

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



**PROPUESTA DE RANGOS DE IMD Y EAL PARA DISEÑO DE
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN A PARTIR DE MANUALES
INTERNACIONALES**

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

PRESENTADO POR

Bach. GORDILLO VILCHEZ, ITO
Bach. RABANAL RENGIFO, RAY IVÁN

ASESOR: Mg. Ing. ARÉVALO LAY, VICTOR ELEUTERIO

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por permitirme estar aquí con vida y buena salud, a mi querido padre Iván Teodoro, un gran ejemplo de perseverancia y entrega, hoy estoy donde estoy gracias a todos sus esfuerzos, a mi querida madre Nery, a mis hermanos Renzo, Nicolás y a mi querida Paula. Este logro se lo dedico a ustedes.

Ray Iván Rabanal Rengifo

A Dios por darme vida y buena salud, a mis padres Francisco y Martha porque sin ellos esto no lo hubiese logrado, a mis hermanos y a mi sobrina por su apoyo incondicional. Esto es posible gracias a ustedes.

Ito Gordillo Vilchez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro Asesor de Tesis, Mg. Ing. Víctor Arévalo Lay, por enseñarnos a ser grandes profesionales, la responsabilidad moral que cae en nosotros como Ingenieros Civiles es muy grande, pero estamos preparados para afrontar todos los retos que se vengan en el futuro gracias a los consejos de nuestro querido Asesor.

A nuestra alma mater, Universidad Ricardo Palma, porque estamos muy orgullosos de representarla y siempre dejarla en lo más alto.

Ito Gordillo y Ray Rabanal

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos	3
1.1.1 Problema General.....	9
1.1.2 Problemas Específicos	9
1.2 Objetivo general y específico.....	10
1.2.1 Objetivo general.....	10
1.2.2 Objetivos específicos	10
1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática.....	10
1.3.1 Delimitación temporal	10
1.3.2 Delimitación espacial.....	10
1.3.3 Delimitación temática	10
1.4 Justificación e importancia	11
1.4.1 Justificación metodológica	11
1.4.2 Justificación social.....	11
1.4.3 Justificación práctica.....	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1 Antecedentes del estudio de investigación	13
2.1.1 En el ámbito Nacional.....	17
2.1.2 En el ámbito Internacional	19
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio	21
2.2.1 Estudios de Tráfico	21
2.2.2 Normas de Perú.....	25

2.3 Definición de términos básicos	39
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	41
3.1 Hipótesis	41
3.1.1 Hipótesis Principal	41
3.1.2 Hipótesis Secundarias	41
3.1 Variables	42
3.2.1 Definición conceptual de las variables	43
3.1.2 Operacionalización de las variables	45
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	46
4.1 Tipo y nivel	46
4.1.1 Tipo de la investigación	46
4.1.2 Nivel de la investigación	46
4.1.3 Enfoque de la investigación	46
4.2 Diseño de investigación	46
4.3 Población y muestra	47
4.3.1 Población	47
4.3.2 Muestra	47
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	47
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	48
5.1 Diagnóstico y situación actual	48
5.2 Estudios de tráfico	49
5.2.1 IMD y EAL de los manuales internacionales	49
5.2.2 IMD y EAL de los expedientes técnicos	56
5.4 Análisis de resultados	72
5.4.1 Manual de AASHTO	72

5.4.2 Manual de Austroads	79
5.4.3 Manual sudafricano.....	85
5.4.4 Manual colombiano	91
5.4.5 Manual centroamericano.....	98
5.5 Contrastación de hipótesis	102
5.5.1 Hipótesis específica	102
5.5.2 Hipótesis específica 2	104
5.5.3 Hipótesis específica 3	106
5.5.4 Hipótesis Principal.....	108
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES.....	113
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	114
ANEXOS	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tipos de carreteras según su IMD en Perú.....	5
Tabla N° 2: Tipo de carreteras de bajo volumen según su IMD.....	6
Tabla N° 3: Clasificación de carreteras sin sellar	7
Tabla N° 4: EE de 8.2tn, para caminos no pavimentados.....	8
Tabla N° 5: EE de 8.2tn, para pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos.....	8
Tabla N° 6: Tráfico según sus EAL.....	8
Tabla N° 7: Definiciones de caminos de bajo volumen según IMD<200 veh/día para Sudamérica.....	13
Tabla N° 8: Definiciones de caminos de bajo volumen según IMD<200 veh/día para el mundo	14
Tabla N° 9: Rangos de IMD a nivel mundial	15
Tabla N° 10: Clasificación de caminos de bajo volumen en Perú.....	15
Tabla N° 11: Comparación de IMD y EAL de diferentes manuales internacionales y nacionales.....	19
Tabla N° 12: Comparación de cargas equivalentes para tipos de grupos de ejes para pavimentos flexibles.	21
Tabla N° 13: Características de los vehículos tipo	22
Tabla N° 14: Normas típicas para diseño de caminos de bajo volumen.....	23
Tabla N° 15: Tipo de cartilla para conteo de vehículos.....	24
Tabla N° 16: Clasificación por demanda de las Carreteras	26
Tabla N° 17: Factor direccional y factor carril de diseño.....	27
Tabla N° 18: Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) para calcular EE	28
Tabla N° 19: Tipos de ejes.....	29
Tabla N° 20: Tipos de EE para afirmado, pavimentos flexibles y semirrígidos	30
Tabla N° 21: Tipos de EE para pavimentos rígidos.....	30
Tabla N° 22: Factor de vehículos pesados.....	31
Tabla N° 23: Factor presión de neumático (Fp)	32

Tabla N° 24: Cálculo de Nro. de Repeticiones de EE de 8.2tn	32
Tabla N° 25: Número de Rep. Acumuladas de EE de 8.2tn para caminos no pavimentados	34
Tabla N° 26: Número de Rep. Acumuladas de EE de 8.2 tn, para pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos	34
Tabla N° 27: Tipos y características de carreteras según IMD del manual de caminos de bajo volumen.....	35
Tabla N° 28: Clasificación al año horizonte según IMD y EE.....	36
Tabla N° 29: Relaciones de Eje Equivalente por tipo de Eje	36
Tabla N° 30: Tabla de referencia para periodos de 5 y 10 años	38
Tabla N° 31: Dimensiones e indicadores de la variable independiente.....	42
Tabla N° 32: Dimensiones e indicadores de la variable dependiente.....	43
Tabla N° 33: Definición variable independiente	44
Tabla N° 34: Definición variable dependiente	44
Tabla N° 35: Operacionalización de variables	45
Tabla N° 36: Clasificación de IMD según velocidad de diseño.....	49
Tabla N° 37: Tráfico según sus EAL.....	50
Tabla N° 38: Clasificación de carreteras sin sellado	50
Tabla N° 39: Rangos de EAL en base al Tráfico Diario	52
Tabla N°40: Clasificación de tráfico y pavimento.....	53
Tabla N° 41: Clasificación de Trafico para Pavimentos Asfálticos	54
Tabla N° 42: Clasificación de Transito según los EE.....	54
Tabla N° 43: Clasificación de Trafico según su TPD.....	55
Tabla N° 44: Estudio de Trafico IMD	56
Tabla N° 45: Estudio de Trafico IMD y ESAL	57
Tabla N° 46: Estudio de Trafico IMD	57
Tabla N° 47: Estudio de Trafico IMD	58
Tabla N° 48: Estudio de Trafico IMD y ESAL	59

Tabla N° 49: Estudio de Trafico IMD y ESAL	59
Tabla N° 50: Estudio de Trafico IMD	60
Tabla N° 51: Estudio de Trafico ESAL	61
Tabla N° 52: Estudio de Trafico IMD y ESAL	62
Tabla N° 53: Estudio de Trafico IMD y ESAL	62
Tabla N° 54: Estudio de Trafico IMD y ESAL	63
Tabla N° 55: Estudio de Trafico IMD y ESAL	63
Tabla N° 56: Estudio de Trafico IMD y ESAL	64
Tabla N° 57: Estudio de Trafico IMD	64
Tabla N° 58: Estudio de Trafico ESAL	65
Tabla N° 59: Estudio de Trafico IMD	65
Tabla N° 60: Estudio de Trafico IMD	66
Tabla N° 61: Estudio de Trafico IMD	66
Tabla N° 62: Estudio de Trafico IMD	67
Tabla N° 63: Estudio de Trafico IMD	68
Tabla N° 64: Estudio de Trafico IMD y ESAL	68
Tabla N° 65: Estudio de Trafico IMD	69
Tabla N° 66: Estudio de Trafico IMD y ESAL	69
Tabla N° 67: Cuadro de resumen de IMD y ESAL, del expediente técnico Nro.1 al 7.	70
Tabla N° 68: Cuadro de resumen de IMD y ESAL, del expediente técnico Nro.8 al 16.	71
Tabla N° 69: Cuadro de resumen de IMD y ESAL, del expediente técnico Nro.17 al 21	72
Tabla N° 70: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 2 con el rango de EAL del manual AASHTO.....	72
Tabla N° 71: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 3 al 9 con el rango de EAL del manual AASHTO.....	73

Tabla N° 72: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 10 al 21 con el rango de EAL del manual AASHTO.....	74
Tabla N° 73: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 7 con el rango de IMD del manual AASHTO.....	75
Tabla N° 74: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 8 al 16 con el rango de IMD del manual AASHTO.....	76
Tabla N° 75: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 17 al 21 con el rango de IMD del manual AASHTO.....	77
Tabla N° 76: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 4 con el rango de EAL del manual Austroads.....	79
Tabla N° 77: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 5 al 14 con el rango de EAL del manual Austroads.....	80
Tabla N° 78: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 14 al 21 con el rango de EAL del manual Austroads.....	81
Tabla N° 79: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 2 con el rango de IMD del manual Austroads.....	81
Tabla N° 80: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 3 al 8 con el rango de IMD del manual Austroads.....	82
Tabla N° 81: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de IMD del manual Austroads.....	83
Tabla N° 82: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 8 con el rango de ESAL manual South Africa	86
Tabla N° 83: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de ESAL manual South Africa	87
Tabla N° 84: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 8 con el rango de IMD manual South Africa	88
Tabla N° 85: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de IMD manual South Africa	89
Tabla N° 86: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 6 con el rango de ESAL manual Colombiano.....	92

Tabla N° 87: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 7 al 15 con el rango de ESAL manual Colombiano.....	93
Tabla N° 88: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 15 al 21 con el rango de ESAL manual Colombiano.....	94
Tabla N° 89: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 2 con el rango de IMD manual Colombiano.	94
Tabla N° 90: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 3 al 8 con el rango de IMD manual Colombiano.	95
Tabla N° 91: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de IMD manual Colombiano.	96
Tabla N° 92: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 6 con el rango de IMD manual Centroamericano.	98
Tabla N° 93: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 7 al 14 con el rango de IMD manual Centroamericano.	99
Tabla N° 94: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 15 al 21 con el rango de IMD manual Centroamericano.	100
Tabla N° 95: Cuadro comparativo de IMD para Propuesta con manual AASTHO.....	102
Tabla N° 96: Cuadro comparativo de ESAL para Propuesta con manual AASTHO...	103
Tabla N° 97: Clasificación según AASHTO para expediente 2.....	103
Tabla N° 98: Cuadro comparativo de IMD para Propuesta con manual Austroads.....	104
Tabla N° 99: Cuadro comparativo de EAL para Propuesta con manual Austroads.....	105
Tabla N° 100: Clasificación según Austroad para expediente 2	105
Tabla N° 101: Cuadro comparativo de IMD para Propuesta con manual South Africa	106
Tabla N° 102: Cuadro comparativo de ESAL para Propuesta con manual South Africa	107
Tabla N° 103: Clasificación según South Africa expediente 2	107
Tabla N° 104: Propuesta de IMD y EAL.....	108
Tabla N° 105: Porcentaje de tramos según IMD y EAL en la propuesta	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Fórmulas para el número de repeticiones de EE.....	37
Figura N° 2: Calculo de EE por manual Austroad.....	51
Figura N° 3: Clasificación de los Expedientes técnicos según EE de AASHTO	78
Figura N° 4: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD de AASHTO	78
Figura N° 5: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD de Austroads	84
Figura N° 6: Clasificación de los Expedientes técnicos según el EAL de Austroads	85
Figura N° 7: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD de South Africa	90
Figura N° 8: Clasificación de los Expedientes técnicos según el EAL de South Africa	91
Figura N° 8: Clasificación de los Expedientes técnicos según el ESAL según el manual colombiano.....	97
Figura N° 9: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD según el manual colombiano.....	97
Figura N°10: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD según el manual Centroamericano	101

RESUMEN

La “Propuesta de Rangos de IMD y EAL para Diseño de Caminos de Bajo Volumen, a partir de Manuales Internacionales” es una investigación del tipo descriptiva, explicativa, correlacional que tuvo como objetivo principal determinar la relación del IMD y EAL de los Manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú. Para el análisis de la siguiente investigación se hizo un estudio a fondo de la normativa nacional vigente, revisando también conceptos de libros, papers, tesis nacionales, tesis internacionales, investigaciones, como nuestra fuente teórica, y también un análisis de los expedientes técnicos como nuestra realidad a comparar. La investigación arrojó nuevos rangos para clasificación y diseño de caminos de bajo volumen, más definidos y más detallados que pueden ayudar a mejorar el actual Manual de Carreteras del MTC.

Palabras claves: Índice medio diario, ejes equivalentes, tráfico.

