+500	01+500 - 02+000	02+000 - 02+500
Pobre	Pobre	Pobre	Regular	Regular
TRAMO 6	TRAMO 7	TRAMO 8	TRAMO 9	TRAMO 10
02+500 - 03+000	03+000 - 03+500	03+500 - 04+000	04+000 - 04+500	04+500 - 05+000
Regular	Pobre	Pobre	Pobre	Regular

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°34: Resultado de Estado de Condición según el Método URCI.

URCI		
PROGRESIVA	Estado de Transitibilidad	Calificacion
Tramo 01: 00+000 km - 0+050Km	55.00	Pobre
Tramo 02: 00+500 km - 00+550 km.	51.00	Pobre
Tramo 03: 01+00 km -01+050 Km	57.00	Regular
Tramo 04: 01+500 km -01+550 km.	58.00	Regular
Tramo 05: 02+000 km - 02+050 km.	56.00	Regular
Tramo 06: 02+500 km - 02+550 km.	55.00	Pobre
Tramo 07: 03+000 km - 03+050 km.	56.00	Regular
Tramo 08: 03+500 km - 03+550 km.	49.00	Pobre
Tramo 09: 04+000 km - 04+050 km.	54.00	Pobre
Tramo 10: 04+500 km - 04+050 km.	57.00	Regular

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°35: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 2

Método	VIZIRET	MTC	URCI
Índice de Condición	Regular	Pobre	Pobre

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, los métodos URCI y MTC coinciden en el resultado y difieren ambos con el método VIZIRET.

- Aplicación departamento de Lima provincia Huaral

Según Urano & Vargas (2019), realizó el “El estado de condición de una carretera no pavimentada y los tipos de intervención, aplicando MTC, URCI, TMH-12 de la ruta LM -580”

Aplicando la metodología VIZIRET se tiene como resultado que la vía no pavimentada evaluada presenta un nivel promedio de 2 que pertenece a un estado de Degradación constante y sensible a los usuarios como se muestra en la tabla N°36, el método MTC presenta un estado de condición bueno como se muestra en la tabla N°37, el método URCI presenta un estado promedio de 53 que pertenece a un estado pobre como se muestra en la tabla N°38.

Tabla N°36: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.

VIZIRET	
PROGRESIVA	Indice de Viabilidad
Tramo 01: 00+060 km - 0+160Km	2
Tramo 02: 00+500 km - 0+600 km.	1
Tramo 03: 01+280 km -01+380 Km	1
Tramo 04: 01+780 km -01+880 km.	1
Tramo 05: 02+060 km - 02+160 km.	2
Tramo 06: 02+510 km - 02+610 km.	2
Tramo 07: 03+280 km - 03+380 km.	3
Tramo 08: 03+840 km - 03+940 km.	2
Tramo 09: 04+300 km - 04+400 km.	1
Tramo 10: 04+830 km - 04+930 km.	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°37: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.

MTC				
CALIFICACION DEÍ INDICE DE CONDICION DEL TRAMO 01 AL 10				
TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO3	TRAMO 4	TRAMO 5
00+000 - 00+500	00+500 - 01+000	01+000 - 01+500	01+500 - 02+000	02+000 - 02+500
411.8	441.16	434.65	446.13	434.83
TRAMO 6	TRAMO 7	TRAMO 8	TRAMO 9	TRAMO 10
02+500 - 03+000	03+000 - 03+500	03+500 - 04+000	04+000 - 04+500	04+500 - 05+000
446.05	471.85	436.14	442.27	418.317

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°38: Resultado de Estado de Condición según el Método URCI.

URCI		
PROGRESIVA	Estado de Transitibilidad	Calificacion
Tramo 01: 00+060 km - 0+116Km	44.00	Pobre
Tramo 02: 00+500 km - 0+580 km.	55.00	Pobre
Tramo 03: 01+280 km -01+380 Km	67.00	Regular
Tramo 04: 01+780 km -01+860 km.	65.00	Regular
Tramo 05: 02+060 km - 02+100 km.	47.00	Pobre
Tramo 06: 02+510 km - 02+660 km.	51.00	Pobre
Tramo 07: 03+280 km - 03+380 km.	40.00	Muy Pobre
Tramo 08: 03+840 km - 03+940 km.	48.00	Pobre
Tramo 09: 04+300 km - 04+440 km.	58.00	Regular
Tramo 10: 04+830 km - 04+960 km.	55.00	Pobre

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°39: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 3

Método	VIZIRET	MTC	URCI
Índice de Condición	Pobre	Bueno	Pobre

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, los métodos VIZIRET y URCI coinciden en el resultado y difieren ambos con el método MTC.

- Aplicación departamento de Lima provincia de Huara

Según Alatta & Izaguirre (2019), realizó el “Evaluación de la condición de servicio de las vías vecinales y propuesta de inclusión de sus estándares de conservación al manual de conservación del MTC”.

Aplicando la metodología VIZIRET se tiene como resultado que la vía no pavimentada evaluada presenta un nivel promedio de 2 que pertenece a un estado de Degradación constante y sensible a los usuarios como se muestra en la tabla N°40, el método MTC presenta un estado de condición bueno como se muestra en la tabla N°41, el método URCI presenta un estado promedio de 52.5 que pertenece a un estado pobre como se muestra en la tabla N°42.

Tabla N°40: Resultado de Estado de Condición según el Método VIZIRET.

VIZIRET	
PROGRESIVA	Indice de Viabilidad
Tramo 01: 00+060 km - 0+160Km	2
Tramo 02: 00+500 km - 0+600 km.	2
Tramo 03: 01+280 km -01+380 Km	1
Tramo 04: 01+780 km -01+880 km.	2
Tramo 05: 02+060 km - 02+160 km.	2
Tramo 06: 02+510 km - 02+610 km.	1
Tramo 07: 03+280 km - 03+380 km.	2
Tramo 08: 03+840 km - 03+940 km.	1
Tramo 09: 04+300 km - 04+400 km.	1
Tramo 10: 04+830 km - 04+930 km.	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°41: Resultado de Estado de Condición según el Método MTC.

MTC				
CALIFICACION DEI INDICE DE CONDICION DEL TRAMO 01 AL 10				
TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO3	TRAMO 4	TRAMO 5
00+000 - 00+500	01+000 - 01+500	02+000 - 02+500	03+000 - 03+500	04+000 - 04+500
382.5	386.74	406.84	390.71	394.73
TRAMO 6	TRAMO 7	TRAMO 8	TRAMO 9	TRAMO 10
05+000 - 05+500	06+000 - 06+500	07+000 - 07+500	08+000 - 08+500	09+000 - 09+500
461.94	386.04	423.74	446.46	397.81

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°42: Resultado de Estado de Condición según el Método URCI.

URCI		
PROGRESIVA	Estado de Transitibilidad	Calificacion
Tramo 01: 00+000 km - 0+085Km	45.00	Pobre
Tramo 02: 01+000 km - 1+085 km.	53.00	Pobre
Tramo 03: 02+000 km -02+085 Km	60.00	Regular
Tramo 03: 03+000 km -03+085 km.	49.00	Pobre
Tramo 05: 04+000 km - 04+085 km.	41.00	Pobre
Tramo 06: 05+000 km - 05+085 km.	62.00	Regular
Tramo 07: 06+000 km - 06+085 km.	45.00	Pobre
Tramo 08: 07+000 km - 07+085 km.	60.00	Regular
Tramo 09: 08+000 km - 08+085 km.	60.00	Regular
Tramo 10: 09+000 km - 09+085 km.	50.00	pobre

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°43: Resumen de Resultado de Estado de Condición investigación 4

Método	VIZIRET	MTC	URCI
Índice de Condición	Pobre	Bueno	Pobre

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, los métodos VIZIRET y URCI coinciden en el resultado y difieren ambos con el método MTC

- Grado de confiabilidad

Para la obtención de resultados se realizó por el método estadístico de Chi Cuadrado y se procedió en realizar con los datos de los índices de condición para cada metodología VIZIRET y URCI, para dar el grado de confiabilidad a la metodología del MTC.

Previamente se tomó datos de índice de condición de investigaciones de carreteras no pavimentadas Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67.

-Comparación de método VIZIRET Y MTC

Por la diferencia de rango de clasificación de ambas metodologías, en las Tablas N°28, N°29, N°32, N°33, N°36, N°37, N°40 y N°41 podemos observar que, si existen diferencias y similitudes en los resultados de cada unidad de muestreo. Teniendo como resultado final la Tabla N°44.

Tabla N°44: Resultado general aplicando el método VIZIRET y MTC

	VIZIRET	MTC
Tesis 1	NIVEL 2	REGULAR
Tesis 2	NIVEL 1	POBRE
Tesis 3	NIVEL 2	BUENO
Tesis 4	NIVEL 2	BUENO

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar si existen diferencia y similitudes aplicamos la prueba estadística de chi cuadrado.

Para este caso plantearemos la siguiente sub hipótesis:

- Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis Nula (Ho): No existe relación entre las calificaciones obtenidas mediante las metodologías VIZIRET y MTC

Hipótesis Alternativa (Ha): Si existe relación entre las calificaciones obtenidas mediante las metodologías VIZIRET y MTC.

- Nivel de Significancia

Se trabajará con un nivel de significancia de 1% que equivale a un nivel de confianza de 99% ($\alpha = 0.01$)

- Prueba χ^2 de Pearson en la investigación N°1

Paso 1: Determinar las frecuencias observadas

Tabla N°45: Frecuencia observada investigación N°1

VIZIRET VS MTC	BUENO	REGULAR	MALO	TOTAL
Nivel 0	0	0	0	0
Nivel 1	0	14	0	14
Nivel 2	0	0	6	6
Nivel 3	0	0	0	0
TOTAL	0	14	6	20

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Determinar las frecuencias esperadas

Tabla N°46: Frecuencia esperada investigación N°1

fe (frecuencia esperada)		
0	0	0
0	9.8	0
0	0	1.8
0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determinar el chi cuadrado calculado

Tabla N°47: Determinación del chi cuadrado investigación N°1

fo	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	(fo-fe) ² /fe
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
14	9.8	4.2	17.64	1.80
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
6	1.8	4.2	17.64	9.80
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
			TOTAL	11.60

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (4-1) * (3-1) = 6$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x2crítico = x2gl; \alpha$$

$$x2crítico = x26; 0.01$$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67, se obtuvo un valor de 16.812.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente

Si

$x2crítico < x2calculado$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x2crítico > x2calculado$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado. $11.60 < 16.812$

Entonces si cumple la hipótesis nula, no se acepta la hipótesis alternativa; o sea que no existe relación entre ambas metodologías.