ABSTRACT

The "Proposal of IMD and EAL Ranges for Design of Low Volume Roads, from International Manuals" is a descriptive, explanatory, correlational investigation whose main objective was to determine the relationship of the IMD and EAL of the International Manuals of Low Volume Roads, with the IMD and EAL of the MTC technical files, in order to propose IMD and EAL ranges for the design of low volume roads in Peru. For the analysis of the following research, an in-depth study of the current national regulations was made, also reviewing concepts of books, papers, national theses, international theses, research, as our theoretical source, and also an analysis of technical files such as ours reality to compare. The research yielded new, more defined and detailed ranges for classification and design of low-volume roads that can help improve the current MTC Highway Manual.

Keywords: Average daily index, equivalent axes, traffic.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene la finalidad de proponer rangos de IMD y EAL para el Diseño de Caminos de Bajo Volumen, a partir de Manuales Internacionales, de acuerdo a sus variables del IMD y EAL de los Manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen y el IMD y EAL de los Expedientes Técnicos del MTC, realizando un análisis de la normativa internacional de caminos de bajo volumen de Australia, Estados Unidos, Sudáfrica y comparándola con nuestra normativa nacional del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

En el capítulo 1, se desarrolla el problema y la justificación de la investigación, siendo el objetivo principal determinar la relación del IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en nuestro país, así también los objetivos específicos que consisten en determinar la relación del IMD y EAL de los manuales internacionales como AASTHO 1993, Austroads 1992 y DoT, South África 1997.

En el capítulo 2, se desarrolla el marco teórico, en donde se recopiló información bibliográfica de varios textos como tesis, libros, investigaciones de revistas, todas relacionadas al tema en desarrollo, también para definir las bases teóricas se hizo un análisis de la Normativa Nacional, como el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos, Manual de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

En el capítulo 3, se desarrolla el sistema de hipótesis principal el cual nos indica que relacionando el IMD y EAL del manual e AASTHO 1993, manual Austroads 1992 y Sudáfrica 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos y las hipótesis secundarias tienen que ver con la constatación del IMD y EAL de cada manual mencionado con los expedientes técnicos del MTC.

En el capítulo 4, se desarrolla la metodología del estudio en la que se describe el tipo y nivel de la investigación, el enfoque de la investigación, el diseño de la investigación, la

población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

En el capítulo 5, se desarrolla la presentación y análisis de resultados de la investigación, hablando sobre el diagnóstico y situación actual hablando de los estudios de tráfico de las manuales internacionales de caminos de bajo volumen y los expedientes técnicos del MTC, desarrollando el análisis de resultados de los manuales usados, y presentando la contrastación de las hipótesis.

Finalmente, se desarrollan las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a las variables en mención lo cual se espera sean útiles para la normativa nacional y sea el comienzo de nuevas investigaciones y verificaciones en campo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

Nuestro país cuenta con una tasa de crecimiento poblacional de 1.0 % anual según lo procesado por el último censo, al aumentar la población también aumenta el parque automotor y conforme pasa el tiempo nuestras carreteras se ven dañadas porque en muchos casos no son correctamente diseñadas, contamos con una red vial bastante grande, que en su mayoría es representada por Caminos de Bajo Volumen de tránsito; en las distintas regiones del Perú, los cuales son muy importantes para el desarrollo de muchos pueblos, regiones y ciudades. A pesar de esto El Ministerio de Transportes y Comunicaciones que es la entidad normativa encargada de crear los manuales de diseño de este tipo de caminos, hizo un cambio en los valores de diseño de las carreteras de bajo volumen, los cuales se ven más generalizados y no tienen mayor detalle como en la normativa anterior a la vigente actualmente. Esto se ha venido dando desde la aprobación del Manual del 2014 que reemplazó al Manual DG del 2008.

El actual manual del 2018 sigue teniendo los mismos parámetros de diseño con respecto al IMD del manual del 2014. Todos los proyectos viales que tengan que ver con caminos vecinales en Perú se han estado dando con estos estándares de diseño hasta el momento.

También se ha notado ciertas peculiaridades con las que nos estamos muy de acuerdo con los estudios de tráfico de los caminos de bajo volumen; específicamente al momento del conteo y la proyección futura, para lugares de poca accesibilidad. Se ha visto que, en algunos expedientes técnicos, para el conteo de vehículos, se basan en los peajes más cercanos y si en caso existieran pueblos más alejados se hace un conteo dos veces a la semana, un día de semana entre martes y jueves y un sábado. Y en el caso de la proyección futura, se hace según el crecimiento poblacional que, por lo general se actualiza cada diez años lo cual no sería un dato muy viable, lo que nos hace ver que, para zonas más alejadas, no le toman la misma importancia al momento de obtener los parámetros de diseño.

El trasfondo de todo esto se da por los sobrecostos que muchas veces no hacen viables varios proyectos en zonas rurales, lo que afecta bastante a sus pobladores, y no tienen los medios esenciales para desarrollarse como tener una buena carretera para llegar a los centros de salud, a los mercados, a los colegios, etc. Hasta el momento no hemos visto,

alguna investigación que explique por qué, muchos proyectos viales en zonas alejadas no se dan. La rentabilidad de un proyecto vial tiene que ver con los costos de ejecución, y estos costos van de la mano con el diseño para lo cual nos guiamos de la normativa Nacional, y si estos costos son los mismos para una carretera con IMD de 15 veh/día, con otra con IMD de 200 veh/día, entonces la viabilidad se encaminaría más por la zona donde hay mayor transitabilidad y no para las otras que no la tienen.

Es por eso que se optó hacer una propuesta de rangos de IMD y EAL para el diseño de este tipo de caminos de bajo volumen, especialmente para zonas alejadas. Queremos darle solución a un problema, que hasta el momento nadie se ha preocupado. Simplemente se ha aceptado el cambio en la nueva normativa y los diseños han seguido su rumbo dándole más importancia a las carreteras con mayor transitabilidad.

Para explicar mejor los valores antes mencionados hablaremos de los siguientes manuales de diseño, dados por la entidad competente en Perú. El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, es la última actualización desde el 2014, en este manual obtendremos información sobre el IMD (Índice Medio Diario). El manual hace una clasificación de las carreteras en Perú según su demanda, utilizando unos rangos de IMD para el tipo de carretera. Esta información está adaptada en la siguiente tabla.

Tabla N° 1: Tipos de carreteras según su IMD en Perú

Clasificación de la carretera en Perú		
Clasificación por demanda		
Tipo	IMDA (Vehículo/día)	Descripción
Autopista de Primera Clase	6000<IMDA	Superficie de rodadura pavimentada
Autopista de Segunda Clase	4001<IMDA<6000	Superficie de rodadura pavimentada
Carretera de Primera Clase	2001<IMDA<4000	Superficie de rodadura pavimentada
Carretera de Segunda Clase	400<IMDA<2000	Superficie de rodadura pavimentada
Carretera de Tercera Clase	IMDA<400	Pueden funcionar con soluciones denominadas básicas económicas, emulsiones asfálticas y/o micropavimentos, o en afirmado en la superficie de rodadura
Trochas Carrozables	IMDA<200	Superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar

Fuente: Adaptación del manual de carreteras: Diseño Geométrico (MTC, 2018, p.12)

La tabla N°1 nos da una clasificación según la cantidad de vehículos que transitan por una parte de la vía en un día. Según la normativa internacional, ya se consideran a los caminos de bajo volumen a los que tienen un IMD<400 veh/día y según algunas normativas sudamericanas, consideramos caminos de bajo volumen a caminos con IMD<200 veh/día. En nuestro caso, se podría considerar a las trochas carrozables como los caminos de bajo volumen de tránsito, sin embargo, le dan una clasificación muy general a este tipo de carretera a comparación del derogado Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito del 2008; también del MTC, el cual nos da una clasificación un poco más detallada de este tipo de caminos, representada en el siguiente cuadro.

Tabla N° 2: Tipo de carreteras de bajo volumen según su IMD

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de Calzada (M)	Estructura y Superficie de Rodadura Alternativas (**)
T3	101-200	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado.
T2	51-100	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15cm
T1	16-50	1 carril (*) o 2 carriles 3.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15cm
T0	<15	1 carril 3.50-4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15cm
Trocha carrozable	IMD indefinido	1 sendero (*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (MTC, 2008, p.17)

En la Tabla N°2 podemos observar cómo el derogado manual clasifica a los caminos de bajo volumen en 5 tipos. Se puede observar claramente que la carretera de mayor IMD llega hasta los 200veh/día, que vendría a ser la clasificación general del Manual DG 2018.

Entonces observamos que, en el actual manual, no se representan los rangos de carreteras de bajo volumen con más detalle. Simplemente hay un solo rango para carreteras de bajo volumen que tienen el $IMD < 200veh/día$.

Podemos ver que en otros países sí hay una clasificación más detallada por rangos de IMD, como es el caso de Australia. En su Guide to Pavement Technology Part 6: Unsealed Pavements, clasifican a los caminos de bajo volumen según la tabla N°3.

Tabla N° 3: Clasificación de carreteras sin sellar

Tipo	IMD	Velocidad
U 1	IMD>200 veh/día	Llega a 100km/h - 2 carriles
U 2	100<IMD<200 veh/día	Llega a 100km/h - 2 carriles
U 3	20<IMD<100 veh/día	Llega a 80km/h - 2 carriles
U 4	IMD<20 veh/día	Llega a 80km/h - 1 carril
U 5	IMD<10 veh/día	Llega a 60km/h - 1 carril

Fuente: Guide to pavement technology part 6: Unsealed Pavements (Austroads, 2009, p.6)

La tabla N°3 del manual de Austroads da una clasificación para carreteras sin sellar según el IMD y estas son más definidas que las que tenemos en nuestro manual actual. Y no solo ocurre en Perú, en diferentes países del mundo sí existe una clasificación para caminos de bajo volumen con rangos detallados.

En el caso de los EAL (Equivalent Axle Load) nuestra normativa del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección de Suelos y Pavimentos nos indica los siguientes valores de EAL para clasificar a las carreteras.

Tabla N° 4: EE de 8.2tn, para caminos no pavimentados

Tipos de Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{NP1}	≤ 25,000 EE
T _{NP2}	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T _{NP3}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{NP4}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.74)

Tabla N° 5: EE de 8.2tn, para pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos

Tipos de Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.75)

Las Tablas N° 4 y 5 definen el tipo de tráfico según los Ejes Equivalentes. La normativa nos indica que los caminos de bajo volumen tienen los EE < 1'000,000EE.

Observando el Manual Guide for Design of Pavement Structures AASHTO93, en su capítulo 4: Low Volumen Road Design, clasifican a los caminos de bajo volumen según sus EAL de la siguiente manera.

Tabla N° 6: Tráfico según sus EAL

Tráfico según sus EAL	
Tráfico alto	60,000 a 100,000
Tráfico mediano	30,000 a 60,000
Tráfico bajo	10,000 a 30,000

Fuente: AASHTO (1993, p.II-81)

En la Tabla N°6 aun siendo caminos de bajo volumen, la guía norteamericana los clasifica en volúmenes alto, medio y bajo con sus respectivos ejes equivalentes.

Nuestros manuales nos proporcionan información muy valiosa para el diseño de una carretera; sin embargo, esta información está muy generalizada. Es decir, se aplican los mismos procesos de diseño para un Camino de Alto Volumen como para uno de Bajo Volumen, esto conlleva que, al momento de diseñar un Camino de Bajo Volumen, se pueda dar el caso que se sobredimensionen ciertos valores de la carretera, y se presente un costo adicional lo cual podemos evitar.

En los manuales internacionales, sí hay una mejor distribución de la información donde separan el diseño para caminos de Alto Volumen y para caminos de Bajo Volumen, es por ello que queremos aplicar esa distribución de rangos a nuestro País. Haciendo una comparación de la Normativa Internacional con la Normativa Nacional, y a su vez cotejando los valores de nuestras variables con la de los Estudios de Tráfico del Ministerio de Transporte y Comunicaciones para así aportar con rangos de diseño de Caminos de Bajo Volumen en Perú.

1.1.1 Problema General

¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?

1.1.2 Problemas Específico

- a) ¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL del manual AASHTO 1993, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?
- b) ¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL del manual Austroads 1992, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?
- c) ¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL del manual DoT, South África 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?

1.2 Objetivo general y específico

1.2.1 Objetivo general

Determinar la relación del IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la relación del IMD y EAL del manual AASHTO 1993, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.
- b) Determinar la relación del IMD y EAL del manual Austroads 1992, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.
- c) Determinar la relación del IMD y EAL del manual DoT, South África 1997, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.

1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

La investigación comprende un tiempo bastante limitado de 5 meses, agregando que nos encontramos en el marco de una pandemia mundial, en el que salir a bibliotecas especializadas para la búsqueda de la información es bastante difícil. Mencionando también que la bibliografía Nacional no es suficiente para hacer las comparaciones con las Normas de otros países. Recurrimos simplemente a Internet, donde no siempre se puede encontrar toda la información necesaria.

1.3.1 Delimitación temporal

Los expedientes técnicos a utilizar corresponden al periodo 2000 al 2020.

1.3.2 Delimitación espacial

La investigación está basada en los expedientes técnicos del MTC.

1.3.3 Delimitación temática

La presente investigación se refiere a estudios de tráfico y en específico al IMD y EAL para caminos de bajo volumen que en su mayoría se encuentran en la Sierra, esto a partir de expedientes técnicos del MTC.

1.4 Justificación e importancia

Actualmente el país sigue atravesando una migración interna que lleva muchos años. Las personas prefieren migrar a la Costa por mejores oportunidades económicas y sociales. Esto nos lleva a la centralización de los grandes proyectos de carreteras; los cuales son muy beneficiosos para la economía del País; sin embargo, hace que no se le dé la misma importancia a proyectos en zonas alejadas del país donde se encuentran la mayoría de los caminos de bajo volumen. Por ello nuestra Norma Nacional para diseño de Carreteras está generalizada a caminos de Alto Volumen, y no cuenta con una mejor distribución para los de Bajo Volumen de Tránsito. A veces estos costos elevados al momento de hacer una evaluación económica para diseñar este tipo de caminos no son rentables y no se ejecutan. Al no ejecutarse terminamos con pueblos sin buenas carreteras. Un pueblo sin una buena carretera, es un pueblo triste, frustrado. La frustración de los pobladores los lleva a dos caminos, la cólera o la depresión. Si es un pueblo colérico, pueden ponerse agresivos y actuar con violencia. Si es un pueblo deprimido, los llevan a ser personas vulnerables y manipulables a políticos que les prometen cosas con tal de sacar provecho de ellos. A todo eso se llega, cuando se ven frustrados los pequeños proyectos por falta de rentabilidad. Esta propuesta de rangos para caminos es importante para darle a los pequeños proyectos de carreteras esa confiabilidad que necesitan para ser ejecutados, tengan un buen tiempo de vida, se puedan seguir conectando los pueblos económicamente y no excedan en presupuesto.

1.4.1 Justificación metodológica

Esta investigación ayudará en la propuesta de rangos de IMD y EAL para una mejor calificación de los caminos de bajo volumen. Esto mejorará los estándares al momento de diseñar el pavimento según la demanda vehicular que tendrá la zona de estudio, se podrán llevar a cabo más proyectos en zonas alejadas, donde se encuentran la mayoría de estos caminos sin el problema de sobredimensionar el diseño y este se escape de presupuesto de las municipalidades, con esto se podrán interconectar más los pueblos y se contribuirá con la integración del país.

1.4.2 Justificación social

Nuestra red vial nacional está representada en su mayoría por caminos de bajo volumen, es por ello que estos son muy importantes, y tenemos que apoyar las gestiones para su mejora y calidad ya que son muy importantes para el desarrollo económico del país y también las conexiones en el ámbito social.

1.4.3 Justificación práctica

Esta tesis es útil para todos los caminos de bajo volumen del país, ya que estos son importantes para interconectar pueblos, se pueda transportar mercadería, ayude a la minería de las zonas rurales, contando también con la adecuada transitabilidad de cualquier tipo de vehículo en cualquier estación del año y así el transporte en estas zonas se vea beneficiado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

La necesidad de crear nuevos caminos para interconectar lugares y las personas puedan desarrollarse económica y socialmente datan de tiempos muy antiguos. Con el pasar de los años el diseño de estos caminos ha ido evolucionando y con ello la Ingeniería de tránsito ha tenido un gran desarrollo.

Arévalo, V. (2017) nos detalla las definiciones para caminos de bajo volumen a nivel sudamericano, y a nivel mundial. En la cual hizo una comparativa de varios manuales y resumió los conceptos en las siguientes tablas.

Tabla N° 7: Definiciones de caminos de bajo volumen según $IMD < 200$ veh/día para Sudamérica

País	DEFINICIÓN
Perú	Trocha Carrozable, vías Vecinales, Caminos rurales: no alcanza características geométricas, tienen $IMD < 200$ veh/día.
Chile	Caminos de Desarrollo, destinados a conectar zonas aisladas, transitan vehículos motorizados y tracción animal. Características mínimas de caminos públicos.
Bolivia	Caminos de desarrollo = Chile
Brasil	Caminos Vecinales, clase E, tiene $IMD < 200$.
Colombia	Vía Terciaria, Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.
Ecuador	Vías vecinales, Estas vías son las carreteras clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores. < 300 y < 100 veh/día.
Paraguay	Terciaria, local y desarrollo.

Fuente: Estándares de Diseño Geométrico para caminos rurales con $IMD < 200$ veh/día – Caso Perú
(URP, 2017, p.3)

Tabla N° 8: Definiciones de caminos de bajo volumen según $IMD < 200$ veh/día para el mundo

Normas	DEFINICIÓN
AASHTO 2001	Caminos locales rurales, $IMD < 400$, principales, secundarios, agrícolas, recreacionales, recursos.
AASHTO 2011	Caminos locales rurales, $IMD < 400$, principales, secundarios, agrícolas, recreacionales, recursos.
NUEVA YORK	Rural de Bajo Volumen , mayor, menor industrial, comercial, agrícola, recreacional, escénico, recursos.
BANCO MUNDIAL	Caminos Acceso Básico a Comunidades rurales , Asegurar la transitabilidad al mínimo costo, con estándares de ingeniería básica.
MANUAL DE CAMINOS RURALES -ESPAÑA	Camino rural , Son las vías que facilitan el acceso al ordenamiento rural, pueden ser de servicio a poblados, agrícolas, principales, secundarios, etc.
CAMINOS RURALES BRASIL	Caminos rurales, caminos vecinales , Estas vías corresponden a las vías locales, y que conforman el sistema capilar de salida de la producción agrícola.
ROMANIA	Caminos rurales , comunales, locales, típicamente tienen $IMD < 200$ veh/día
CAMINOS NO PAVIMENTADOS AUSTRALIA	Caminos rurales municipales , típicamente tienen $IMD < 200$ veh/día

Fuente: Estándares de Diseño Geométrico para caminos rurales con $IMD < 200$ veh/día – Caso Perú (URP, 2017, p.3)

Con todo este análisis el autor llega a la conclusión que se considera a los caminos rurales, a todos aquellos que tienen un $IMD < 400$ veh/día con estándares de Ingeniería básica.

El autor con respecto a los valores de IMD , hace una comparación de varios manuales, realiza una clasificación desde los 15 veh/día, hasta los 400 veh/día, aquí notamos cómo en algunos países se tienen mayor detalle de clasificación de este tipo de caminos y en otros no. Todo esto se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla N° 9: Rangos de IMD a nivel mundial

Normas	Rangos de volumen de tráfico medio diario (IMD)				
	<15	16-50	51-100	101-200	201-400
AASHTO 2001			<100	100-250	250-400
AASHTO 2011		<50		50-250	250-400
NUEVA YORK		<50			50-400
US ARMY	<10		10-150		150-500
MANUAL DE CAMINOS RURALES -ESPAÑA	<15	15-45		45-150	150-450
CAMINOS RURALES BRASIL		<50	50-100	100-150 150-200	>200
ROMANIA		<50		>150	50-1000
CAMINOS NO PAVIMENTADOS AUSTRALIA	<10	10-50	50-150		
OVERSEAS ROAD NOTE 6	<20		20-100		100-400

Fuente: Estándares de Diseño Geométrico para caminos rurales con IMD<200veh/día – Caso Perú (URP, 2017, p.4)

Quintana, J. & Arévalo, L. (2017) los autores hicieron una compilación de los datos que arrojan los planes viales a nivel nacional, para darnos una idea de la magnitud que representan los caminos de bajo volumen en nuestro país. En la que concluyen que el 80% de los caminos de bajo volumen en Perú se clasifican como trocha, es decir con un IMD<200veh/día. Hicieron una comparación de los valores de IMD de manuales pasados y los resultados se observan en la siguiente tabla.

Tabla N° 10: Clasificación de caminos de bajo volumen en Perú

MTC - 1970			DG - 2001						DG 2013 - 2014		
Caminos Vecinales 1978			Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito - 2005			Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito - 2008					
	IMD (veh/día)	Secciones (m)		IMD (veh/día)	Secciones (m)		IMD (veh/día)	Secciones (m)		IMD (veh/día)	Sección
CV1	100 - 200	6.00 - 7.00	T4	200 - 400	7.00 - 8.00	T3	100 - 200	6.50 - 7.60	Trocha	<200	>4.00
CV2	30 - 100	5.50 - 7.00	T3	100 - 200	6.50 - 7.60	T2	51 - 100	6.50 - 7.00			
CV3	0 - 30	4.50 - 5.00	T2	50 - 100	6.50 - 7.00	T1	16 - 50	4.50 - 7.00			
Trocha	IMD Sin definir	3.60 - 4.00	T1	16 - 50	4.50 - 7.00	T0	0 - 15	4.5			
			T0	0-15	4.5	Trocha	IMD sin definir				
			Trocha	IMD Sin definir							

Fuente: Caminos vecinales, realidad y normativa (URP, 2017, p.7)

La tabla N°10, nos hace ver cómo en las normativas anteriores a la vigente en ese entonces, sí había una clasificación más detallada de los valores de los IMD para las carreteras de bajo volumen y que en la normativa del 2014, que también se rige ahora en la última del 2018, simplemente nos da una clasificación general de $IMD < 200 \text{ veh/día}$.

CAF (2010) nos explican que el término Bajo Volumen de Tránsito tiene diferentes perspectivas depende del país. En países desarrollados podemos encontrar BVT pavimentados con un IMD de 2000 veh/día, sin embargo, en países en desarrollo este tipo de vías pueden tener IMD tan bajos como 200 veh/día. Menciona que la Federal Highway Administration de Estados Unidos de América (FHWA) considera a las carreteras de bajo volumen a aquellas con un IMD menor de 400 veh/día, mientras que en muchos países ese IMD llega hasta 200 o 250 veh/día. Se puede deducir que bajo volumen son aquellas carreteras con un IMD que están en los rangos máximos de 250 a 400 veh/día.

Mencionan que las condiciones de tránsito dadas en países como Chile, Colombia, Perú y Ecuador, determinan un valor límite de 250 veh/día en promedio que corresponden a las repeticiones de un eje simple equivalente de 8.2ton (E.E) que se espera transite por el tramo de diseño en el periodo correspondiente, teniendo un valor que está por debajo de 1×10^6 EE. De esta manera estos límites difieren según el desarrollo del país. Aunque estas carreteras tienen diferentes aspectos de acuerdo al contexto donde se encuentren, hay varias características en común como los alineamientos horizontales extremadamente constantes, calzadas con superficies de tierra y un estado de circulación de la calzada de regular a malo. (p.9)

Navarro, S. (2018) Explica que para diseñar un camino es muy importante verificar el efecto de las cargas que transmiten los vehículos. Es imposible no notar que por una sección dada de pavimento circulan muchos vehículos los cuales llevan muchos tipos de cargas, algunas más pesadas que otras pero esto lleva a que esa variabilidad descrita se repita para diferentes tipos de camiones que circulan por esa vía. Es necesario convertir toda esa información de formas e intensidades de cargas en valores que las representen y sean simplemente obtenibles y manejables. Por eso se definió un “Eje Patrón” (ESAL – Equivalent Single Axle Load) definida como una carga estándar o normalizada, la que se obtiene por métodos definidos de acuerdo al peso y características del tipo de vehículo. Resumiendo, su idea principal hace mención que para dimensionar un

pavimento necesitamos conocer el factor destructivo que causan las cargas del transporte pesado, por lo que es necesario saber la cantidad y tipo de vehículo que transitarán por la vía, incluyendo también la intensidad de cargas y configuración de ejes que la aplican. (p.3)

2.1.1 En el ámbito Nacional

Albitres, J. (2019) en su tesis “Estudio de tráfico para su mejoramiento de la carretera Yura – Peaje Patahuasi, parte de la ruta Nacional PE – 34A, Arequipa” nos habla del inadecuado nivel de transitabilidad que hay entre el pueblo Yura y el Peaje Patahuasi, esto debido al pésimo estado del camino vecinal, lo cual pone en evidencia el bajo interés de inversión en este camino por parte de las autoridades. El estudio de tráfico arrojó un IMD de 4,092 veh/día, compuesto por 49.5% de vehículos ligeros y 50.5% de vehículos pesados sobresaliendo la presencia de semi tráileres (3S3) donde el transporte de carga fue de 1,226 vehículos/día, lo que representó un 30% del tráfico total. También se obtuvieron los EALS según el método AASHTO 1993 y el método simplificado del MTC. (p.3)

Colchado, C. & Díaz, A (2017) en su tesis “Investigación de las condiciones de transitabilidad del camino vecinal Simbron – Farrat – Colpa – Sacha Grande, Provincia de Gran Chimú – La Libertad” hablan sobre el camino vecinal en mención el cual tiene la posibilidad de perder su servicialidad ya que no cuenta con el adecuado mantenimiento, lo cual dificulta el tránsito de vehículos ya que la capa de afirmado presenta un 90% de deterioro. El estudio arrojó un IMD de 36 veh/día, clasificando esta vía como un T1 según el Manual de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. El 66.67% del tránsito es de transporte ligeros y el 33.33% es de transporte pesado. El tiempo de viaje se incrementó en un 50% a como era cuando la vía se encontraba en buen estado. Se determinó que el principal agente del deterioro de la vía vendría a ser el clima, especialmente de diciembre a abril, que son épocas de lluvia. (p.13)

Gutiérrez, J. & Pumayali, K. (2018) en su tesis “Mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal: Nogalpampa – Cotarma – Piscaya, Distrito de Pichirhua, Provincia Abancay, Región Apurímac” nos habla del defectuoso estado de la vía tramo 1 y tramo 2; estas vías tienen una superficie de rodadura pésima, sin un tratamiento adecuado, con muchos problemas de drenaje y muy propensa a accidentes en

tiempos de lluvia. Todos estos problemas afectan en la comercialización de productos agropecuarios, principal fuente económica de la región de Apurímac. El estudio de tráfico arrojó un IMD de entre 12 a 15 veh/día y una velocidad de diseño de entre 20 a 30km/h. Indagaron que las autoridades no se han preocupado por mejorar la vía ya sea por su falta de conocimiento o simple desinterés. Ellos proponen un mejoramiento y rehabilitación, para que el tránsito de vehículos no se vea tan afectado y se pueda dar la comercialización de la zona. Utilizaron los manuales del MTC para el diseño de propuesta de la vía mejorada. (p.25)