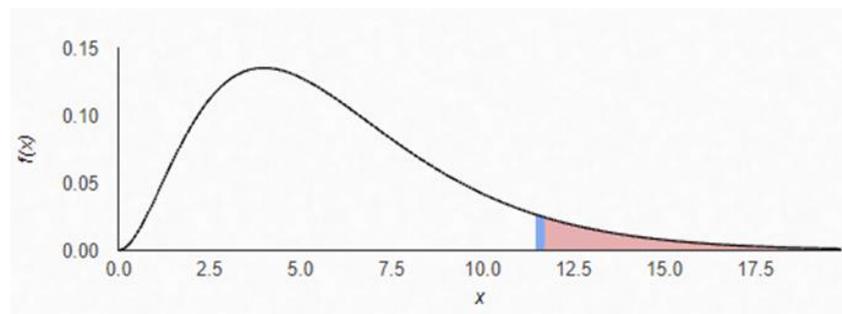


Figura N°59: Distribución Chi cuadrado

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia = 0.07177, Es decir, un grado de confiabilidad de 92.82

➤ Prueba x^2 de Pearson en la investigación N°2

Paso 1: Determinar las frecuencias observadas

Tabla N°48: Frecuencia observada investigación N°2

VIZIRET VS MTC	BUENO	REGULAR	MALO	TOTAL
Nivel 0	0	0	0	0
Nivel 1	0	13	0	11
Nivel 2	0	0	7	9
Nivel 3	0	0	0	0
TOTAL	0	13	7	20

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Determinar las frecuencias esperadas

Tabla N°49: Frecuencia esperadas investigación N°2

fe (frecuencia esperada)		
0	0	0
0	7.15	0
0	0	3.15
0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determinar el chi cuadrado calculado

Tabla N°50: Determinación del chi cuadrado investigación N°2

fo	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	(fo-fe) ² /fe
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
11	6.05	4.95	24.5025	4.05
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
9	4.05	4.95	24.5025	6.05
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
			TOTAL	10.10

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (4-1) * (3-1) = 6$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x2_{crítico} = x2_{gl; \alpha}$$

$x^2_{crítico} = x^2_{26}; 0.01$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67, se obtuvo un valor de 16.812.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente

Si

$x^2_{crítico} < x^2_{calculado}$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x^2_{crítico} > x^2_{calculado}$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado. $10.10 < 16.812$

Entonces si cumple la hipótesis nula, no se acepta la hipótesis alternativa; o sea que no existe relación entre ambas metodologías.

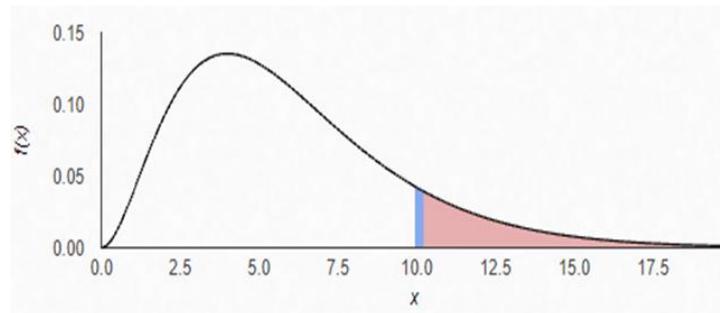


Figura N°60: Distribución Chi cuadrado 2

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia =0.12091, Es decir un grado de confiabilidad de 87.91

➤ Prueba x^2 de Pearson en la investigación N°3

Paso 1: Determinar las frecuencias observadas

Tabla N°51: Frecuencia observada investigación N°3

VIZIRET VS MTC	BUENO	REGULAR	MALO	TOTAL
Nivel 0	10	0	0	10
Nivel 1	0	4	0	4
Nivel 2	0	0	5	5
Nivel 3	0	0	1	1
TOTAL	10	4	6	20

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Determinar las frecuencias esperadas

Tabla N°52: Frecuencia esperadas investigación N°3

fe (frecuencia esperada)		
5	0	0
0	0.8	0
0	0	1.5
0	0	0.3

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determinar el chi cuadrado calculado

Tabla N°53: Determinación del chi cuadrado investigación N°3

fo	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	(fo-fe) ² /fe
10	5	5	25	5
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
4	1.25	2.75	7.5625	6.05
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
5	1.25	3.75	14.0625	11.25
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	0.3	0.7	0.49	1.63
			TOTAL	23.93

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (4-1) * (3-1) = 6$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x_{2crítico} = x_{2gl; \alpha}$$

$$x_{2crítico} = x_{26; 0.01}$$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67, se obtuvo un valor de 26.217.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente

Si

$x_{2crítico} < x_{2calculado}$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x^2_{crítico} > x^2_{calculado}$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado. $23.93 < 16.812$

Entonces si cumple la hipótesis nula, no se acepta la hipótesis alternativa; o sea que si existe relación entre ambas metodologías.

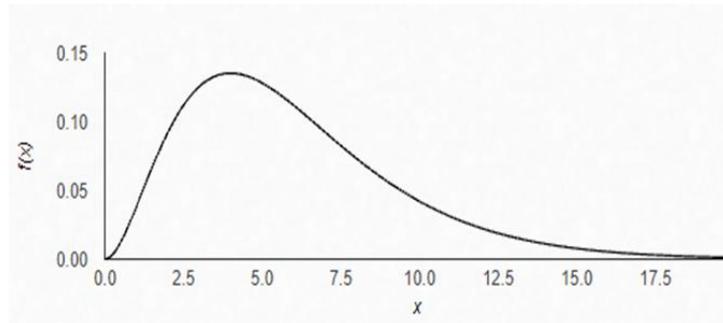


Figura N°61: Distribución Chi cuadrado 3

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia $=0.00054$, Es decir un grado de confiabilidad de 99.95

➤ Prueba x^2 de Pearson en la investigación N°4

Paso 1: Determinar las frecuencias observadas

Tabla N°54: Frecuencia observada investigación N°4

VIZIRET VS MTC	BUENO	REGULAR	MALO	TOTAL
Nivel 0	4	0	0	4
Nivel 1	0	10	0	10
Nivel 2	0	0	6	6
Nivel 3	0	0	0	0
TOTAL	4	10	6	20

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Determinar las frecuencias esperadas

Tabla N°55: Frecuencia esperadas investigación N°4

fe (frecuencia esperada)		
0.8	0	0
0	5	0
0	0	1.8
0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determinar el chi cuadrado calculado

Tabla N°56: Determinación del chi cuadrado investigación N°4

fo	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	(fo-fe) ² / fe
4	0.8	3.2	10.24	12.8
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
10	5	5	25	5
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
6	1.8	4.2	17.64	9.8
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
			TOTAL	27.60

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (4-1) * (3-1) = 6$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x_{2crítico} = x_{2gl; \alpha}$$

$$x_{2crítico} = x_{26; 0.01}$$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67, se obtuvo un valor de 16.812.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente

Si

$x_{2crítico} < x_{2calculado}$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x_{2crítico} > x_{2calculado}$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado. $27.60 < 16.812$

Entonces si cumple la hipótesis nula, no se acepta la hipótesis alternativa; o sea que si existe relación entre ambas metodologías.

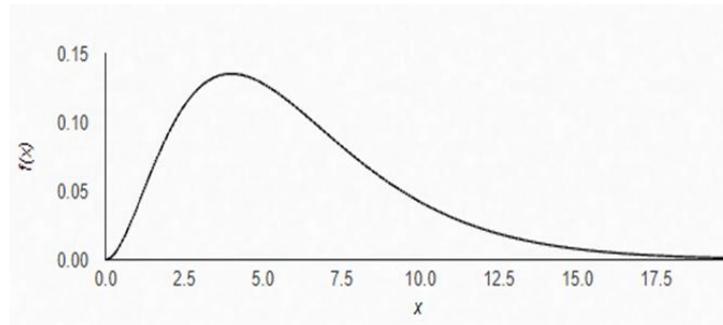


Figura N°62: Distribución Chi cuadrado 4

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia =0.00011, Es decir un grado de confiabilidad de 99.99

-Comparación de método URCI Y MTC

Por la diferencia de rango de clasificación de ambas metodologías, en las Tablas N°29, N°30, N°33, N°34, N°37, N°38, N°41 y N°42 podemos observar que, si existen diferencias y similitudes en los resultados de cada unidad de muestreo. Teniendo como resultado final la Tabla N°57.

Tabla N°57: Resultado general aplicando el método URCI y MTC

	URCI	MTC
Tesis 1	POBRE	REGULAR
Tesis 2	POBRE	POBRE
Tesis 3	POBRE	BUENO
Tesis 4	POBRE	BUENO

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar si existen diferencia y similitudes aplicamos la prueba estadística de chi cuadrado.

Para este caso plantearemos la siguiente sub hipótesis:

- Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis Nula (Ho): No existe relación entre las calificaciones obtenidas mediante las metodologías URCI y MTC

Hipótesis Alternativa (Ha): Si existe relación entre las calificaciones obtenidas mediante las metodologías URCI y MTC.

- Nivel de Significancia

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (7-1) * (3-1) = 12$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x_{2crítico} = x_{2gl; \alpha}$$

$$x_{2crítico} = x_{212; 0.01}$$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67, se obtuvo un valor de 26.217.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente

Si

$x_{2crítico} < x_{2calculado}$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x_{2crítico} > x_{2calculado}$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado. $10.90 < 26.217$

Entonces si cumple la hipótesis nula, no se acepta la hipótesis alternativa; o sea que no existe relación entre ambas metodologías.

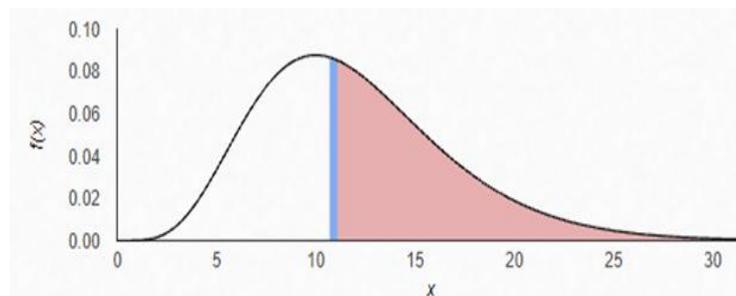


Figura N°63: Distribución Chi cuadrado URIC 1

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia = 0.53837, Es decir un grado de confiabilidad de 46.16

- Prueba x^2 de Pearson en la investigación N°2

Paso 1: Determinar las frecuencias observadas

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (7-1) * (3-1) = 12$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x_{2crítico} = x_{2gl; \alpha}$$

$$x_{2crítico} = x_{212; 0.01}$$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67, se obtuvo un valor de 26.217.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente

Si

$x_{2crítico} < x_{2calculado}$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x_{2crítico} > x_{2calculado}$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado. $10.10 < 26.217$

Entonces si cumple la hipótesis nula, no se acepta la hipótesis alternativa; o sea que no existe relación entre ambas metodologías.

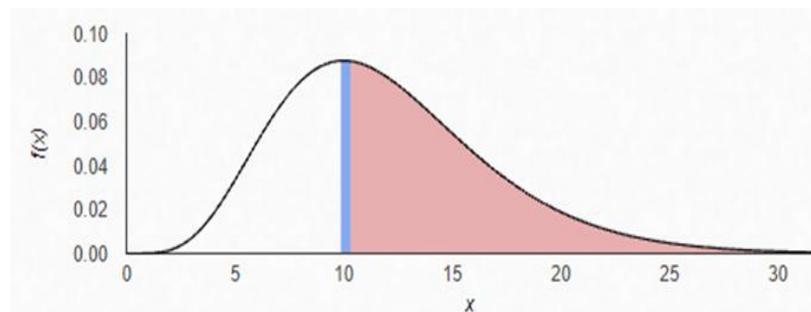


Figura N°64: Distribución Chi cuadrado URCI 2

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia = 0.60807, Es decir un grado de confiabilidad de 39.19

- Prueba x^2 de Pearson en la investigación N°3

Paso 1: Determinar las frecuencias observadas

Tabla N°64: Frecuencia observada investigación N°3

URCI VS MTC	BUENO	REGULAR	MALO	TOTAL
BUENO	10	0	0	10
SATISFACTORIO	0	0	0	0
JUSTO- REGULAR	0	3	0	3
POBRE	0	0	6	6
MUY POBRE	0	0	1	1
GRAVE	0	0	0	0
FALLO	0	0	0	0
TOTAL	10	3	7	20

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Determinar las frecuencias esperadas

Tabla N°65: Frecuencia esperadas investigación N°3

fe (frecuencia esperada)		
5	0	0
0	0	0
0	0.45	0
0	0	2.1
0	0	0.35
0	0	0
0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determinar el chi cuadrado calculado

Tabla N°66: Determinación del chi cuadrado investigación N°3

fo	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	(fo-fe) ² /fe
10	5	5	25	5
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
3	0.45	2.55	6.50	14.45
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
6	2.1	3.9	15.21	7.24
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	0.35	0.65	0.4225	1.21
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
TOTAL				27.90

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (7-1) * (3-1) = 12$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x2crítico = x2gl; \alpha$$

$$x2crítico = x212; 0.01$$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°65, se obtuvo un valor de 26.217.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente:

Si

$x2crítico < x2calculado$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x2crítico > x2calculado$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado. $27.90 > 26.217$

Entonces no se cumple la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa; o sea que si existe relación entre ambas metodologías.

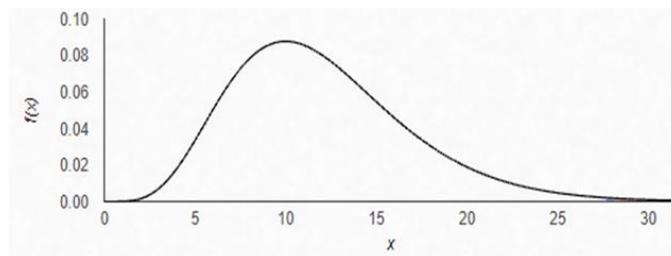


Figura N°65: Distribución Chi cuadrado URICI 3

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia = 0.00574, Es decir un grado de confiabilidad de 99.43

- Prueba x^2 de Pearson en la investigación N°4

Paso 1: Determinar las frecuencias observadas

Tabla N°65: Frecuencia observada investigación N°4

URCI VS MTC	BUENO	REGULAR	MALO	TOTAL
BUENO	4	0	0	4
SATISFACTORIO	0	0	0	0
JUSTO- REGULAR	0	6	0	6
POBRE	0	0	10	10
MUY POBRE	0	0	0	0
GRAVE	0	0	0	0
FALLO	0	0	0	0
TOTAL	4	6	10	20

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Determinar las frecuencias esperadas

Tabla N°66: Frecuencia esperadas investigación N°4

fe (frecuencia esperada)		
0.8	0	0
0	0	0
0	1.8	0
0	0	5
0	0	0
0	0	0
0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determinar el chi cuadrado calculado

Tabla N°67: Determinación del chi cuadrado investigación N°4

fo	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	(fo-fe) ² / fe
4	0.8	3.2	10.24	12.8
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
6	1.8	4.2	17.64	9.8
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
10	5	5	25	5.00
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.00
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
TOTAL				27.60

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Determinar el nivel significancia y grado de libertad

$$\alpha = 0.01$$

$$gl = (7-1) * (3-1) = 12$$

Paso 5: Determinar el chi cuadrado crítico

$$x2crítico = x2gl; \alpha$$

$$x2crítico = x212; 0.01$$

Tabulando los valores de nivel de significancia y el grado de libertad en la tabla de distribución de chi cuadrado que se muestra en la Figura N°67, se obtuvo un valor de 26.217.

Entonces el criterio de decisión es la siguiente:

Si

$x2crítico < x2calculado$, No se cumple la hipótesis nula H_0

$x2crítico > x2calculado$, Se cumple la hipótesis nula H_0

Según los resultados se obtuvo que el chi cuadrado crítico es menor que el chi cuadrado calculado.

$$27.60 > 26.217$$

Entonces no se cumple la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa; o sea que si existe relación entre ambas metodologías.

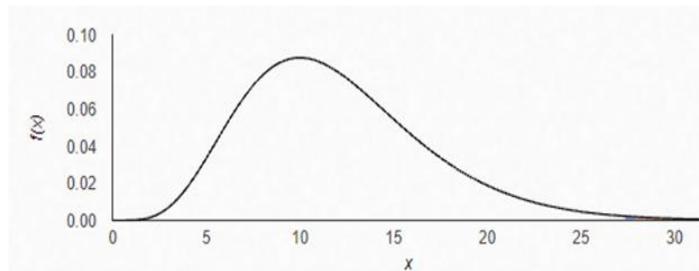
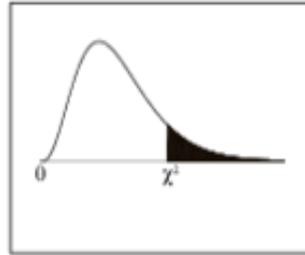


Figura N°66: Distribución Chi cuadrado URCI

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un nivel de significancia =0.00635, Es decir un grado de confiabilidad de 99.37

Chi-Square Distribution Table



The shaded area is equal to α for $\chi^2 = \chi^2_{\alpha}$.

<i>df</i>	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.990}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.950}$	$\chi^2_{.900}$	$\chi^2_{.100}$	$\chi^2_{.050}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.010}$	$\chi^2_{.005}$
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.088	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169

Figura N°67: Tabla de distribución de chi cuadrado

Fuente: Engineering Tables Chi Squared Distribution.

5.4. Análisis de resultados

5.4.1. Análisis VIZIRET Y MTC

Como la metodología MTC deriva de la metodología VIZIRET se pudo comprobar que en cuanto en los parámetros de tipos de falla coinciden en su mayoría. En la Unidad de muestra presenta una clara diferencia, En VIZIRET su unidad de muestra en evaluación es de 100m de una carretera aplicándose en Colombia, Republica de Mali y Senegal. En MTC su unidad de muestra para la evaluación es de 500m muy diferente con el VIZIRET esto indica que hubo diferentes criterios para la evaluación de una carretera teniendo en cuenta que la metodología MTC deriva de VIZIRET.

En cuanto a la magnitud de los tipos de falla en las dos metodologías tanto como MTC y VIZIRET tienen en su mayoría la misma magnitud en metros cuadrados por tipo de falla, y en baches las dos metodologías su magnitud es por números de baches.

En cuanto al criterio de la severidad de las metodologías en VIZIRET se clasificada según el nivel de gravedad que está conformado por tres niveles (1,2 y 3). En cuanto al modelo MTC muestra que la severidad está clasificada por niveles de gravedad esto se aplica en todos los tipos de falla en excepción de la falla lodazal y cruce de agua, su clase de extensión se mide de forma porcentual donde se describe si es leve, moderado y severo, así como se muestra en la tabla N°20 severidad por tipo de falla.

5.4.2. Análisis URCI Y MTC

En cuanto a la metodología URCI tiene más variedad de fallas, esto describe mejor el estado de las vías no pavimentadas y en MTC Solo considera 6 fallas de las cuales el lodazal como el cruce de agua son similares, El manual de URCI solo coincide como cuatro tipos de falla con la metodología URCI en deformación, baches, Encalaminado o corrugación, sección transversal incorrecta o erosión. En cuanto a BACHES se califica por las mismas causas, en MTC se rige por mediciones de diámetro y profundidad, pero el URCI hace un cálculo de cantidad considerando sus dimensiones.

En la Metodología URCI tiene 7 niveles de calificación de condición que genera una percepción más precisa sobre la condición de la vía no

pavimentada. Por su parte en la metodología del MTC al contar con tres niveles de medición genera un cálculo de Condición subjetiva a vía no pavimentada.