Cárdenas, J. (2018) en su tesis “Influencia del tráfico vehicular con respecto a las deflexiones de los pavimentos flexibles en zona urbana de la ciudad de Huancayo, Junín – 2017” nos explica que el deterioro de los pavimentos cada día va aumentando, debido al incremento de vehículos que transitan por ellos, esto nos lleva a afrontar elevados costos de operación y mantenimiento de estos. La comunidad de ingenieros necesita crear nuevas tendencias para calcular y predecir el comportamiento de estas deflexiones ocasionadas por el incremento de ejes equivalentes, la vulnerabilidad de la subrasante, los inadecuados materiales usados en las capas granulares, factores climáticos entre muchos más. El estudio de tráfico en la Av. San Carlos arrojó un IMD que oscila de 2,000 a 4,500 veh/día siendo los vehículos ligeros los automóviles y los vehículos pesados el camión C2, siendo sus ejes equivalentes de 25,100 a 91,500EE de 8.2tn. El estudio de tráfico en la Av. Jacinto Ibarra arrojó un IMD que oscila de 4,500 a 6,000 veh/día siendo los vehículos ligeros los automóviles y combis y los vehículos pesados los camiones C2, C3, siendo sus ejes equivalentes entre 287,000 a 474,000EE de 8.2tn. La tesis tiene la finalidad de proponer nuevas consideraciones en el diseño y construcción de los proyectos viales, aumentando el tiempo de vida de la vía causada por el factor destructivo de los vehículos. También menciona la dubitativa confianza en los métodos tradicionales basados en criterios empíricos como la metodología AASHTO 1993, ya que muchas vías urbanas de pavimento flexible en la ciudad de Huancayo, presentan muchas fallas antes de cumplir su vida útil. (p.24)

Martínez, D. (2015) en su tesis “Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos” nos habla de la importancia de estimar el número de ejes equivalentes (EE) de los diferentes tipos de vehículos que pasen sobre una vía para poder diseñar un pavimento adecuado y este no se

deteriore antes de la proyección de su vida útil. Es muy importante calcular estas cargas, así como también el IMD. La demanda en los caminos es influenciada por el comercio que hay entre las ciudades que se conectan, es por eso que, en el transporte pesado, como camiones o autobuses, se requiere otro tipo de consideración al momento de diseñar el pavimento. (p.4)

Hernández, M. & Llerena, R. (2019) en su tesis “Análisis de normativa internacional de carreteras no pavimentadas a fin de proponer estándares de diseño de la estructura de superficie de rodadura en Perú” nos hablan de la actualidad del Perú y las diferentes normas nacionales con respecto a los caminos de bajo volumen, las cuales han ido actualizándose referente a los métodos de diseño, construcción, mejoramiento y conservación. En la Tabla N°11 hacen una comparación de IMD y EAL de diferentes manuales internacionales y también la normativa nacional. (p.154)

Tabla N° 11: Comparación de IMD y EAL de diferentes manuales internacionales y nacionales

NORMA	INDICADOR	IMD	EAL	Check list
USACE	G	<70	-	X
AASHTO	Alto	-	<100 000	X
BOLIVIA	Agricultura	<500	-	X
COLOMBIA	T1	-	<150 000	X
CHILE	T0	-	<150 000	X
AUSTROADS	U3	20-100	-	X
SUDAFRICA	ES0.1	20-75	100 000	X
PERÚ 2008	T2	16-28	7.9×10^4 a 1.0×10^5	X
PERÚ 2014	Tnp 3	-	7.5×10^4 a 1.5×10^5	X

Fuente: Análisis de Normativa Internacional de Carreteras No Pavimentadas a fin de proponer Estándares de Diseño de la Estructura de Superficie de Rodadura en Perú (Hernández, M. & Llerena, R., 2019, p.154)

2.1.2 En el ámbito Internacional

Watson, M. (2009) en su tesis “Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)” describe que en Costa Rica la mayoría de caminos de su red vial tienen en un estado regular o pésimo, ya que los gobiernos locales no tienen una política de mantenimiento vial, porque se ha visto a través de los años que dan soluciones que satisfacen al poblador en el

momento, pero con el pasar de los años son una mentira según la proyección que le habían dado. Explica que estos caminos son muy importantes para Costa Rica porque a pesar de ser caminos de bajo volumen son los encargados de conectar a los agricultores con los mercados y las empresas. En esta tesis se propone una metodología para mejorar la vida útil de estos caminos proponiendo un sistema de conservación vial. (p.4)

Pérez, V. (2016) en su tesis “Guía metodológica para diseño y construcción de Pavimentos para el Ecuador” nos habla que Ecuador no cuenta con un manual eficaz para diseñar y construir pavimentos. La autora elaborará una guía donde incluirá la normativa de diseño de pavimentos más usada en el país y también la nueva tendencia de diseño que vendría a ser el Método Racional donde considera los módulos resilientes y dinámicos de los materiales de la estructuras del pavimento, que puedan aportar de una mejor manera que el diseño del pavimento se cumpla , tenga una vida útil larga, se cuente con un buen diseño geométrico, tenga buen drenaje y todo se acomode a la realidad del tipo de carreteras que existen en Ecuador. (p.1)

Vuong, B. & Jameson, G. (2003) en su investigación “Equivalent Load For a Quad Axle” describen que The National Road Transport Commission and Autroads están desarrollando un enfoque de normas para la regulación de vehículos pesados en Australia. Su investigación proporciona un resumen de cargas de eje equivalente actuales que están siendo adoptadas para pavimentos flexibles por diferentes autoridades en el mundo. Además, examina varios procedimientos experimentales y teóricos para derivar cargas equivalentes para varios grupos de ejes. (p.2)

En la siguiente tabla, hace una comparación de las cargas de EE para diferentes normativas internacionales.

Tabla N° 12: Comparación de cargas equivalentes para tipos de grupos de ejes para pavimentos flexibles.

Axle Group Type	Austroroads (1992) ¹	AASHTO (1993) ²	DoT, South Africa (1997) ³	Ministry of Transpntn (Canada)	LCPC and SETRA France (1997)	UK DoT (1993) ⁵
SAST	53 KN	NA ⁴	≅ 61KN	≅ 61KN	NA ⁴	NA
SADT	80 KN	80 KN	≅ 80KN	≅ 78KN	130 KN	NA
TADT	135 KN	≅151 KN	≅ 134 KN	≅ 126 KN	275 KN	NA
TRIDT	181 KN	≅214-205 KN	≅ 187 KN	≅ 172 KN	383 KN	NA

NOTE 1: Tyre pressure of 550 kPa and axle spacing of 1320 mm used in Austroroads (1992).

NOTE 2: Axle spacing of 1219 mm (4ft) used in the AASHTO Road Test.

NOTE 3: Values derved using tyre pressure of 520 kPa and axle spacing of 1400 mm.

NOTE 4: AASHTO (1993 and LCPC and SETRA (1997) provide no Guidance for SAST.

NOTE 5: UK DoT (1991) do not use axle load equivalencies for individual axle group.

Fuente: Equivalent Load For Quad Axle (Vuong, B. & Jameson G., 2003, p.2)

2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1 Estudios de Tráfico

Revisaremos los conceptos relacionados a los estudios de tráfico de diferentes libros presentados a continuación.

2.2.1.1 Ingeniería de tránsito, Cal y Mayor

El autor nos habla que toda vía, ya sea una carretera, una calle, etc., siempre estará sujeta a ser solicitada y cargada por los volúmenes de tránsito, que en nuestro caso serían los IMD. Estos volúmenes de tránsito poseen dos características esenciales; espacial y temporal, la primera porque ocupan un lugar y la segunda porque consumen un determinado tiempo. Estas distribuciones resultan de la necesidad de las personas para trasladarse de un lugar a otro para cumplir con sus necesidades.

Cuando uno quiere proyectar una vía, el factor más importante depende del volumen del tránsito o también llamada por el autor, demanda circundante, también influyen los intervalos de tiempo y las tasas de crecimiento.

Los errores más comunes que cometen al momento de proyectar una carretera vienen porque no definen bien estos valores, es ahí cuando muchas veces se hacen vías que tienen un flujo vehicular muy por debajo para lo que se había proyectado o uno de los casos más críticos en Lima, que los volúmenes proyectados son demasiados superiores a los que se habían estimado. Es por

eso que el autor sugiere estimar bien estos valores con los llamados estudios de tráfico, para una mejor gestión al momento de proyectar una carretera.

El autor define a los volúmenes de tránsito como la cantidad de vehículos que transitan por cierto punto o también sección transversal de una sola calzada durante un tiempo determinado.

El autor también nos describe en la siguiente tabla las características de los vehículos tipo según las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México. En la cual podemos observar los datos más importantes, así como también el peso de los vehículos para poder diseñar un camino.

Tabla N° 13: Características de los vehículos tipo

Características de los vehículos		Vehículos de proyecto tipo					
		DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
Longitud total del vehículo (m)	L	5.80	7.30	9.15	15.25	16.78	
Distancia entre ejes extremos del vehículo (m)	DE	3.35	4.50	6.10	12.20	15.25	
Distancia entre ejes extremos del tractor (m)	DET	-	-	-	3.97	9.15	
Distancia entre ejes del semirremolque (m)	DES	-	-	-	7.62	6.10	
Vuelo delantero (m)	Vd	0.92	1.00	1.22	1.22	0.92	
Vuelo trasero	Vt	1.53	1.8	1.83	1.83	0.61	
Distancia entre ejes tándem tractor(m)	Tt	-	-	-	-	1.22	
Distancia entre ejes tándem semirremolque (m)	Ts	-	-	-	1.22	1.22	
Distancia entre ejes interiores tractor (m)	Dt	-	-	-	3.97	4.88	
Distancia entre ejes interiores semirremolque (m)	Ds	-	-	-	7.01	7.93	
Ancho total del vehículo (m)	A	2.14	2.44	2.59	2.59	2.59	
Entrevía del vehículo (m)	EV	1.83	2.44	2.59	2.59	2.59	
Altura total del vehículo (m)	Ht	1.67	2.14-4.12	2.14-4.12	2.14-4.12	2.14-4.12	
Altura de los ojos del conductor(m)	Hc	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	
Altura de los faros delanteros (m)	Hf	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	
Altura de los faros traseros (m)	Hl	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	
Angulo de desviación del haz de luz de los faros	α	1°	1°	1°	1°	1°	
Radio de giro mínimo (m)	Fg	7.32	10.40	12.81	12.20	13.72	
Peso total (kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relación peso/potencia (kg/HP)	Wc/P	45	90	120	180	180	

Fuente: Ingeniería de Tránsito (Cal y Mayor, 1994, p.83)

2.2.1.2 Ingeniería de Caminos Rurales, Gordon Keller y James Sherar

Los autores definen a los caminos rurales; que en nuestro caso serían los caminos de bajo volumen, como sistemas de transporte que principalmente se construyen para la explotación de recursos en lugares alejados donde los pueblos no están totalmente desarrollados. Estos sistemas se diseñaron con la idea de recibir volúmenes bajos de tránsito con cargas para cada eje de vehículo pesado extremas. Los clasifica con un $IMD < 400 \text{ veh/día}$.

En el siguiente cuadro nos explica las normas típicas de diseño para caminos de bajo volumen.

Tabla N° 14: Normas típicas para diseño de caminos de bajo volumen

Elemento de diseño	Camino rural de acceso	Camino alimentador
Velocidad de Diseño	25-35kph	45-60kph
Ancho del camino	3,5-4,5m	4-5.5m
Gradiente del camino	15% max.	12% max.
Radio de curvatura	15mm min.	25m min.
Corona/Geometría	Talud ext./int.(5%)	Talud ext./int. o corona (5%)
Tipo de superficie	Natural o grava	Grava, canto rodado o pavimentado

Fuente: Ingeniería de Caminos Rurales (Gordon Keller y James Sharer, 2004, p.27)

La tabla N°14 nos muestra los elementos de diseño y también el tipo de material que debe tener la vía a diseñar según sus anchos, gradientes, velocidades, etc.

2.2.1.3 Manual de Carreteras, Luis Bañón y José Beviá

Los autores en este manual nos hablan de que el objetivo principal de los estudios de tráfico es hallar las relaciones que hay entre sus características y el trazo por donde circulan los vehículos. Es importante hacer la cuantificación de las características principales como la intensidad, la composición de la vía y la velocidad del tráfico.

Definen al IMD como la cantidad total de vehículos que atraviesan una sección de camino durante un periodo de tiempo. Los determinan anualmente, semanalmente y diariamente.

También nos hablan que es importante conocer la composición del tráfico, en ella los clasifican en 3 grupos, motocicletas, ligeros y pesados. Para nuestra investigación es importante saber el tipo de vehículo pesado que transita por la vía, porque es ahí donde analizaremos los ejes equivalentes los cuales son muy necesarios para el diseño de la vía.

Menciona que, en países con un grado de motorización alto, los vehículos ligeros representan entre 70-80%, los vehículos pesados un 15-25% y un 5% para los vehículos de dos ruedas.

Un punto bastante importante en ese Manual son los métodos que usan para poder hacer los estudios de tráfico. En la siguiente tabla se muestra el modelo de cartilla para el adecuado conteo de los vehículos.