La Metodología URCI parte gráficos de cada tipo de falla especifica rangos de valores para cada grado de severidad. En cuanto al MTC se tiene que tener registrado en progresiva los tipos de falla para su cálculo de área para luego su identificación de severidad y luego darles puntajes de condición, donde URCI presenta varias ventajas donde se hace más practico el proceso de evaluación de la Condición y en MTC presenta más dificultad en su proceso de medición para obtener el índice de condición

5.4.3. Índice de condición

Tabla N°68: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos

Muestra	VIZIRET		MTC		URCI	
	Indice de Condicion		Indice de condicion		Indice de Condicion	
	Calificacion	(0-3)	Calificacion	(0-500)	Calificacion	(0-100)
M1	Pobre	2	Regular	395.52	Pobre	53.50
M2	Regular	1	Regular	399.55	Pobre	49.00
M3	Pobre	2	Regular	386.14	Pobre	54.20
M4	Regular	1	Regular	381.14	Pobre	50.40
M5	Pobre	2	Regular	397.73	Pobre	49.00
M6	Pobre	2	Regular	396.55	Regular	55.00
M7	Pobre	2	Regular	396.84	Regular	55.00
M8	Regular	1	Regular	390.80	Regular	55.00
M9	Regular	1	Regular	394.61	Pobre	50.40
M10	Pobre	2	Regular	393.56	Pobre	53.00

Resultados	Pobre	2	Regular	393.244	Pobre	52.45
-------------------	--------------	----------	----------------	----------------	--------------	--------------

Fuente: Elaboración propio

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas de la tesis “Análisis comparativo de fallas en las vías no pavimentadas con las metodologías de mantenimiento o conservación vial (MTC) y Unsurfaced Road Maintenance Management (URMM) para calificación de índice de condición en la Provincia y Departamento de Pasco – 2019”, utilizando el método VIZIRET para una unidad de muestra de 10 presenta un nivel promedio de 2 que pertenece a un estado de Degradación constante y sensible a los usuarios, al analizar la muestra con el método MTC presenta un estado promedio de 393.244 que pertenece a un estado regular, como se puede observar ambos métodos no coinciden,

esto se debe a que los métodos tiene muestras diferentes en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método VIZIRET es un método de evaluación visual y el método MTC es visual y métrico por lo que el método VIZIRET es más adecuado en utilizar ya que nos da mayor facilidad de poder determina el estado de condición de la carretera no pavimentada.(Ver Tabla N°68).

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas, utilizando el método MTC presenta un estado promedio de 393.244 que pertenece a un estado regular, al analizar la muestra con el método URCI presenta un estado promedio de 52.45 que pertenece a un estado pobre, como se puede observar ambos métodos no coinciden, esto se debe a que los métodos tiene muestras diferentes en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método URCI es más adecuado en utilizar debido a que con una muestra de 50 ml nos da mayor facilidad de poder determina el estado de condición de la carretera no pavimentada.(Ver Tabla N°68).

Según la tabla N°69 Se puede observar que la evolución del estado de condición por la metodología MTC en todas las unidades de muestra presenta un estado Regular, Por otro lado, Según URCI y VIZIRET presentan en su gran mayoría resultados de índice de condición Pobres.

Tabla N°69: Resumen de porcentual del índice de condición, de los 3 métodos

Condición	N° condición	Porcentaje
Bueno	0	0%
Regular	17	57%
Pobre	13	43%
Total	30	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla N°69 el 57% de la evaluación del índice de condición es regular, por lo que también se considera que la metodología MTC es 35 % confiable a comparación de las otras metodologías.

Tabla N°70: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos

Muestra	VIZIRET		MTC		URCI	
	Indice de Condicion		Indice de condicion		Indice de Condicion	
	Calificacion	(0-3)	Calificacion	(0-500)	Calificacion	(0-100)
M1	Regular	1	Pobre		Pobre	55.00
M2	Pobre	2	Pobre		Pobre	51.00
M3	Regular	1	Pobre		Regular	57.00
M4	Regular	1	Regular		Regular	58.00
M5	Regular	1	Regular		Regular	56.00
M6	Pobre	2	Regular		Pobre	55.00
M7	Regular	1	Pobre		Regular	56.00
M8	Pobre	2	Pobre		Pobre	49.00
M9	Pobre	2	Pobre		Pobre	54.00
M10	Regular	1	Regular		Regular	57.00
Resultados	Regular	1	Pobre		Pobre	54.8

Fuente: Elaboración propia

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas de la tesis, “Estudio comparativo de metodologías de relevamiento de fallas en caminos no pavimentados” utilizando el método VIZIRET para una unidad de muestra de 10 presenta un nivel promedio de 1 que pertenece a un estado de Degradación leve y sensible a los usuarios, al analizar la muestra con el método MTC presenta un estado pobre , como se puede observar ambos métodos no coinciden, esto se debe a que los métodos tiene muestras diferentes en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método VIZIRET es más adecuado en utilizar ya que nos da mayor facilidad de poder determina el estado de condición de la carretera no pavimentada.(Ver Tabla N°70).

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas, utilizando el método MTC presenta un estado pobre , al analizar la muestra con el método URCI presenta un estado promedio de 54.80 que pertenece a un estado pobre, como se puede observar ambos métodos no coinciden, esto se debe a que los métodos tiene muestras diferentes en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método URCI es más adecuado en utilizar debido a que con una muestra de 50 ml nos da mayor facilidad de poder determina el estado de condición de la carretera no pavimentada.(Ver Tabla N°70).

-Según la tabla N°71 Se puede observar que la evolución del estado de condición por la metodología MTC en todas las unidades de muestra presenta

un estado Regular, Por otro lado, Según URCI y VIZIRET presentan en su gran mayoría resultados de índice de condición Pobres.

Tabla N°71: Resumen de porcentual del índice de condición, de los 3 métodos

Condición	N° condición	Porcentaje
Bueno	0	0%
Regular	15	50%
Pobre	15	50%
Total	30	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla N°71 el 50% de la evaluación del índice de condición es regular, por lo que también se considera que la metodología MTC es 90% confiable a comparación de las otras metodologías.

Tabla N°72: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos

Muestra	VIZIRET		MTC		URCI	
	Indice de Condicion		Indice de condicion		Indice de Condicion	
	Calificacion	(0-3)	Calificacion	(0-500)	Calificacion	(0-100)
M1	Pobre	2	Bueno	411.8	Pobre	44.00
M2	Regular	1	Bueno	441.16	Pobre	55.00
M3	Regular	1	Bueno	434.65	Regular	67.00
M4	Regular	1	Bueno	446.13	Regular	65.00
M5	Pobre	2	Bueno	434.83	Pobre	47.00
M6	Pobre	2	Bueno	446.05	Pobre	51.00
M7	Muy pobre	3	Bueno	471.85	Muy Pobre	40.00
M8	Pobre	2	Bueno	436.14	Pobre	48.00
M9	Regular	1	Bueno	442.27	Regular	58.00
M10	Pobre	2	Bueno	418.317	Pobre	55.00
Resultados	Pobre	2	Bueno	438.3197	Pobre	53

Fuente: Elaboración propia

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas de la tesis, “El estado de condición de una carretera no pavimentada y los tipos de intervención, aplicando MTC, URCI, TMH-12 de la ruta LM -580” utilizando el método VIZIRET para una unidad de muestra de 10 presenta un nivel promedio de 2 que pertenece a un estado de Degradación constante y sensible a los usuarios, al analizar la muestra con el método MTC presenta un estado bueno, como se puede observar ambos

métodos no coinciden, esto se debe a que los métodos tiene muestras diferentes en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método VIZIRET es más adecuado en utilizar ya que nos da mayor facilidad de poder determina el estado de condición de la carretera no pavimentada.(Ver Tabla N°72).

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas, utilizando el método MTC presenta un estado pobre , al analizar la muestra con el método URCI presenta un estado promedio de 53 que pertenece a un estado pobre, como se puede observar ambos métodos no coinciden, esto se debe a que los métodos tiene muestras diferentes en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método URCI es más adecuado en utilizar debido a que con una muestra de 50 ml nos da mayor facilidad abarcando los niveles de severidad y curvas de valores deducible para cada deterioro, siendo más específico las fallas, por lo que podemos determinar que el URCI nos brinda mejores resultados por su tipo de evaluación, toma de datos y formato.(Ver Tabla N°72).

Según la tabla N°73 Se puede observar que la evolución del estado de condición por la metodología MTC en todas las unidades de muestra presenta un estado bueno, Por otro lado, Según URCI y VIZIRET presentan en su gran mayoría resultados de índice de condición Pobres.

Tabla N°73: Resumen de porcentual del índice de condición, de los 3 métodos

Condición	N° condición	Porcentaje
Bueno	10	33%
Regular	7	23%
Pobre	11	37%
Muy pobre	2	7%
Total	30	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla N°73 el 33% de la evaluación del índice de condición es bueno y 37% de la evaluación del índice de condición es pobre por lo que también se considera que la metodología MTC es 33% confiable a comparación de las otras metodologías.

Tabla N°74: Resumen de resultados de índice de condición, de los 3 métodos

Muestra	VIZIRET		MTC		URCI	
	Indice de Condicion		Indice de condicion		Indice de Condicion	
	Calificacion	(0-3)	Calificacion	(0-500)	Calificacion	(0-100)
M1	Pobre	2	Regular	382.50	Pobre	45.00
M2	Pobre	2	Regular	386.74	Pobre	53.00
M3	Regular	1	Bueno	406.84	Regular	60.00
M4	Pobre	2	Regular	390.71	Pobre	49.00
M5	Pobre	2	Regular	394.73	Pobre	41.00
M6	Regular	1	Bueno	461.94	Regular	62.00
M7	Pobre	2	Regular	386.04	Pobre	45.00
M8	Regular	1	Bueno	423.74	Regular	60.00
M9	Regular	1	Bueno	446.46	Regular	60.00
M10	Pobre	2	Regular	397.81	pobre	50.00
Resultados	Pobre	2	Bueno	407.751	Pobre	52.5

Fuente: Elaboración propia

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas de la tesis “Evaluación de la condición de servicio de las vías vecinales y propuesta de inclusión de sus estándares de conservación al manual de conservación del MTC”, utilizando el método VIZIRET para una unidad de muestra de 10 presenta un nivel promedio de 2 que pertenece a un estado de Degradación constante y sensible a los usuarios, al analizar la muestra con el método MTC presenta un estado bueno, como se puede observar ambos métodos no coinciden, esto se debe a que los métodos tienen ciertas diferencias en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método VIZIRET de evaluación visual y el método MTC es visual y métrico, a pesar de que el método mencionado es más específico en sus parámetros de evaluación no abarca todas las dificultades que se presentan a diferencia que el método MTC, podemos determinar que ambos métodos evaluados no alcanzan las expectativas en determinar el estado de condición de la carretera no pavimentada. (Ver Tabla N°74).

Según lo analizado que obtuvimos a través de la visualización de imágenes de las fallas, utilizando el método MTC presenta un estado pobre, al analizar la muestra con el método URCI presenta un estado promedio de 52.5 que pertenece a un estado pobre, como se puede observar ambos métodos no coinciden, esto se debe a que los métodos tienen muestras diferentes en proporción al tamaño y en medición de tipo de falla en consecuencia en método URCI es más adecuado en utilizar debido a que con una muestra de

50 ml nos da mayor facilidad abarcando los niveles de severidad y curvas de valores deducible para cada deterioro, siendo más específico las fallas, por lo que podemos determinar que el URCI nos brinda mejores resultados por su tipo de evaluación, toma de datos y formato.(Ver Tabla N°74).

Según la tabla N°75 Se puede observar que la evolución del estado de condición por la metodología MTC en todas las unidades de muestra presenta un estado bueno y regular, Por otro lado, Según URCI y VIZIRET presentan en su gran mayoría resultados de índice de condición Pobres

Tabla N°75: Resumen de porcentual del índice de condición, de 3 métodos

Condición	N° condición	Porcentaje
Bueno	4	13%
Regular	14	47%
Pobre	12	40%
Total	30	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla N°75 el 47% de la evaluación del índice de condición es regular y 40% de la evaluación del índice de condición es pobre por lo que también se considera que la metodología MTC es 40% confiable a comparación de las otras metodologías.

Tabla N°76: Resumen de resultado de grado de confiabilidad

Muestra	Metodología	Hipótesis	Grado de confiabilidad (%)	Metodología	Hipótesis	Grado de confiabilidad (%)
Tesis 1	VIZIRET y MTC	Hipótesis nula	92.82	URCI y MTC	Hipótesis nula	46.16
Tesis 2	VIZIRET y MTC	Hipótesis	87.91	URCI y MTC	Hipótesis	39.16
Tesis 3	VIZIRET y MTC	Hipótesis	99.50	URCI y MTC	Hipótesis	99.43
Tesis 4	VIZIRET y MTC	alternativa	99.99	URCI y MTC	alternativa	99.37

Fuente: Elaboración propia

5.5. Contratación de hipótesis

Hipótesis específica 1

H11. Identificando los parámetros en la metodología VIZIRET se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

H01. Identificando los parámetros en la metodología VIZIRET no se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

Comparando los parámetros de la metodología VIZIRET y del MTC, existe similitud en cuanto a los tipos de falla, magnitud y severidad mas no en la unidad de muestra.

Comparando los tipos de falla de los métodos mencionados, en la tabla N°17, se puede observar tiene una similitud en cinco tipos de falla como deformación, baches, corrugación o Encalaminado, erosión y lodazal. Si bien la metodología VIZIRET abarca otras fallas como, cabeza dura y surco longitudinal y transversal. Por otro lado, en cuanto al criterio de magnitud hay una similitud en la unidad medida ya que estos se miden según el tipo de falla en m², N° de baches y ml. Con respecto al criterio de la severidad si hay alguna diferencia y solo coinciden en una de ellas que es en la falla de deformación según su nivel de gravedad por el contrario las demás no tiene la misma semejanza.

Por ende, de acuerdo a las comparaciones de ambas metodologías tanto VIZIRET Y MTC, concluimos que las diferencias existentes diferencias en unidad de muestra y severidad por lo que la confiabilidad tanto para el VIZIRET Y MTC es del 96.05% para los casos de aceptar el 50% la hipótesis nula y el 50% la hipótesis alternativa, es así que la primera hipótesis especifica se rechaza la hipótesis nula (H01) y se acepta la hipótesis alternativa (H11).

Hipótesis especifica 2

H12. Identificando los parámetros en la metodología Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

H02. Identificando los parámetros en la metodología Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) no se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

Comparando los parámetros de la metodología URCI y del MTC, existe similitud en cuanto a los tipos de falla y magnitud mas no en la unidad de muestras y severidad.

-Comparando los tipos de falla de los métodos mencionados, en la tabla N°22, se puede observar tiene una similitud en cuatro tipos de falla como deformación o surcos, baches, corrugación o Encalaminado, erosión o sección transversal incorrecta. Si bien la metodología URCI abarca otras fallas como, drenaje inadecuado, polvo y agregado suelto.

concluimos que existen coincidencias en cuando al tipo de fallas y magnitud, pero en el criterio de evaluación desde la recolección de los parámetros y los cálculos para la determinación de índice de condición y que aparte de estas condiciones dan la confiabilidad de 71.04% para los casos de aceptar el 50% la hipótesis nula y el 50% la hipótesis alternativa, así que la primera hipótesis específica se rechaza la hipótesis nula (H01) y se acepta la hipótesis alternativa (H11).

Según (Cardenas Robles , 2012) los resultados de comparar el método URCI y MTC para el caso de URCI arroja que es una metodología más objetiva con respecto a otras metodologías ya que posee el componente principal del sistema de evaluación de manejo, donde incluye una descripción, medición y cada tipo de falla y nivel de severidad mientras que en el modelo MTC califica la condición de una carretera afirmada mas no una carretera de tierra la medición de las fallas es subjetiva ya que depende de la capacitación, experiencia así como conocer la metodología en cuanto a unidades de medida, tamaño y numero de muestra por lo que refuerza nuestra hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Hipótesis específica 3

H13. Determinando el índice de condición de las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) y VIZIRET se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

H03. Determinando el índice de condición de las metodologías Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI) y VIZIRET no se determina el grado de confiabilidad de la metodología del MTC en vías no pavimentadas.

Se aplicaron los métodos VIZIRET, URCI y MTC en cuatro investigaciones, donde se evaluó el índice de condición en 10 unidades de muestra por cada metodología, posteriormente se calcular el grado confiabilidad de la Metodología MTC es así que la primera hipótesis específica se rechaza la hipótesis nula (H03) y se acepta la hipótesis alternativa (H13), con un grado de confiabilidad de 46%.

Según (Meza Meza, 2020) los resultados de comparar el método URCI con el MTC para el caso de URCI arroja una condición 19% es de condición BUENA, 12 % es muy buena y el 69% de la condición de la carretera no pavimentada es justa y el MTC el 32 % como bueno, y el 68 % es de condición regular, concluyendo que el método URCI tiene mayor criterio para la clasificación en una vía no pavimentada por lo que refuerza nuestra hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Según (Urano Inga & Vargas Huamani , 2019) los resultados de comparar el método URCI con el MTC para el caso de URCI arroja un resultado el estado pobre y regular mientras que en el MTC arroja un valor de 438.32 y obtuvo una condición de bueno, concluyendo que el método URCI es más sencillo y practico de aplicar en una vía no pavimentada dado que es precisa y considera las fallas más relevantes con sus niveles de severidad a diferencia de los otros métodos por lo que refuerza nuestra hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Según (Sanchez Tamay, 2018) los resultados al comparar la metodología URCI y MTC para el caso de URCI arroja un valor del 26.67% para un estado bueno y el 73.33% de la condición superficial de la carretera no pavimentada justa en cuanto al método MTC arroja 46.67% para un estado de condición bueno y un 53.33% para un estado regular concluyendo que existe una ligera variación en cuanto a lo porcentual según las técnicas aplicadas debido a la diferencia en el tamaño de la muestra por lo que refuerza nuestra hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Hipótesis General

Comparando las metodologías VIZIRET y URCI se pudo determinar mediante la hipótesis alterna (H11, H12, H13) el gradado de confiabilidad de la metodología MTC para vías no pavimentadas por lo que se valida la hipótesis general.