Tabla N° 15: Tipo de cartilla para conteo de vehículos

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES		Aforo de Carreteras						Estacion	
SECCION DEL TRUENO		DIA DE LA SEMANA		MES		AÑO		HOJA N.º /	
DATOS		DE A		DE A		DE A		DE A	
COMPONENTES		DE A		DE A		DE A		DE A	
	CARROS	A							
	BICICLETAS	B							
I MOTOS	MOTOS	1							
II VEHICULOS LIGEROS	COCHES	2							
	CAMIONETAS (4 RUEDAS)	3							
	TRACTORES AGRICOLAS	4							
III VEHICULOS PESADOS	CAMIONES SIN REMOLQUE	5							
	CAMIONES CON REMOLQUE VEHICULOS ESPECIALES	6							
	AUTOBUSES	7							

Fuente: Manual de Carreteras (Luis Bañon, 2000, p.25)

2.2.2 Normas de Perú

Para la tesis se usarán las normas que propone el MTC, que vendrían a ser el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 RD N°03 – 2018 MTC/14 y el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección de Suelos y Pavimentos RD N°10 – 2014 MTC/14; tomando también como referencia al Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, el cual es una norma derogada, ya que sus actualizaciones se han venido dando en los anteriores manuales mencionados pero que aun así tiene muchos datos que nos serán útiles para la investigación.

Primordialmente estudiaremos todo lo que tiene que ver con el estudio de tráfico, IMD (índice medio diario) y los EE (ejes equivalentes).

2.2.2.1 Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC 2018

El manual nos habla que para diseñar una carretera debemos basarnos en la cantidad de vehículos que transitan en la vía (volumen de tránsito) y las condiciones de transitabilidad. También menciona que, al momento de elegir el vehículo característico para diseñar la carretera, debemos tener en cuenta la composición del tráfico que se proyectará para la carretera, obteniendo una base para estudiar el tráfico y las proyecciones que apuntarán al desarrollo de las zonas que serán conectadas por la carretera.

2.2.2.1.1 Índice medio diario anual (IMDA)

El manual define al IMDA como la suma de la cantidad de vehículos que pasan todos los días del año para una parte de la vía en estudio. Este indicador nos define según sus valores la importancia que tiene la vía y nos ayuda a calcular lo necesario para determinar la factibilidad económica.

Los valores del IMDA permiten al Ingeniero conocer las características del diseño de la vía, la clasificación y proponer las metodologías de mejoramiento y mantenimiento. Estas cantidades de vehículos por día nos ayudan para gestionar la seguridad vial y medir la capacidad de la carretera.

Las carreteras se diseñan para una cantidad de vehículos, esto es determinado como la demanda diaria promedio que dura hasta el fin del tiempo de diseño, hallado como la cantidad de vehículos promedio, que transitan en la vía por

día actualmente y que aumentan con una tasa de crecimiento anual. Esta cantidad de vehículos se hallan manualmente o por sistemas tecnológicos.

Según el Capítulo I, Sección 101 clasifican a las carreteras según el IMDA.

Tabla N° 16: Clasificación por demanda de las Carreteras

Clasificación por demanda		
Denominación de la vía	IMDA (Vehículo/día)	Descripción de la rodadura
Autopista de 1era clase	6000<IMDA	Pavimentada
Autopista de 2da clase	4001<IMDA<6000	Pavimentada
Carreteras de 1era clase	2001<IMDA<4000	Pavimentada
Carreteras de 2da clase	400<IMDA<2000	Pavimentada
Carretera de 3era clase	IMDA<400	Rodadura con emulsiones asfálticas o con afirmado
Trochas Carrozables	IMDA<200	Afirmada o sin afirmar

Fuente: Adaptación del manual de carreteras: Diseño Geométrico (MTC, 2018, p.12)

2.2.2.2 Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección de Suelos y Pavimentos, MTC 2014

El manual en el capítulo 6; sobre Tráfico Vial, nos habla de la demanda del tráfico, factor esencial del Ingeniero para poder diseñar el pavimento y la plataforma de la vía. Para este manual, la necesidad de estudiar el tráfico nos lleva a poder realizar el diseño estructural de la vía y conocer la capacidad vehicular de los tramos y saber hasta dónde podrá proyectarse la demanda futura de vehículos. Los estudios de tráfico deben proporcionar los IMDA para cada vía de estudio, también saber la cantidad de vehículos y la clasificación por tipo de vehículo.

Uno de los puntos más resaltantes del manual en la parte de Tráfico Vial es que la información del tráfico se conformará con obtener el IMDA del tramo con diferentes tipos de conteo, empezando por la cantidad vehicular actual. Las cargas de los ejes del transporte pesado, y la presión de los neumáticos (camioneros y ómnibus) tienen una relación directa con el desgaste del pavimento.

2.2.2.2.1 Factor direccional y factor carril

El manual indica que el factor direccional es la cantidad de transporte pesado que circula en la dirección de un carril, casi siempre corresponden a la mitad del tránsito que circula en las dos direcciones de la vía.

El manual indica que el factor carril vendría a ser el carril con el mayor número de ejes equivalente, donde la transitabilidad se ubica casi siempre por ese carril.

El tráfico para el carril de diseño de la vía tiene en consideración el número de direcciones y la cantidad de carriles por calzada, según el factor ponderado aplicado al IMD.

Tabla N° 17: Factor direccional y factor carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las calzadas)	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentido	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.64)

2.2.2.2.2 Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

El manual nos da la siguiente fórmula para el crecimiento de tránsito, para el componente de la circulación de transporte de pasajeros y para la circulación de transporte de carga.

$$t_n = t_0 (1+r)^{n-1}$$

Donde:

t_n = tránsito futuro, año “n” (veh/día)

t_o = tránsito actual (veh/día)

n = años del tiempo de diseño

r = tasa anual crecimiento vehicular

Según el manual el crecimiento vehicular anual es proporcional al crecimiento social económico. Relaciona el crecimiento del transporte de pasajeros con el crecimiento poblacional y el crecimiento del transporte de carga con el crecimiento de la economía expresada como el PBI. Estas tasas de tráfico normalmente van en un rango del 2% al 6%. Estas tasas varían bastante si hay algún proyecto de desarrollo específico cerca de la zona del camino.

Según el manual el siguiente cuadro nos guiará para escoger los factores de crecimiento acumulado (Fca) en el tiempo de diseño, incluyendo la tasa anual de crecimiento (r) y el tiempo de análisis en años.

Tabla N° 18: Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) para calcular EE

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.18	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60

19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.65)

$$\text{Factor FCd} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:



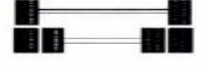
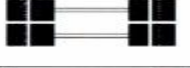


R = Tasa de crecimiento anual

n = Periodo de diseño

2.2.2.2.3 Número de repeticiones de ejes equivalentes

El manual nos dice que, para diseñar pavimentos, el tipo de transporte que debemos evaluar es el pesado (camiones y ómnibus). Las cargas ocasionadas por este tipo de tránsito pesado se miden en la unidad de ejes equivalentes (EE) acumulados en el tiempo de diseño. AASHTO definió como un EE, a la fuerza destructiva que causa un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2tn de peso, con una presión de neumáticos de 80lbs/pulg² sobre el pavimento. Estos EE son factores destructivos que ocasionan los vehículos pesados sobre el pavimento.

Tabla N° 19: Tipos de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota:

RS : Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.66)

Para calcular los EE, la norma nos plantea las siguientes fórmulas que salieron del análisis de los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO93, para varios tipos de ejes de vehículos pesados y tipo de pavimento:

Tabla N° 20: Tipos de EE para afirmado, pavimentos flexibles y semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE_{8.2tn})
Eje simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P/6.6] ^{4.0}
Eje simple de ruedas dobles (EE _{S1})	EE _{S2} = [P/8.2] ^{4.0}
Eje tándem (1 eje rueda dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P/14.8] ^{4.0}
Eje tándem (2 eje rueda dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P/15.1] ^{4.0}
Eje tándem (2 eje rueda dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P/20.7] ^{3.9}
Eje tridem (3 eje rueda dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P/21.8] ^{3.9}
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.67)

Tabla N° 21: Tipos de EE para pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE_{8.2tn})
Eje simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P/6.6] ^{4.1}
Eje simple de ruedas dobles (EE _{S1})	EE _{S2} = [P/8.2] ^{4.1}
Eje tándem (1 eje rueda dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P/13.0] ^{4.1}
Eje tándem (2 eje rueda dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P/13.3] ^{4.1}
Eje tándem (2 eje rueda dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P/16.6] ^{4.0}
Eje tridem (3 eje rueda dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P/17.5] ^{4.0}
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.67)

La norma nos indica que para diseñar un pavimento tomamos el número de EE que transitarán por la vía de diseño, en el tiempo de análisis. El carril a diseñar vendría a ser el carril más cargado, y lo que resulta de esta operación será usado para los carriles de la parte típica que se tomó del camino.

La medición de la demanda, se obtendrá con muestreos de la circulación de vehículos cuando no tengamos datos de las estaciones de pesaje. El conteo de vehículos se centra en el transporte pesado con el fin de tener datos promedios, pesando la carga real por tipo de vehículo contado, por tipo de ejes que lo conforman y por carga que lleva el eje. Así podremos calcular el factor vehículo pesado de cada unidad vehicular que se obtiene de promediar los EE de cada transporte pesado para la vía en estudio.

La norma define al factor vehículo pesado (Fvp) como la cantidad de EE promediados por diferente transporte pesado y este cálculo se obtiene dividiendo la suma de EE de diferentes tipos de transportes pesados entre el número total del tipo de transporte pesado elegido. Este resultado de factores de EE se realizará usando pesos reales para cada eje de transporte pesado encuestados en el censo de cargas.

Tabla N° 22: Factor de vehículos pesados

Rango de Cargas por Eje (Toneladas)	Cantidad de Ejes Pesados en Balanza para 165 vehículos pesados	Factor de Equivalencia por Eje (EE por eje)	EE (Ejes Equivalentes)
Eje simple			
<1.4	0	0.0002	0.00
1.4-3.2	1	0.005	0.01
3.2-3.6	6	0.032	0.19
3.6-5.4	144	0.087	12.53
5.4-7.3	16	0.630	5.76
7.3-13.6	1	5.389	5.39
Eje Tandem			
<2.7	0	0.010	0.00
2.7-5.4	14	0.010	0.14
5.4-8.2	21	0.044	0.92
8.2-10.9	44	0.148	6.51
10.9-11.8	42	0.426	17.89
13.6-14.5	44	0.753	33.13
14.5-14.8	21	0.885	18.59
14.8-15.4	101	1.002	101.20
15.4-16.3	43	1.230	52.89
		Sumatoria EE	255.15

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.68)

La norma nos indica que el Ingeniero que diseña los pavimentos flexibles y semirrígidos debe tener en cuenta, para calcular EE, un factor por presión de neumático, esto señala un efecto adicional al factor destructivo sobre el pavimento. Para afirmados y pavimentos rígidos el factor es igual a 1.0.

Tabla N° 23: Factor presión de neumático (Fp)

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.73)

Finalmente, la norma nos proporciona una fórmula donde calcularemos el número de repeticiones de EE de 8.2tn, en el tiempo de diseño. El resultado final será la suma de los diferentes tipos de transporte pesado considerado:

$$N_{rep} \text{ de EE } 8.2tn = \sum [EE_{día-carril} \times F_{ca} \times 365]$$

Donde:

Tabla N° 24: Cálculo de Nro. de Repeticiones de EE de 8.2tn

Parámetros	Descripción
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn

EE_{dia-carril}	<p>EE_{dia-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación</p> <p>EE_{dia-carril} = IMD_{pi} x Fd x Fc x Fvp x Fp_i</p> <p>Donde:</p> <p>IMD_{pi}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño</p> <p>Fvp: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión) y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp: Factor de Presión de neumáticos</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículos pesados, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.74)

2.2.2.2.4 Clasificación de número de repeticiones de ejes equivalente en el periodo de diseño

El manual indica que el tránsito se clasificó según el número de EE según se indican en las siguientes tablas.

2.2.2.2.4.1 Caminos No Pavimentados

La norma nos dice que estos caminos con Afirmado (revestimiento granular), sus EE llegarán hasta los 300,000 EE en su carril y tiempo de diseño.

Tabla N° 25: Número de Rep. Acumuladas de EE de 8.2tn para caminos no pavimentados

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{NP1}	≤ 25,000 EE
T _{NP2}	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T _{NP3}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{NP4}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.74)

2.2.2.2.4.2 Caminos Pavimentados

La norma indica que, para estos caminos con pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos, sus EE van desde los 75,000 EE hasta 30'000,000 EE en su respectivo carril y tiempo de diseño.

Tabla N° 26: Número de Rep. Acumuladas de EE de 8.2 tn, para pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos

Tipos de Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, p.75)

El manual concluye la sección de Tráfico Vial con una nota muy importante en la que menciona que se considera camino de bajo volumen a aquellos que tengan los EE menores o iguales 1'000,000 EE en un tiempo de diseño de 10 años.

2.2.2.3 Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, MTC 2008

El siguiente Manual, nos habla de los caracteres de una carretera y su demanda, que justificarán el cambio de superficie granular a rodadura pavimentada. Nos indica que en cada caso se tengan límites específicos, estos dependen de la cantidad y tipo de los vehículos. En la siguiente tabla, clasifican a las carreteras según su IMD.

Tabla N° 27: Tipos y características de carreteras según IMD del manual de caminos de bajo volumen

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de Calzada (M)	Estructura y Superficie de Rodadura Alternativas (**)
T3	101-200	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado
T2	51-100	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15cm
T1	16-50	1 carril (*) o 2 carriles 3.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15cm
T0	<15	1 carril 3.50-4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15cm
Trocha carrozable	IMD indefinido	1 sendero (*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (MTC, 2008, p.17)

El Manual en su sección de tráfico, apuntando en diseñar la rodadura, solo se enfoca en el estudio del transporte pesado (buses y camiones), y considera el

peso bruto excedente de 2.5tn. Indica que el transporte con peso inferior provoca un mínimo efecto en la rodadura del pavimento, por ende, no se les considera.