CONCLUSIONES

1. Se identificó los parámetros de las metodologías VIZIRET y MTC donde se encontró similitud coincidiendo en cinco tipos de falla, Magnitud y teniendo diferencias en unidad de muestra y severidad, sin embargo, el nivel de confiabilidad es del 95.06% para los casos de aceptar el 50% la hipótesis nula y el 50% la hipótesis alternativa.
2. Se identificó los parámetros de las metodologías URCI y MTC teniendo diferencias en la clasificación de tipos de fallas, unidad de muestra y también en severidad donde podemos concluir que el método MTC no es confiable con el método URCI en una vía no pavimentada, ya que el nivel de confiabilidad es del 71.03% para los casos de aceptar el 50% la hipótesis nula y el 50% la hipótesis alternativa.
3. Se determinó el Índice de condición de cuatro investigaciones, según el método VIZIRET, MTC y URCI obteniendo los resultados en la Tabla N°44 y N°57 donde se evidencia que el índice de condición del método URCI es pobre, por lo que esto conlleva que el grado de confiabilidad con MTC no sea confiable, por lo contrario, el método VIZIRET tiene similitud con el método MTC, pero el índice de condición es diferente por lo que la confiabilidad es de 49% y esto indica que no es confiable.
4. El método URCI considera 7 tipos de fallas para su evaluación en una vía no pavimentada, a diferencia del método MTC quien considera solo 6 tipos de fallas por lo cual se llegó a la conclusión que el método URCI considera las fallas más relevantes y el MTC omite algunas fallas como el agregado suelto y polvo. El método VIZIRET considera 8 tipos de fallas sin embargo su forma de evaluación es visual y subjetiva, lo que genera errores en el análisis e interpretación de datos, el tamaño de la unidad de muestra, 100m, (VIZIRET), 500m(MTC) y 50m (URCI), esto podría generar la distorsión de los resultados ya que estas metodologías tienen diferentes criterios en la toma de muestra que afectan a los cálculos de confiabilidad.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una investigación en campo, debido a que los datos obtenidos requieren una mejor validación a través de las hipótesis planteadas, debido a la situación actual por la pandemia (COVID-19).
2. Se recomienda a los ingenieros proyectistas revisar las metodologías aplicadas con el fin de ver si se han producido cambios y poder validar nuevamente el grado de confiabilidad con el método MTC si esta la requiere y contar con más investigaciones realizadas por lo que es necesario tener más datos.
3. Se recomienda a los ingenieros de campo que al evaluar los parámetros e índice de condición en las vías no pavimentadas se estima conveniente y priorizar la metodología URCI, debido a que esta metodología resulta más objetiva porque es un método visual, métrico, exacto y preciso en determinar el estado de condición resulta aplicable para ejecutar un plan de intervención.
4. Continuar investigando con relación a la dimensión de las unidades de muestra, así como los pesos de cada tipo de falla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alatta Quispe, J. R., & Izaguirre Garcia, J. J. (2019). *Evaluacion de la condicion de servicios de las vias vecinales y propuestas de inclusion de sus estandares de conservacion al manual de conservacion del MTC* . Lima-Peru : Universidad Ricardo Palma.
- American association of state highway and transportantion officials. (2001). *Aashto guide for disigne of pavement structures* . Washington, D.C.
- Antiquipa Nieto, O., & Rosalino Orozco, G. (2018). *Propuesta de parametros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas de Peru a fin de mejora su serviciabilidad*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Apolinario Morales, E. W. (2012). *Innovacion de Metodo Vizir en Estrategias de conservacion y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de transito*. Lima - Peru: Universidad Nacional de Ingenieria.
- AUTRET, P. (1997). Estudio de carretera sin asfaltar VIZIRET sistema de gestion de mantenimiento una red de carreteras. *Laboratoio Central de Puentes y Carreteras*, 22.
- AUTRET, P. (1998). Calificación y cuantificación de degradaciones de un camino sin pavimentar para programar y seguimiento de los trabajos de mantenimiento. *VIZIRET*, 15.
- Bceom, I. E. (2009). *Catalogo de deterioro de careterras sin asfaltar*. republica de mali: direccion nacional de carreteras, ministerio de equipamiento y transporte.
- Becerra Delgado, A. E., & Sanchez Reinoso , P. S. (2018). *Evaluacion de la condicion del pavimento del sector el valle y su marco sostenible* . Cuenca-ecuador : Univiersidad de cuenca .
- Callapiña De Paz, W. J., & Rios Atencio , C. J. (2020). *Propuestas de Guia de fallas a nivel de suelo nativo para determinar el indice de condicion de las trochas en carreteras de bajo volumen no pavimentadas*. Lima: Universidad Ricardo Palma
- Cardenas Robles , J. N. (2012). *Estudio comparativo de metodologias de relevamiento de fallas en caminos no pavimentados* . Lima-Peru: Universidad Ricardo Palma.

- Castellar, R., & Zapata, F. (2009). *Aplicacion de la distribucion de probabilidades de CHI CUADRADO en la toma de decisiones* . Cumana : Universidad de oriente .
- Chavarría flores, C. A. (2019). *Metodología de inspección de caminos no pavimentados a través de un sistema de cámaras de bajo costo*. Valparaiso- Chile: Universidad tecnica federico santa maria .
- Choque Sanchez, H. M. (2012). *Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas*. lima - Peru: Universidad Nacional de Ingenieria.
- De la Fuente Fernandez, S. (2010). *Aplicacion de la chi- cuadrado: tablas de contingencia.homogenidad. dependencia e independencia* . Madrid-España : Universidad autonoma de Madrid .
- Department of the army & Trad. Reyna. (1995). *Unsurfaced Road Maintenance Management - URCI* . Estados Unidos - Washington: Traducción.
- Flores granados, H. (2018). *inventario de condición de la carretera huaraz –paria – willcahuain, con fines de mantenimiento,aplicando el manual de mantenimiento y/o conservacion mtc - año 2018*. huaraz- ancash : univerrsidad nacional santiago antunez de mayolo .
- Invias. (2016). *Manual de mantenimineto de carreteras volumen 1*. colombia.
- Laboratorio central de puentes y carreteras. (1998). *Cataloggue des degradations de surface des chaussees*. ist- diffusion des editions.
- Lo, S., & Ndiaye, M. (2009). *Elaboracion de un catalogo de degradacion vial en senegal*. republica de senegal: universidad de cheikh anta diop de dakar.
- Madjadoumbaye, J., Tamo Tatietsé, T., & Medjo Eko, R. (2008). *Desarrollo de un nuevo enfoque para la caracterización y evaluación de los parámetros de degradación de caminos terrestres*. Camerún: Universidad de Yaundé I.
- Meza Meza, C. D. (2020). *Análisis comparativo de fallas en las vías no pavimentadas con las metodologías de mantenimiento o conservación vial (MTC) y Unsurfaced Road Maintenance Management (URMM) para calificación de índice de condición en la Provincia y Departamento de Pasco* . Cerro de pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion .
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: suelo geologico, geotecnia y pavimentos seccion: suelos y pavimentos*. Lima- Peru.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2014). *Manual de inventaios viales*. Lima: Direccion general de caminos y ferrocarriles.

- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2018). *Glosario de Terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial Peru*. Lim- Peru.
- Ministerio de transporte y comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras mantenimiento o conservacion vial*. Lima-Peru: Ministerio de transportes y comunicaciones .
- Paterson , W. (1987). *Road Deterioration and Maintenance effects*. Baltimore y Londres: Universidad Johns Hopkins.
- Pletsch, L. (2020). *Condiciones de servicio de carreteras rurales sin pavimentar: evaluacion funcional de la superficie de apoyo de un estiramiento de la red vial del municipio de IJUI-RS*. Ijuí-brasil : Universidad regional del noroeste del estado de rio grande do sul- unijui.
- Rangel Naranjo, J., & Ortiz Manta, J. (2020). *Diagnóstico para el mejoramiento del segmento vial puente de piedra-puente san pedro en el municipio de madrid cundinamarca*. bogota ,colombia : universidad de colombia .
- Salazar Cayotopa, Y. P., & Sanchez Muños , B. J. (2020). *Propuesta de plan de intervención vial como modelo de gestión en hoja de cálculo Excel, aplicando metodologías de relevamiento de fallas en caminos vecinales*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Sanchez Tamay, D. Y. (2018). *Evaluacion de la condicion superficial de la carretera no pavimentada el milagro-el zapote mediante dos tecnicas unsurfaced road maintenance management y conservacion vial, provincia de Utcubamba* . amazonas : Universidad Nacional Toribio Rodriguez De Mendoza .
- Soares Martins, A., Baracuy da Cunha Campos, D., & Das Vitórias do Nascimento, M. (2020). *Carreteras secundarias sin asfaltar: evaluación de las condiciones del tráfico en un tramo contenido en una comunidad del Sertão de Pernambuco, Brasil*. Paraíba: Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.
- Torres garcía, L., & Torres torres, A. (2018). *Evaluación de deterioros en pavimentos de afirmado mediante la metodología viziret – invias 2016 en el tramo 2 de la vía los chorros km 161*. Girardot - Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia seccion del alto magdalena.
- Trujilo gomez, J. F., & Lara hernandez, D. A. (2018). *Evaluacion de deteriros en pavimentos de afirmado en la via manueles desvio la “y” hacia la vereda la tetilla en ricaurtecundinamarca, mediante metodologia viziret-invias 2016*. universidad piloto de colomobia seccional alto magdalena .

- Urano Inga , k. S., & Vargas Huamani , M. (2019). *el estado de condicion de uan carretera no pavimentada y los tipos de intervencion, aplicando MTC,URCI, THM-12 de la ruta LM-580* . Lima- Peru : Universidad Ricardo Plama .
- Zhang, Z. (2014). *investigacion de un metodo de rejuvenecimiento carreteras no pavimentadas* . Iowa-EEUU: Universidad del estado de Iowa.

ANEXO

Anexo N°1: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INDICE	INSTRUMENTO	LA INVESTIGACION
GENERALES	GENERALES	GENERALES	DEPENDIENTE					
¿EN QUE MEDIDA EL ANALISIS DE LAS METODOLOGIAS URCI Y VIZIRET DETERMINAN EL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS?	COMPARAR LAS METODOLOGIAS URCI Y VIZIRET PARA LA DETERMINACION DEL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS, AÑOS 2021.	CON LA COMPARACION DE LAS METODOLOGIAS URCI Y VIZIRET SE DETERMINA EL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS	Confiabilidad de la metodología Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)	Tipo de fallas	fallas estructurales	und,m,cm	Manual de inventarios viales-MTC Y Manual de conservacion vial-MTC	Tipo de la investigación: La orientación es aplicada El enfoque es cualitativo es retrospectiva Es tipo descriptivo y comparativo.
					falla superficial			
				Niveles de gravedad	Leve, Moderado, Severo	und,m,cm		
				Clasificación del Índice de condicion	Bueno, Regular, Malo	porcentual(%)		
				Confiabilidad	0% a 100%	porcentual(%)		
Problemas específicos	objetivos específicos	hipotesis específicos	INDEPENDIENTE					
1.¿COMO INFLUYE LA IDENTIFICACION EN LOS PARAMETROS EN LA METODOLOGIA VIZIRET PARA LA DETERMINACION DEL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS?	1. IDENTIFICAR LOS PARAMETROS EN LA METODOLOGIA VIZIRET PARA LA DETERMINACION DEL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS.	1.CON LA IDENTIFICACION DE LOS PARAMETROS EN LAS METODOLOGIAS VIZIRET SE DETERMINA EL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS.	Metodologia VIZIRET Y Metodologia Unsurfaced Road Manténganse Management (URCI)	Tipo de fallas URCI	Fallas superficiales	und, cm , m	Manual tecnico Mantenimiento calle de tierra Gestion SEDE MINISTERIO DEL EJERCITO WASHINGTON, DC, 16 de enero 1995, Referencias bibliograficas (tesis posgrado)	Nivel de la investigación: Descriptivo y correlacional
	fallas de drenaje							
2.¿COMO INFLUYE LA IDENTIFICACION EN LOS PARAMETROS EN LA METODOLOGIA URCI PARA LA DETERMINACION DEL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS?	2. IDENTIFICAR LOS PARAMETROS EN LA METODOLOGIA URCI PARA LA DETERMINACION DEL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS.	2.CON LA IDENTIFICACION DE LOS PARAMETROS EN LAS METODOLOGIAS URCI SE DETERMINA EL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS.		INDICE DE CONDICION URCI	0% a 100%	porcentual(%)		
3.¿COMO INFLUYE EL INDICE DE CONDICION DE LAS METODOLOGIAS URCI Y VIZIRET PARA LA DETERMINACION DEL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS ?	3. DETERMINAR EL INDICE DE CONDICION DE LAS METODOLOGIAS URCI Y VIZIRET PARA LA DETERMINACION DEL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS.	3.CON LA DETERMINACION DEL INDICE DE CONDICION DE LAS METODOLOGIAS URCI Y VIZIRET SE DETERMINA EL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LA METODOLOGIA MTC EN VIAS NO PAVIMENTADAS.		Tipo de fallas VIZIRET	Falla estructural	und, cm , m			Manual de mantenimiento INVIAS y Catalogo de Deterioro de carretera sin Asfaltar(BCEOM), Referencias bibliograficas (tesis posgrado),Articulo del Laboratorio Central de Puentes y Carreteras, Autor Paul AUTRET	Diseño de investigación: Experimental, Longitudinal y Prospectivo
	fallas de drenaje							
	Niveles de gravedad VIZIRET	grado 1 (Bueno), grado 2(Regular) y grado 3 (Malo)						
			Indice de condicion VIZIRET	Bueno , Regular y Deficiente				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N°2: Resultado muestra N°1 de la carretera no pavimentada - MTC