Tabla N° 28: Clasificación al año horizonte según IMD y EE

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	46-50	51-100	101-200
Vehículo pesado (carril de diseño)	<6	6-150	16-28	29-56
N° Rep. EE (carril de diseño)	$<2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4 - 7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4 - 1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5 - 3.1 \times 10^5$

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (MTC, 2008, p.127)

Indica los siguientes pasos para obtener la clase de tráfico:

- a) Identificar los tramos homogéneos demandados.
- b) Conteo vehicular en zonas determinadas en un tiempo de 3 días (1 día de semana, sábado, domingo), en una semana que se haya tenido un tránsito normal. Estos conteos vehiculares serán volumétricos y se clasificarán por tipo de vehículo.
- c) Se complementará la información con los datos de los peajes del MTC próximas al lugar, siempre y cuando sean representativos.
- d) Con estos datos obtendremos el índice medio diario anual y el total de pesados para la vía de diseño, suficientes para clasificar el tipo de vía. Por eso es necesario hallar el nro. de Rep. de EE para el tiempo de diseño.
- e) El Manual define a Eje Equivalente usando la definición de AASHTO como la representación del desgaste causada por un eje simple cargado con 8.16tn. Para hallar el factor de desgaste por EE calculados, se considera el método AASHTO, aplicando lo siguiente:

Tabla N° 29: Relaciones de Eje Equivalente por tipo de Eje

Tipo de eje	Eje equivalente EE 8.2tn
Eje simple de rueda simple	$[P/6.6]^4$
Eje simple de rueda doble	$[P/8.16]^4$
Eje tandem de rueda doble	$[P/15.1]^4$

Eje tridem de rueda doble	[P/22.9] ⁴
P = peso por eje en toneladas	

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (MTC, 2008, p.127)

Se tiene que considerar un factor por la presión de las llantas, para agregar el efecto del desgaste de los afirmados. Este aumenta en el caso de los revestimientos granulares. Se recomienda que las llantas tengan una presión de 80psi pulg².

Para hallar el eje de 8.2tn, utilizarán las siguientes expresiones de la Fig N°1
El resultado final es la suma de los tipos de transporte pesado considerado.

Figura N° 1: Fórmulas para el número de repeticiones de EE

$$\mathbf{Nrep\ de\ EE\ 8.2t = \Sigma [EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times (1+t)^{n-1}] / (t)}$$

$$\mathbf{EE_{\text{día-carril}} = EE \times \text{Factor Direccional} \times \text{factor carril}}$$

$$\mathbf{EE = \text{de vehículos según tipo} \times \text{factor de carga} \times \text{factor de presión de llantas}}$$

Donde:

Nrep de EE 8.2t	= Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2t.
EE_{día-carril}	= Ejes equivalentes por día para el carril de diseño.
365	= Número de días del año.
t	= tasa de proyección del tráfico, en centésimas.
EE	= Ejes Equivalentes.
Factor direccional	= 0.5, corresponde a carreteras de dos direcciones por calzada.
Factor carril	= 1, corresponde a un carril por dirección o sentido.
Factor de presión de llantas	= 1, este valor se estima para los CBVT y con capa de revestimiento granular.

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MTC, 2008, p.129)

f) Tabla para tiempos de 5 años y 10 años.

Tabla N° 30: Tabla de referencia para periodos de 5 y 10 años

IMDA (total ambos sentidos)	Veh. Pesado (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		N° Repeticiones EE 8.2tn	N° Repeticiones EE 8.2tn	N° Repeticiones EE 8.2tn	N° Repeticiones EE 8.2tn
10	3	13,565	1.36E+01	15,725	1.57E+01
20	6	27,130	2.71E+01	31,451	3.15E+01
30	9	40,695	4.07E+01	47,176	4.72E+01
40	12	56,197	5.62E+01	65,148	6.51E+01
50	15	67,824	6.78E+01	78,627	7.86E+01
60	17	75,576	7.56E+01	87,613	8.76E+01
70	20	96,892	9.69E+01	112,324	1.12E+02
80	23	104,643	1.05E+02	121,310	1.21E+02
90	26	122,084	1.22E+02	141,528	1.42E+02
100	28	131,773	1.32E+02	152,761	1.53E+02
110	31	147,275	1.47E+02	170,733	1.71E+02
120	34	160,840	1.61E+02	186,458	1.86E+02
130	37	172,467	1.72E+02	199,937	2.00E+02
140	40	187,970	1.88E+02	217,909	2.18E+02
150	43	203,473	2.03E+02	235,881	2.36E+02
160	45	209,286	2.09E+02	242,620	2.43E+02
170	48	226,727	2.27E+02	262,838	2.63E+02
180	51	236,416	2.36E+02	274,071	2.74E+02
190	54	253,856	2.54E+02	294,289	2.94E+02
200	56	265,483	2.65E+02	307,768	3.08E+02
250	71	335,245	3.35E+02	388,641	3.89E+02
300	84	399,194	3.99E+02	462,775	4.63E+02
350	99	468,956	4.69E+02	543,646	5.44E+02
400	112	529,029	5.29E+02	613,289	6.13E+02

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (MTC, 2008, p.129)

***Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito,
MTC 2008***

El presente manual para carreteras pavimentadas, en la parte que nos interesa sobre los IMD y los EAL se rige con los mismos conceptos que el manual de Carreteras no Pavimentadas ya descrito.

2.3 Definición de términos básicos

Definiremos los siguientes términos según la publicación del MTC: Glosario de términos en proyectos viales, documento que nos ayudará con los siguientes términos en el área vial.

Afirmado: Es una capa granular ya compactada, con cierta gradación que hace de soporte para las cargas de los vehículos que transitan por ella. (p.3)

Asfalto: Es un material que se obtiene de los betunes naturales o por una refinación del petróleo. (p.4)

Base granular: Es una parte del pavimento, hecha de ciertos materiales, que se coloca entre la subbase y la rodadura de la vía. (p.5)

Camino: Es la vía por donde pasan los vehículos, personas y animales. Exceptuando las vías de un tren. (p.6)

Carretera: Es el camino para el transporte de vehículos, cumpliendo los estándares del MTC. (p.7)

Carretera afirmada: Carretera donde su rodadura está compuesta por 1 o más capas de afirmado. (p.7)

Carretera pavimentada: Carretera donde su rodadura tiene una combinación de mezcla bituminosa o cemento portland. (p.7)

Carretera no pavimentada: Carretera donde su rodadura está compuesta por el terreno natural o simplemente un afirmado. (p.7)

Índice medio diario anual: Es el promedio de la cantidad de vehículos que pasan en los dos sentidos de la vía en un tiempo de 24 hrs, para un tiempo de 1 año. (p.14)

Mantenimiento vial: Actividades destinadas a la mejora continua de la vía para arreglar los daños producidos por el desgaste de los vehículos. (p.15)

Pavimento: Es una estructura conformada por una subbase, por una base y una superficie de rodadura, la cual ayuda a la mejor transitabilidad de los vehículos. (p.17)

Red vial: Es el colectivo de todas las carreteras según su tipo ya sean nacionales, departamentales o rurales. (p.19)

Tránsito: Es la denominación al movimiento de los vehículos, de las personas o de los animales por vía terrestre. (p.21)

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis Principal

Relacionando el IMD y EAL del manual de AASHTO 1993, manual Austroads 1992 y Sudáfrica 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.

3.1.2 Hipótesis Secundarias

- a) Relacionando el IMD y EAL del manual AASHTO 1993, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.
- b) Relacionando el IMD y EAL del manual Austroads 1992, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.
- c) Relacionando el IMD y EAL del manual Dot, South África 1997, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.

3.2 Variables

Las variables son las características de la presente investigación, las cuales serán medidas por diferentes indicadores. Tenemos como variable independiente al “IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen” y como variable dependiente al “IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC.”

Nuestra variable independiente “IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen”, fue medida con los siguientes indicadores:

Tabla N° 31: Dimensiones e indicadores de la variable independiente

Variable Independiente	Dimensiones X	Indicadores X	Índice
X. IMD Y EAL DE LOS MANUALES INTERNACIONALES DE CAMINOS DE BAJO VOLUMEN	X1. IMD del manual AASHTO 1993	X11. Tipo de vehículo	Clasificación del veh según las cantidades por día
		X12. Cantidad de vehículo	Número de vehículos que pasan en un día
	X2. EAL del manual AASHTO 1993	X21. Número de ejes	Cantidad de ejes de los vehículos pesados
		X22. Peso de eje de los vehículos	Peso en tn. Por cada eje que tiene el vehículo pesado
	X3. IMD manual Autroads 1992	X31. Tipo de vehículo	Clasificación del veh según las cantidades por día
		X32. Cantidad de vehículo	Número de vehículos que pasan en un día
	X4. EAL del manual Autroads 1992	X41. Número de ejes	Cantidad de ejes de los vehículos pesados
		X42. Peso de eje de los vehículos	Peso en tn. Por cada eje que tiene el vehículo pesado
	X5. IMD del manual DoT, South Africa 1997	X51. Tipo de vehículo	Clasificación del veh según las cantidades por día
		X52. Cantidad de vehículo	Número de vehículos que pasan en un día
	X6. EAL del manual DoT, South Africa 1997	X61. Número de ejes	Cantidad de ejes de los vehículos pesados
		X62. Peso de eje de los vehículos	Peso en tn. Por cada eje que tiene el vehículo pesado

Fuente: Elaboración propia

Nuestra variable dependiente “IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC”, fue medida con los siguientes indicadores:

Tabla N° 32: Dimensiones e indicadores de la variable dependiente

Variable Dependiente	Dimensiones Y	Indicadores Y	Índice
Y. IMD Y EAL DE LOS EXPEDIENTES TÉCNICOS DEL MTC	Y1. IMD de los expedientes técnicos del MTC	Y11. Tipo de vehículo	Clasificación del veh según las cantidades por día
		Y12. Cantidad de vehículos	Número de vehículos que pasan en un día
	Y2. EAL de los expedientes técnicos del MTC	Y21. Número de ejes	Cantidad de ejes de los vehículos pesados
		Y22. Peso de ejes de los vehículos	Peso en tn. Por cada eje que tiene el vehículo pesado

Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Definición conceptual de las variables

A continuación, presentamos la definición conceptual de nuestras variables.

Tabla N° 33: Definición variable independiente

Variable	Definición	Sub variables	Definición Sub variables
X. IMD Y EAL DE LOS MANUALES INTERNACIONALES DE CAMINOS DE BAJO VOLUMEN	Índice medio diario, el cual nos indica el tipo de carretera según la cantidad de vehículos que pasan en un tramo en una hora. Carga por eje equivalente de vehículo pesado, el cual nos indica el factor destructivo de los vehículos pesados sobre el pavimento. Estos dos factores de los caminos de bajo volumen internacionales.	X1. IMD del manual AASHTO 1993	Índice medio diario del manual de AASTHO 1993
		X2. EAL del manual AASHTO 1993	Ejes equivalentes manual de AASTHO 1993
		X3. IMD manual Autroads 1992	Índice medio diario del manual de Autroads 1992
		X4. EAL manual Autroads 1992	Ejes equivalentes manual Autroads 1992
		X5. IMD del manual DoT, South Africa 1997	Índice medio diario del manual DoT, South Africa
		X6. EAL del manual DoT, South Africa 1997	Ejes equivalentes manual DoT, South Africa 1997

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 34: Definición variable dependiente

Variable	Definición	Sub variables	Definición Sub variables
Y. IMD Y EAL DE LOS EXPEDIENTES TÉCNICOS DEL MTC	Índice medio diario, el cual nos indica el tipo de carretera según la cantidad de vehículos que pasan en un tramo en una hora. Carga por eje equivalente de vehículo pesado, el cual nos indica el factor destructivo de los vehículos pesados sobre el pavimento. Estos dos factores de los expedientes técnicos del MTC	Y1. IMD de los expedientes técnicos del MTC	Índice medio diario de los expedientes técnicos del MTC
		Y2. EAL de los expedientes técnicos del MTC	Ejes equivalentes de los expedientes técnicos del MTC

Elaboración propia

3.2.1 Operacionalización de las variables

Tabla N° 35: Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
Variable Independiente	Dimensiones X	Indicadores X
X. IMD Y EAL DE LOS MANUALES INTERNACIONALES DE CAMINOS DE BAJO VOLUMEN	X1. IMD del manual AASHTO 1993	X11. Tipo de vehículo
		X12. Cantidad de vehículo
	X2. EAL del manual AASHTO 1993	X21. Número de ejes
		X22. Peso de eje de los vehículos
	X3. IMD manual Autroads 1992	X31. Tipo de vehículo
		X32. Cantidad de vehículo
	X4. EAL del manual Autroads 1992	X41. Número de ejes
		X42. Peso de eje de los vehículos
	X5. IMD del manual DoT, South Africa 1997	X51. Tipo de vehículo
		X52. Cantidad de vehículo
	X6. EAL del manual DoT, South Africa 1997	X61. Número de ejes
		X62. Peso de eje de los vehículos
Variable Dependiente	Dimensiones Y	Indicadores Y
Y. IMD Y EAL DE LOS EXPEDIENTES TÉCNICOS DEL MTC	Y1. IMD de los expedientes técnicos del MTC	Y11. Tipo de vehículo
		Y12. Cantidad de vehículos
	Y2. EAL de los expedientes técnicos del MTC	Y21. Número de ejes
		Y22. Peso de ejes de los vehículos

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1 Tipo y nivel

4.1.1 Tipo de la investigación

La investigación es de tipo aplicada. Se usaron conocimientos de las Normas Nacionales e Internacionales y también varios estudios de tráfico de expedientes técnicos del MTC. Es una investigación bibliográfica.

4.1.2 Nivel de la investigación

Descriptiva

Se describirá el IMD y EAL de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen y también de los Expedientes Técnicos del MTC.

Explicativa

Se explicarán las características y valores del IMD y EAL de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen y de los Expedientes Técnicos del MTC.

Correlacional

Se medirá la relación del IMD y EAL de los manuales Internaciones de Caminos de Bajo Volumen, con el IMD y EAL de los Expedientes Técnicos del MTC.

4.1.3 Enfoque de la investigación

La investigación tiene un enfoque cualitativo por la descripción de las variables del IMD y EAL, tanto de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen, como de los expedientes técnicos del MTC, haciendo una comparación entre ellos mediante un estudio bibliográfico.

4.2 Diseño de investigación

Observacional

No podemos manejar la variable independiente del IMD y EAL de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen.

Retrospectivo

Estudiaremos normas Internacionales ya establecidas de Caminos de Bajo Volumen y Expedientes Técnicos del MTC.

Longitudinal

Realizaremos más de una medición entre las variables.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

Carreteras de bajo volumen de tránsito en Perú.

4.3.2 Muestra

Estudios de tráfico de los Expedientes técnicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Contando con 16 expediente de la región Sierra; que es donde se encuentran la mayoría de los caminos de bajo volumen, 1 expediente de la Costa y 1 de la Selva.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Utilizaremos los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen de Estados Unidos, Australia y Sudáfrica para cotejarlos con los manuales nacionales de Perú y hacer una comparación de los rangos en los que se encuentran los valores de los IMD y EAL de los Expediente Técnicos del MTC. Así como también nos basaremos en la teoría de diferentes países para tener un panorama más claro de los conceptos básicos y las metodologías que se usan para poder obtener los datos de IMD y EAL.

4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se realizará una investigación bibliográfica, apoyándonos de Tesis Nacionales, Tesis Internacionales, libros, manuales, papers; todos descargados de la web, para hacer una comparación entre la teoría internacional, nacional y con lo que se ha estado ejecutando actualmente en los Expedientes Técnicos del MTC, procesando la información en cuadros Excel y midiendo nuestras variables de estudio.

Se buscará y ordenará toda la información de manera que podamos hacer una comparación de los valores de IMD y EAL de los Expedientes Técnicos del MTC con los estándares de la teoría internacional y la teoría nacional utilizando hojas de cálculo Excel.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Diagnóstico y situación actual

Actualmente el Perú tiene una red vial muy amplia la cual cuenta en su mayoría con caminos de bajo volumen por lo que existe una normativa para estos tipos de caminos, sin embargo, tienen una antigüedad de doce años por lo que necesita ser actualizada ya que al ser gran parte de nuestros caminos se debería dar mayor importancia a ellos para tener un diseño eficiente.

Tomando como referencia los expedientes técnicos ahí vemos que de los noventa y siete tramos analizados, sesenta y cinco son caminos de bajo volumen por lo que es un 67% del total, y ahí se puede observar la importancia de estos caminos a los cuales abocamos nuestro estudio, los cuales no solo son importantes porque son mayoría sino también por el impacto que tiene en las personas que al tener un mejor diseño esto conlleva a una reducción de tiempo de transporte de sus productos, su economía crece al reducir el tiempo de transporte, el costo por combustible, por mantenimiento entre otros.

Por ello es que se toma en cuenta el manual de Caminos de Bajo Volumen de Transito que tiene una clasificación de por su función según el DG-2001 los cuales son:

- Carreteras de la red vial Nacional
- Carreteras de la red vial Departamental
- Carreteras de la red vial Vecinal

De los cuales se pudo apreciar que todos los expedientes técnicos se basan en esta clasificación de 19 años de antigüedad la cual denota la poca importancia que se le da a estos caminos.

También se nota que en todos los expedientes técnicos que se realizan en conteo de vehículos en estaciones principales por 7 días a la semana durante las 24 horas (esta normado, DG-2018) y estaciones conteo origen/destino de 3 a 4 días por semana en el cual se incluyen sábados, domingos y dos días entre lunes y viernes en turnos de 12 a 16 horas los cuales lo hacen en muchos casos la misma comunidad y pueblos cercanos los cuales son capacitados previamente durante una semana como dicen en el expediente, en todos los casos podemos notar que hacen la clasificación de vehículos según el año, marca, tipo de vehículo y hacen un conteo diferenciado para vehículos pesados el cual

son necesarios para el diseño de la carretera ya que ellos son los que se toman en cuenta para los EALES.

Se puede notar que se toma mucha importancia al conteo de vehículos para el cálculo del IMD pero que los métodos que usan dependen de la experiencia del ingeniero a cargo mas no de una normativa, ya que no hay una normativa encargada de ver método que se utilizara para el conteo de vehículos a pesar de ser el paso más importante, por lo que se hace notar en los expedientes técnicos la diferencia entre uno y otro sobre sus métodos.

5.2 Estudios de tráfico

En la presente investigación se usó se analizó diferentes normativas de las cuales tenemos al AASTHO, australiano, sudafricano, colombiano y Centroamericano, en función a caminos de bajo volumen de transito respecto a cada una de sus realidades por lo que analizamos el Índice Medio Diario y los ESAL para cada uno de los manuales.

5.2.1 IMD y EAL de los manuales internacionales

5.2.1.1 Según el manual AASHTO

(i) Clasificación según su IMD

Según el manual UNSEALED ROADS MANUAL de AASHTO tiene una clasificación de volumen de diseño respecto a velocidad de diseño el cual tiene un máximo de 2000 veh/día a más, el cual nos proporciona valores de ADT (tráfico diario anual) el cual se relacionará directamente con el EAL, para la cual se mostrará a continuación:

Tabla N° 36: Clasificación de IMD según velocidad de diseño

Tipo de terreno	Velocidad de diseño(km/h) para el volumen de diseño(veh/día) especificado				
	<50	50-250	250-400	400-1500	>2000
Level	50	50	60	80	80
rolling	30	50	50	60	60
mountainous	30	30	30	50	50

Fuente: UNSEALED ROADS MANUAL (George J. Giummarra, 2009, p. 11)

(ii) Clasificación según sus EE

Este manual proporciona un diseño estructural de pavimento razonable adecuado para caminos de bajo volumen el cual cubre para caminos de superficie agregada, rígidos y flexibles los cuales han basado en un conjunto único de supuestos relacionados con los requisitos de diseño y las condiciones ambientales. Los cuales son 3 rangos específicos de aplicaciones de ESAL de 18 kip a niveles de tráfico los cuales son los siguientes:

Tabla N° 37: Tráfico según sus EAL

Tráfico según sus EAL	
Tráfico alto	60,000 a 100,000
Tráfico mediano	30,000 a 60,000
Tráfico bajo	10,000 a 30,000

Fuente: AASHTO (1993, p.II-81)

5.2.1.3 Según el manual Austroads

Según el manual Austroads para caminos de bajo volumen no pavimentados, llamados no sellados para el manual Austroads, se aprecia que la clasificación la hacen únicamente dependiente del volumen de tráfico ADT (Tráfico Diario Anual) llamado para connotación nuestra Índice Medio Diario el cual lo clasifica en cinco tipos de pavimento los cuales son diferenciados por su importancia y la cantidad de vehículos pesados que maneja cada pavimento el cual se mostrara a continuación:

Tabla N° 38: Clasificación de carreteras sin sellado

Clase	Tráfico Diario	Descripción
U1	>200 veh/día >20% veh pes	Hasta 100km/h Dos carriles
U2	100-200 veh/día >10% veh pes	Hasta 100km/h Dos carriles
U3	20-100 veh día <10% Veh pes	Hasta 80km/h Dos carriles
U4	<20 veh/día	Hasta 80km/h

		Un carril
U5	<10 veh/día	Hasta 60km/h Un carril

Fuente: Guide to pavement technology part 6: Unsealed Pavements (Austroads, 2009, p.6)

En cuanto a los Ejes Equivalentes, el manual Austroads no presenta una clasificación según su ESAL, por lo que el diseño ya sea para caminos de bajo volumen o alto volumen se da según la clasificación según el volumen de tráfico (IMD)

Al no presentar una clasificación según el EAL se pudo clasificar de utilizando los rangos del tráfico diario, con los cuales los hallamos con el ejemplo presentado a continuación

Figura N° 2: Calculo de EE por manual Austroad

Worked example

A two-lane unsealed pavement is to be designed using design curves for non-fixed level construction based on a confidence limit of 80% (design curves Figure 3.2).

Data

- Subgrade = Design CBR 4
- Design traffic = 90 vehicles per day (VPD),
12% commercial
(average over 10 years)
- ESA/CV = 0.2
- Design period = 10 years

VPD – vehicles per day
ESA – equivalent standard axes
CV – commercial vehicles
Ns – ESA/lane/day for commercial vehicles

Design calculations

(i) Design traffic

- AADT = 90 veh/day (minor road with two-lane traffic)
- ESA/CV = 0.2
- $N_s = 90 \times \frac{1}{2} \times \frac{12}{100} \times 0.2$
= 1.08 ESA/day/lane

Design traffic for 10 year period

- = $1.08 \times 365 \times 10$
- = 3,942 ESA
- = 4.0×10^3 ESA (say)

(ii) Design CBR

- Design CBR = 4 (from given data)

(iii) Design thickness (for 10 year design period)

- = 230 mm
(from design curves, Figure 3.2)

Note: Do not forget to allow for construction tolerance additional to design thickness (say + 20 mm).

Fuente: UNSEALED ROADS MANUAL (2009)

En base la figura N°2 se puso hallar rangos de EAL tomando como base el tráfico diario de la Tabla N°38 con el cual se pudo obtener rangos los cuales se mostrará en la siguiente tabla:

Tabla N°39: Rangos de EAL en base al Tráfico Diario

Clase	EE
U1	> 58400
U2	29200 - 58400
U3	5840 - 29200
U4	< 5840
U5	< 2920

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.4 Según el manual de sudafricano

- Según el IMD

Para el manual sudafricano el diseño del pavimento está directamente relacionado con la carga de tráfico independientemente del análisis utilizado por lo que según AASTHO el daño al pavimento no es proporcional a la carga por eje pero guarda una relación, por lo que el manual sudafricano desarrolla un eje equivalente de 8KN como carga por eje estándar, y el daño causado por otra carga en relaciona a su eje estándar Equivalente se le llama E80.

Para este manual se desarrollan 10 clases de pavimento por lo que nosotros nos basarnos solo en los primeros 5 tipos de pavimentos que son los de bajo volumen de transito los cuales a diferencia de los otros manuales desarrolla de manera íntegra ambas variables a utilizar las cuales son el IMD y el ESAL bajo criterios de su propia realidad, el cual se presentara a continuación:

Tabla N°40: Clasificación de tráfico y pavimento

Clase de pavimento *	Capacidad de carga de diseño de pavimento (millones de 80kN de ejes / carril)	Volumen y tipo de tráfico **	
		V.p.d. aproximado por carril***	descripción
ES0.003	<0.003	<3	Vías de muy poco tráfico: muy pocos vehículos pesados. Estos caminos podrían incluir la transición de caminos de grava a caminos pavimentados y pueden incorporar superficies semipermanentes y / o para todo tipo de clima.
ES0.01	0.003 – 0.01	3 - 10	
ES0.03	0.01 -0.03	10 - 20	
ES0.1	0.03 – 0.10	20 - 75	
ES0.3	0.10 – 0.30	75 - 220	
ES1	0.3 – 1	220 - 700	Vías con poco tráfico, principalmente automóviles, vehículos ligeros de reparto y agrícolas; muy pocos vehículos pesados.
ES3	1 - 3	>700	Volumen de tráfico medio; pocos vehículos pesados.
ES10	3 – 10	>700****	Alto volumen de tráfico y / o muchos vehículos pesados.
ES30	10 – 30	>2200****	Muy alto volumen de tráfico y / o una alta proporción de vehículos pesados completamente cargados.
ES100	30 - 100	>6500****	

* ES = Clase de eje estándar equivalente (80 kN).

** La demanda de tráfico en este documento convertida a ejes equivalentes de 80 kN (consulte la Sección 4.4 en el Borrador TRH4: 1996 [1.7]).

*** v.p.d. = vehículos por día. El v.p.d. aproximado por carril para ES0.003 a ES3 es igual a la capacidad de carga de diseño y, por lo tanto, la clase de pavimento basada en lo siguiente: 10% de vehículos pesados del v.p.d. por recuento de carriles, 1,2 E80 por vehículo pesado, tasa de crecimiento del 4% en E80 durante un período de diseño de 20 años y factor de crecimiento del tráfico (fy). Detalles de [1.7].

**** Para ES10 a ES 100, el v.p.d. es total por dirección con un 20% de peso, a 2 E80 por vehículo pesado. Ejemplo: Número de vehículos por día por carril (v.p.d. / carril) = 200. Tráfico de diseño equivalente = 200 x 0.10 x 1,2 x 11 303 = 271 272 E80s, por lo tanto, la capacidad de carga necesaria del pavimento está entre 0,1 y 0,3 millón de ejes estándar, SA (80 kN). Por lo tanto, la clase de pavimento para la demanda de tráfico anterior es ES0.3.

Fuente: Rehabilitation Design of Flexible Pavements in South Africa (Department of transport, 1997, pag. I-11)

En el caso de este manual se tomará los primeros cinco tipos de pavimentos los cuales son el ES0.003, ES0.01, ES0.03, ES0.1, ES0.3 y ES1 que a pesar de que el ES1 su volumen de tráfico diario llega a un máximo de 700 veh/día, sus EE llegan a un máximo de 1 000 000EE que es lo que se estableció como máximo de EE para caminos de bajo volumen.