Tramo 01: 00+000 km - 00+500 km															
codigos de daño	deterioro de fallas	Gravedad	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Tramo Analizado(500m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro / Falla Efi = (Aij/As)x100	Efi x Aij	Extensión Promedio Ponderado Epp	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla			Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
				Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección				0: Sin Deterioro	1: Leve Epp = Menor a 10%	2: Moderado Epp = entre 10% y 30%		3: Severo Epp = mayor a 30%
1	Deformacion	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms.	Área (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0						
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms	Área (A12) Daño 1 Gravedad 1 A12 = Longitud x Ancho del deterioro	2.265	4.1	500	2060	0.11	0.25	$Epp = [(EF1x A11 + EF12x A12 + EF13x A13) / (A11 + A12 + 13)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms	Área (A13) Daño 1 Gravedad 1 A13 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	0.11	0	0.22	0	0	0.22
2	Erosion	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A21) Daño 1 Gravedad 1 A21 = Longitud x Ancho del deterioro	43.144	4.7	500	2348	1.84	79.28						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms.	Área (A22) Daño 1 Gravedad 1 A22 = Longitud x Ancho del deterioro	56.935	4.9	500	2425	2.36	133.67	$Epp = [(EF1x A11 + EF12x A12 + EF13x A13) / (A11 + A12 + 13)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A23) Daño 1 Gravedad 1 A23 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	2.13	0	4.26	0	0	4.26
3	Baches (huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	0	5.6						0: Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve Epp= Menor a 10 Baches	2: Moderado Epp = entre 10 y 20 Baches	3: Severo Epp= Mayor a 20 Baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N3) Daño 3 Gravedad 1	316	7.5					$Epp = N31 + N32 + N33$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 1	49	3.6					365	0	0	0	100	100
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Área (A42) Daño 4 Gravedad 1 A42 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	$Epp = [(EF41x A41 + EF42x A42 + EF43x A43) / (A41 + A42 + A43)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A43) Daño 4 Gravedad 1 A43 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	0	0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	0	0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0
											Suma de Puntaje de Condición			104.48	

Anexo N°3: Resultado muestra N°2 de la carretera no pavimentada - MTC

Tramo 02: 00+500 km - 01+000 km															
codigos de daño	deterioro de fallas	Gravedad	Medidas Area de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Tramo Analizado(500m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro / Falla Efi = (Aij/As)x100	Efi x Aij	Extensión Promedio Ponderado Epp	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
				Aij=(Área del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Area de la Sección				0: Sin Deterioro	1: Leve	2: Moderado	3: Severo	
												Epp = Menor a 10%	Epp = entre 10% y 30%	Epp = mayor a 30%	
1	Deformacion	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms.	Area (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0.00	0						
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms	Area (A12) Daño 1 Gravedad 1 A12 = Longitud x Ancho del deterioro	2.268	4.1	500	2060.00	0.11	0.25	Epp = [(Efi1x A11+ Efi2x A12+ Efi3xA13)/(A11+ A12+ 13)]	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms	Area (A13) Daño 1 Gravedad 1 A13 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0.00	0	0.11	0	0.22	0		0.22
2	Erosion	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Area (A21) Daño 1 Gravedad 1 A21 = Longitud x Ancho del deterioro	43.144	4.7	500	2348.00	1.84	79.28						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms.	Area (A22) Daño 1 Gravedad 1 A22 = Longitud x Ancho del deterioro	56.935	4.9	500	2425.00	2.36	133.67	Epp = [(Efi1x A11+ Efi2x A12+ Efi3xA13)/(A11+ A12+ 13)]	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Profundidad >= 10 cms	Area (A23) Daño 1 Gravedad 1 A23 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0.00	0	2.13	0	4.26	0	0	4.26
3	Baches (huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	0	5.6						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve Epp= Menor a 10 Baches	2. Moderado Epp = entre 10 y 20 Baches	3. Severo Epp= Mayor a 20 Baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N3) Daño 3 Gravedad 1	316	7.5					Epp = N31+ N32+ N33	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 1	49	3.6					365	0	0	0	100	100
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Area (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Area (A42) Daño 4 Gravedad 1 A42 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	Epp = [(Efi41x A41+ Efi42x A42+ Efi43xA43)/(A41+ A42+ A43)]	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Profundidad >= 10 cms	Area (A43) Daño 4 Gravedad 1 A43 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Area (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	0	0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Area (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	5.6	500	2801.79	0	0	0	0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0
										Suma de Puntaje de Condición				104.48	

Anexo N°4: Resultado muestra N°3 de la carretera no pavimentada - MTC

Tramo 03: 01+000 km - 01+500 km															
codigos de daño	deterioro de fallas	Gravedad	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Tramo Analizado(500m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro / Falla Eij = (Aij/As)x100	EfijxAij	Extensión Promedio Ponderado Epp	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro /Falla
				Aij=(ÁreadelDeterioro x Longituddel	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección				0. Sin Deterioro	1. Leve Epp = Menor a 10%	2. Moderado Epp = entre 10% y 30%	3. Severo Epp = mayor a 30%	
1	Deformacion	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms.	Área (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00						
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms	Área (A12) Daño 1 Gravedad 1 A12 = Longitud x Ancho del deterioro	3.91	3.4	500	1700.00	0.23	0.90	$Epp = \frac{[(EF1x A11 + EF12x A12 + EF13x A13)]}{(A11 + A12 + A13)}$	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms	Área (A13) Daño 1 Gravedad 1 A13 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0.23	0	0.46	0		0.46
2	Erosion	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A21) Daño 1 Gravedad 1 A21 = Longitud x Ancho del deterioro	96.461	3.3	500	1673.75	5.76	555.92						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms.	Área (A22) Daño 1 Gravedad 1 A22 = Longitud x Ancho del deterioro	127.801	3.5	500	1725.00	7.41	946.85	$Epp = \frac{[(EF1x A11 + EF12x A12 + EF13x A13)]}{(A11 + A12 + A13)}$	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A23) Daño 1 Gravedad 1 A23 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	6.7	0	13.4	0	0	13.4
3	Baches (huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	0	4.1						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve Epp= Menor a 10 Baches	2. Moderado Epp = entre 10 y 20 Baches	3. Severo Epp= Mayor a 20 Baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N3) Daño 3 Gravedad 1	46	4.2					$Epp = N31 + N32 + N33$	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 1	0	3.8					46	0	0	0	100	100
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Área (A42) Daño 4 Gravedad 1 A42 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	$Epp = \frac{[(EF41x A41 + EF42x A42 + EF43x A43)]}{(A41 + A42 + A43)}$	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A43) Daño 4 Gravedad 1 A43 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0	0	>0 y <10	>=10 y <50	50	0.00
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0	0	>0 y <10	>=10 y <50	50	0.00
											Suma de Puntaje de Condición				104.45

Anexo N°5: Resultado muestra N°4 de la carretera no pavimentada - MTC

Tramo 03: 01+000 km - 01+500 km																
codigos de daño	deterioro de fallas	Gravedad	Medidas Area de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Tramo Analizado(500m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro / Falla Efi = (Aij/As)x100	Efi x Aij	Extensión Promedio Ponderado Epp	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
				Aij=(Área del Deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Area de la Sección				0: Sin Deterioro	1: Leve				3: Severo
												Epp = Menor a 10%	2. Moderado Epp = entre 10% y 30%	Epp = mayor a 30%		
1	Deformacion	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms.	Area (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00							
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms	Area (A12) Daño 1 Gravedad 1 A12 = Longitud x Ancho del deterioro	3.91	3.4	500	1700.00	0.23	0.90	$Epp = \frac{[(EF1 \times A11 + EF12 \times A12 + EF13 \times A13)]}{[A11 + A12 + 13]}$	0	>0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms	Area (A13) Daño 1 Gravedad 1 A13 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0.23	0	0.46	0		0.46	
2	Erosion	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Area (A21) Daño 1 Gravedad 1 A21 = Longitud x Ancho del deterioro	96.461	3.3	500	1673.75	5.76	555.92							
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms.	Area (A22) Daño 1 Gravedad 1 A22 = Longitud x Ancho del deterioro	127.801	3.5	500	1725.00	7.41	946.85	$Epp = \frac{[(EF1 \times A11 + EF12 \times A12 + EF13 \times A13)]}{[A11 + A12 + 13]}$	0	>0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Profundidad >= 10 cms	Area (A23) Daño 1 Gravedad 1 A23 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	6.7	0	13.4	0	0	13.4	
3	Baches (huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	0	4.1						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve Epp= Menor a 10 Baches	2. Moderado Epp = entre 10 y 20 Baches	3. Severo Epp= Mayor a 20 Baches		
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N3) Daño 3 Gravedad 1	46	4.2					$Epp = N31 + N32 + N33$	0	>0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 1	0	3.8					46	0	0	0	100	100	
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Area (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00							
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Area (A42) Daño 4 Gravedad 1 A42 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	$Epp = \frac{[(EF41 \times A41 + EF42 \times A42 + EF43 \times A43)]}{[A41 + A42 + A43]}$	0	>0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Profundidad >= 10 cms	Area (A43) Daño 4 Gravedad 1 A43 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Area (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0	0	>0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0.00	
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Area (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	3.6	500	1821.07	0.00	0.00	0	0	>0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0.00	
											Suma de Puntaje de Condición				104.45	

Anexo N°5: Resultado muestra N°5 de la carretera no pavimentada - MTC

Tramo 05: 02+000 km - 02+500 km																
codigos de daño	deterioro de fallas	Gravedad	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Tramo Analizado(500m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro / Falla Efix = (Aij/As)x100	Efix/Aij	Extensión Promedio Ponderado Epp	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla			Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro /Falla		
				Aij=(Área del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección				0: Sin Deterioro	1: Leve Epp = Menor a 10%	2: Moderado Epp = entre 10% y 30%		3: Severo Epp = mayor a 30%	
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms.	Área (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00							
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms	Área (A12) Daño 1 Gravedad 1 A12 = Longitud x Ancho del deterioro	16.422	3.6	500	1780.00	0.92	15.15	$Epp = \frac{[(EF1x A11 + EF12x A12 + EF13xA13)]}{(A11 + A12 + 13)}$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms	Área (A13) Daño 1 Gravedad 1 A13 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00	0.92	0	1.85	0		1.85	
2	Erosion	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A21) Daño 1 Gravedad 1 A21 = Longitud x Ancho del deterioro	5.472	4.3	500	2150.00	0.25	1.39							
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms.	Área (A22) Daño 1 Gravedad 1 A22 = Longitud x Ancho del deterioro	2.652	4.1	500	2050.00	0.13	0.34	$Epp = \frac{[(EF1x A11 + EF12x A12 + EF13xA13)]}{(A11 + A12 + 13)}$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A23) Daño 1 Gravedad 1 A23 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00	0.21	0	0.43	0	0	0.43	
3	Baches (huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	0	4.3						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve Epp= Menor a 10 Baches	2. Moderado Epp = entre 10 y 20 Baches	3. Severo Epp= Mayor a 20 Baches		
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N3) Daño 3 Gravedad 1	174	4.5						Epp = N31+ N32+ N33	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 1	44	4.4						218	0	0	0	100	100
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00							
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Área (A42) Daño 4 Gravedad 1 A42 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00	$Epp = \frac{[(EF41x A41 + EF42x A42 + EF43xA43)]}{(A41 + A42 + A43)}$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A43) Daño 4 Gravedad 1 A43 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0	
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41 = Longitud x Ancho del deterioro	0	4.3	500	2155.00	0.00	0.00		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	0	
											Suma de Puntaje de Condición			104.48		

Anexo N°6: Aplicación metodología muestra 1 – URCI

HOJA DE INSPECCION DE CARRETERA NO AFIRMADA									
1.DIVISION		2. TRAMO: Tramo 01:00+060 km + 160.00 km				3.FECHA			
4. UNIDAD E MUESTRA		5.AREA DE MUESTRA				6.INSPECTOR			
		1		120	4.21	505.2 m2			
7. CROQUIS				TIPOS DE FALLA					
				81.Sección transversal incorrecto					
				82. Inadecuado Drenaje al Borde de la Carretera					
				83. Corrugación o Encalaminado					
				84. Polvo					
				85. Baches					
				86. Surcos					
				87. Agregado Suelto					
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE FALLA									
TIPO		81	82	83	84	85	86	87	
CANTIDAD Y SEVERIDAD	BAJO	0	0	0	X	0	72	0	
	MEDIO	0	120	0		100	0	0	
	ALTO	0	0	0		0	0	0	
9. CALCULO DEL URCI(INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO)									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD b	DENSIDAD b	SEVERIDAD C	CALOR DEDUCIBLE d					
81	0	0	B	0					
81	0	0	M	0					
81	0	0	A	0					
82	0	0	B	0					
82	23.75	24	M	16					
82	0	0	H	0					
83	0	0	B	0					
83	0	0	M	0					
83	0	0	A	0					
84	2	2	B	2					
84	0	0	B	0					
84	0	0	B	0					
85	0	0	B	0					
85	19.79	20	M	38					
85	0	0	A	0					
86	14.25	14	B	17					
86	0	0	M	0					
86	0	0	A	0					
87	0	0	B	0					
87	0	0	M	0					
87	0	0	A	0					
e. VALOR DEDUCIBLE		q	g. URCl:		h. CLASIFICACION				
73		3	53.3		JUSTA				

Anexo N°7: Aplicación metodología muestra 2 – URCI

HOJA DE INSPECCION DE CARRETERA NO AFIRMADA									
1.DIVISION			2. TRAMO: Tramo 02:00+500 km + 580.00 km				3.FECHA		
4. UNIDAD E MUESTRA		2	5.AREA DE MUESTRA 80 4.71 377.6 m2			6.INSPECTOR			
7. CROQUIS					TIPOS DE FALLA				
					81.Sección transversal incorrecto				
					82. Inadecuado Drenaje al Bordo de la Carretera				
					83. Corrugación o Encalaminado				
					84. Polvo				
					85. Baches				
					86. Surcos				
					87. Agregado Suelto				
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE FALLA									
TIPO		81	82	83	84	85	86	87	
CANTIDAD Y SEVERIDAD	BAJO	0	80	0	X	59	160	0	
	MEDIO	0	0	0		61	0	0	
	ALTO	0	0	0		0	0	0	
9. CALCULO DEL URCI(INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO)									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD b	DENSIDAD b	SEVERIDAD C			CALOR DEDUCIBLE d			
81	0	0	B			0			
81	0	0	M			0			
81	0	0	A			0			
82	21.19	21	B			0			
82	0	0	M			16			
82	0	0	H			0			
83	0	0	B			0			
83	0	0	M			0			
83	0	0	A			0			
84	2	2	B			2			
84	0	0							
84	0	0							
85	15.63	16	B			20.2			
85	16.16	16	M			33			
85	0	0	A			0			
86	42.37	42	B			25			
86	0	0	M			0			
86	0	0	A			0			
87	0	0	B			0			
87	0	0	M			0			
87	0	0	A			0			
e. VALOR DEDUCIBLE		80.4	q 3	g. URCI: 49			h. CLASIFICACION JUSTA		

Anexo N°8: Aplicación metodología muestra 3 – URCI

HOJA DE INSPECCION DE CARRETERA NO AFIRMADA									
1.DIVISION			2. TRAMO: Tramo 03 : 01+280 km - 1 + 380.00 km				3.FECHA		
4. UNIDAD E MUESTRA		3	5.AREA DE MUESTRA 80 4.71 377.6 m2			6.INSPECTOR			
7. CROQUIS						TIPOS DE FALLA			
						81.Sección transversal incorrecto			
						82. Inadecuado Drenaje al Borde de la Carretera			
						83. Corrugación o Encalaminado			
						84. Polvo			
						85. Baches			
						86. Surcos			
						87. Agregado Suelto			
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE FALLA									
TIPO		81	82	83	84	85	86	87	
CANTIDAD Y SEVERIDAD	BAJO	0	0	0		0	72	0	
	MEDIO	0	120	0	X	18	0	200	
	ALTO	0	0	0		10	0	0	
9. CALCULO DEL URCI(INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO)									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD b		DENSIDAD b		SEVERIDAD C		CALOR DEDUCIBLE d		
81	0		0		B		0		
81	0		0		M		0		
81	0		0		A		0		
82	0		0		B		0		
82	24.51		25		M		16		
82	0		0		H		0		
83	0		0		B		0		
83	0		0		M		0		
83	0		0		A		0		
84	0		0		B		0		
84	4		4		M		4		
84	0		0						
85	0		0		B		0		
85	3.68		4		M		11		
85	2.04		2		A		15		
86	14.71		15		B		17.4		
86	0		0		M		0		
86	0		0		A		0		
87	0		0		B		0		
87	40.85		41		M		25.2		
87	0		0		A		0		
e. VALOR DEDUCIBLE		89.4	q	5	g. URCI:		54.2	h. CLASIFICACION	
								JUSTA	

Anexo N°9: Aplicación metodología muestra 4 – URCI

HOJA DE INSPECCION DE CARRETERA NO AFIRMADA											
1.DIVISION		2. TRAMO: Tramo 04 : 01+780 km - 1 + 860.00 km				3.FECHA					
4. UNIDAD E MUESTRA		5. AREA DE MUESTRA				6. INSPECTOR					
		4		80	4.56	364.40 m2					
7. CROQUIS					TIPOS DE FALLA						
					81. Sección transversal incorrecto						
					82. Inadecuado Drenaje al Borde de la Carretera						
					83. Corrugación o Encalaminado						
					84. Polvo						
					85. Baches						
					86. Surcos						
87. Agregado Suelto											
8. CANTIDAD Y SEVERIDAD DE FALLA											
TIPO		81	82	83	84	85	86	87			
CANTIDAD Y SEVERIDAD	BAJO	0	80	0		0	48	160			
	MEDIO	0	0	0	X	38	0	0			
	ALTO	0	0	0		13	0	0			
9. CALCULO DEL URCI (INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO)											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD b	DENSIDAD b	SEVERIDAD C	CALOR DEDUCIBLE d							
81	0	0	B	0							
81	0	0	M	0							
81	0	0	A	0							
82	21.95	22	B	0							
82	0	0	M	0							
82	0	0	H	0							
83	0	0	B	0							
83	0	0	M	0							
83	0	0	A	0							
84	0	0	B	0							
84	2	2	M	2							
84	0	0									
85	0	0	B	0							
85	10.43	10	M	25							
85	3.57	4	A	28							
86	13.17	13	B	16							
86	0	0	M	0							
86	0	0	A	0							
87	43.91	44	B	16.8							
87	0	0	M	0							
87	0	0	A	0							
e. VALOR DEDUCIBLE		q	g. URCI:			h. CLASIFICACION					
87.8		4	50.4			JUSTA					