5.2.1.5 Según el manual colombiano

- **Según el IMD**

Para el caso de la normativa colombiana tiene una clasificación según su TPD (transito promedio diario) el cual se obtuvo a partir de cargas obtenidas para diferentes tipos de eje por cada 1000 vehículos pesados en las diferentes estaciones de pesaje de Colombia las cuales fueron clasificadas en el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO DE VIAS CON BAJO, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO, el cual se mostrará a continuación:

Tabla N° 41: Clasificación de Trafico para Pavimentos Asfálticos

Categoría	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 Tn
T0	0-200	1 000 000
T1	201-500	1 000 000 – 1 500 000
T2	501-1000	1 500 000 – 5 000 000
T3	1001-2500	5 000 000 – 9 000 000
T4	2501-5000	9 000 000 – 17 000 000
T5	5001-10000	17 000 000 - 25 000 000
T6	>10001	25 000 000 – 100 000 000

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto de Vías CON Bajo, Medios Y Altos Volúmenes de Transito, (INVIAS, 2008, p. 12)

- **Según el EAL**

En la manual de carreteras también se basa en el manual ASSTHO de 1993 y su última actualización es del 2007 el cual se basas en el estudio de INVIAS en el periodo de 1996 hasta el 2005 para lo cual todo el manual se basa en referencia a este estudio y el cual clasifica los caminos de bajo volumen en función de sus ejes equivalentes de 80KN para el diseño los cuales son:

Tabla N° 42: Clasificación de Transito según los EE

Nivel de tránsito	Numero de ejes equivalentes de 80KN durante el periodo de diseño en el carril de diseño
T1	< 150 000
T2	150 000 – 500 000

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajo Volúmenes de Tránsito (INVIAS, 2008, p. 7)

Según este manual si se supera los 500 000 ejes equivalentes se tomarán en cuenta los manuales de medio y alto volúmenes de tránsito del Instituto Nacional de Tránsito.

5.2.1.6 Según el manual Centroamericano

- **Según el IMD**

La unidad general de medida del tránsito sobre una carretera es el volumen del tránsito promedio diario anual (TPDA). El TPDA se define como el volumen total durante un período determinado de tiempo (en general días), mayor que un día y menor o igual que un año, dividido por el número de días comprendido en ese período de tiempo.

Tiene una clasificación según su funcionabilidad para los TPD (tránsito promedio diario) el cual tiene 12 tipos básicos de carretera, pero para este estudio solo tomaremos los 3 últimos que por su funcionabilidad son Urbanas y el TPD máximo es de 500 vehículos/día

Tabla N° 43: Clasificación de Tráfico según su TPD

Función	Clase de carretera	nomenclatura	TPD (2) (Año final de diseño)	Número de carriles
Local	Local rural	CU	100-500	2
	Local urbano	LU	100-500	2
	rural	R	<100	1-2

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (p. 33)

5.2.2 IMD y EAL de los expedientes técnicos

Los expedientes técnicos son nuestra realidad nacional al mostrar los caminos tanto de alto como bajo volumen de tránsito por lo que se recopiló la data tanto para el Índice Medio Diario como para los Ejes Equivalentes de cada uno de los 21 expedientes, los cuales cada uno tienen tramos analizados por estaciones de conteo vehicular para su posterior análisis.

En todos los expedientes técnicos se encontró una metodología de conteo el cual consiste en Recopilación de información, Procesamiento de la información y el Análisis del resultado para el cual se mostrarán a continuación los resultados de cada expediente.

5.2.2.1. Expediente 1: Construcción de la carretera Bellavista-Mazan-Salvador-El Estrecho. Tramo I: Bellavista-Santo Tomas.

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla la construcción de viaductos de acceso y un puente para cruzar el Rio Nanay

Ubicación: Iquitos – Loreto

Tabla N° 44: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD
E-1	Av. La Marina	925
E-2	Pte. Nanay	713

Fuente: Construcción de la carretera Bellavista-Mazan-Salvador-El Estrecho. Tramo I: Bellavista-Santo Tomas (MTC, 2014)

5.2.2.2. Expediente 2: Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 Checca-Mazocruz, provincia de Collao-Puno

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el desarrollo de la construcción del tramo como parte de la integración de las diferentes poblaciones de la provincia del Collao.

Ubicación: Collao – Puno

Tabla N° 45: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
C2	Tramo Pomata – Ilave	2005	-	-	-
C1	Tramo Ilave – Checa	624	-	-	-
E1	Tramo Checa – Dv Juli	373	81.8	18.2	5,72 E+04
E2	Tramo Mazocruz – Dv Juli	85	81.2	18.8	7,74 E+04

Fuente: Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 Checca-Mazocruz, provincia de Collao-Puno (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.3. Expediente 3: Estudio de pre inversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera Molipampa-Pte. Huarochiri-Pasacancha-Andamayo-Pomabamba-Piscobamba-San Luis-EMP.PE-14B (Huari) por niveles de servicio

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla brindar condiciones adecuadas de transitabilidad de la carretera, facilitando el acceso de la población del área de influencia a los principales mercados regionales y locales.

Ubicación: Ancash

Tabla N° 46: Estudio de Trafico IMD

Estacion	Descripcion	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
T1	Molinopampa-huallanca	283	82.3	17.7
T2	Huallanca-Dv puente Huarochin	126	73.8	26.2
T3	Dv Puente Huarochin- Dv Corongo	161	54.0	46.0
T4	Dv Corongo – Dv Pasacanchca	186	59.7	40.3
T5	Dv Pasacancha – Andamayo	46	76.1	23.9
T6	Andamayo – Zona Urbana de Pomabamba	183	91.3	8.7
T7	Zona Urbana de Pomabamba – Zona Urbana Piscobamba	185	85.9	14.1
T8	Zona Urbana Piscobamba – Dv Yungay	174	85.1	14.9
T9	Dv Yungay – Zona Urbana de San Luis	169	72.2	27.8
T10	Zona Urbana de San Luis – Huamparam	171	84.2	15.8
T11	Huamparam -Huan	171	84.2	15.8

Fuente: Estudio de pre inversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera Molipampa-Pte. Huarochirí-Pasacancha-Andamayo-Pomabamba-Piscobamba-San Luis-EMP.PE-14B (Huari) por niveles de servicio (MTC, 2018)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.4. Expediente 4: Fraccionamiento y Actualización del Presupuesto del estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera Oyon-Ambo

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el mejoramiento de la carretera Oyon-Ambo en cooperación del MTC con la compañía minera BUENAVENTURA SAA

Ubicación: Lima – Cerro de Pasco

Tabla N° 47: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMDa	V.L.(%)	V.P.(%)
E-1	Oyon – Ichuchcacua	406	66.7	33.3
E-2	Ichuchacua -Dv. Cerro de Pasco	134	51.5	48.5
E-3	Dv Cerro de Pasco - Yanahuanca	57	71.9	28.1
E-4	lyanhuanca - Uspachaca	308	80.5	19.5
C-1	Uspachaca - Parcoy	172	70.9	29.1
C-2	Parcoy - Caynas	228	80.7	19.3
E-5	Caynas - Ambo	924	0.0	0.0
E-6	Ambo - Huariaca	2096	0.0	0.0

Fuente: Fraccionamiento y Actualización del Presupuesto del estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera Oyon-Ambo (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.5. Expediente 5: Estudio definitivo de Ingeniería, Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Patahuasi-Yauri-Sicuani, Tramo: Negromayo-Yauri-San Genaro

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el diseño vial que inicia en las coordenadas 268,124.466E y 8,315210.243N para dar continuidad al Proyecto Imata.

Ubicación: Arequipa - Cusco

Tabla N° 48: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
E-1	Puente Chuyo	325	26.5	73.5	4.40E+05
E-2	Puente La Amistad – Ingreso Yauri	1889	64.2	35.8	-
E-3	Salida de Yauri	397	68.5	31.5	1.04E+05

Fuente: Estudio definitivo de Ingeniería, Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Patahuasi-Yauri-Sicuani, Tramo: Negromayo-Yauri-San Genaro (MTC, 2015)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.6. Expediente 6: Estudio definitivo Rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal Talavera-Mulacancha-Taramba-Nueva Esperanza-AP-150-Apurímac

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla proporcionar la información básica de volumen de vehículos para el mejoramiento de la carretera.

Ubicación: Andahuaylas – Apurímac

Tabla N° 49: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
T-1	Talavera – Nueva Esperanza	63	79.4	20.6

Fuente: Estudio definitivo Rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal Talavera-Mulacancha-Taramba-Nueva Esperanza-AP-150-Apurímac (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.7. Expediente 7: Estudio de Preinversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera: EMP. PE-3S(Concepción)-Comas-EMP. PE-5S(Satipo)/EMP. PE-5S (Pte. Ocopa)-Atalaya/EMP. PE-5S (Dv. Bajo Kimiriki)-Buenos Aires-Pto. Prado-Mazarobeni-Camajeni-Poyeni, por niveles de servicio.

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el servicio de consultoría para el desarrollo de estudio de tráfico vehicular.

Ubicación: Junín

Tabla N° 50: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
T-1	EMP.PE-3S(Concepción) – Santa Rosa	1414	90.9	9.1
T-2	Santa Rosa - Pomamanta	471	85.4	14.6
T-3	Pomamanta - Comas	217	81.7	18.3
T-4	Comas – Dv. Andamarca	136	75	25
T-5	Dv. Andamarca - Mariposa	43	76.7	23.3
T-6	Mariposa - Satipo	315	86.7	13.3
T-7	Emp. PE-5S (Puerto Ocopa) – Unión Junín	146	80.9	19.1
T-8	Unión Junín – Atalaya	87	80.4	19.6
T-9	Emp.PE-5s (Dv. Bajo Kimiriki) – Napati	100	91.6	8.4
T-10	Napati – Buenos Aires	45	98.8	1.2
T-11	Buenos Aires – Emp.PE-5S (Puerto Ocopa)	1	0	100
T-12	Emp.PE-5S (Puerto Ocopa) – Dv. Puerto Prado	271	86.6	13.4
T-13	Dv. Puerto Prado – Puerto Prado	122	93.4	6.6
T-14	Puerto Prado – CN Santaro	41	87.2	12.8

Fuente: Estudio de Preinversion a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera: EMP. PE-3S(Concepción)-Comas-EMP. PE-5S(Satipo)/EMP. PE-5S (Pte. Ocopa)-Atalaya/EMP. PE-5S (Dv. Bajo Kimiriki)-Buenos Aires-Pto. Prado-Mazarobeni-Camajeni-Poyeni, por niveles de servicio (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

Tabla N° 51: Estudio de Trafico ESAL

Estación	Ubicación	EAL-2017
T-1	EMP.PE-3S(Concepción) – Santa Rosa	3,12 E+04
T-2	Santa Rosa - Pomamanta	3,83 E+04
T-3	Pomamanta - Comas	2,29 E+04
T-4	Comas – Dv. Andamarca	2,01 E+04
T-5	Dv. Andamarca - Mariposa	7,39 E+03
T-6	Mariposa - Satipo	4,38 E+04
T-7	Emp. PE-5S (Puerto Ocopa) – Unión Junín	3,71 E+04
T-8	Unión Junín – Atalaya	2,49 E+04
T-9	Emp.PE-5S (Dv. Bajo Kimiriki) – Napati	9,38 E+03
T-10	Napati – Buenos Aires	5,88 E+02
T-11	Buenos Aires – Emp.PE-5S (Puerto Ocopa)	5,88 E+02
T-12	Emp.PE-5S (Puerto Ocopa) – Dv. Puerto Prado	4,76 E+04
T-13	Dv. Puerto Prado – Puerto Prado	1,02 E+04
T-14	Puerto Prado – CN Santaro	8,55 E+03

Fuente: Estudio de Reinversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera: EMP. PE-3S(Concepción)-Comas-EMP. PE-5S(Satipo)/EMP. PE-5S (Pte. Ocopa)-Atalaya/EMP. PE-5S (Dv. Bajo Kimiriki)-Buenos Aires-Pto. Prado-Mazarobeni-Camajeni-Poyeni, por niveles de servicio (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.8. Expediente 8: Estudio definitivo del mejoramiento de la carretera Huánuco-Conococha, sector: Huánuco-La Unión-Huallanca

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el ensanchamiento en algunas zonas de la actual carretera en servicio, construir y reemplazar las obras necesarias de arte y drenaje en sectores de tráfico

Ubicación: Huánuco

Tabla N° 52: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	ESAL
E-1	Huánuco – Cotosh	1235	1.819 E+06
E-2	Cotosh – punto Unión	814	1,172 E+06
E-3	Punto Unión – Ocobamba	574	1,010 E+06
E-4	Ocobamba – Dv. Chupan	349	8,264 E+06
E-5	Dv. Chupan – Tingo María	704	1,682 E+06
E-6	Tingo María – Unión	589	9,875 E+06
E-7	Unión – Dv. Andachupa	618	1,330 E+06
C-1	Dv. Andachupa – Huallanca	488	1,347 E+06
C-2	Huánuco – Ambo	2090	-
C-3	Unión - Pachas	2090	-

Fuente: Estudio definitivo del mejoramiento de la carretera Huánuco-Conococha, sector: Huánuco-La Unión-Huallanca (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.9. Expediente 9: Estudio definitivo del Saldo de Obra: Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Lima-Canta-La viuda-Unish. Tramo Canta-Huayllay

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla determinar la intensidad y composición del tráfico de la Ruta N°018 de la Red Vial Nacional

Ubicación: Lima-Junín

Tabla N° 53: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
T-1	Canta - Huayllay	709	311	398	8.303 E+06

Fuente: Estudio definitivo del Saldo de Obra: Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Lima-Canta-La viuda-Unish. Tramo Canta-Huayllay (MTC, 2018)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.10. Expediente 10: Estudio definitivo Rehabilitación y Mejoramiento del camino Vecinal Pacobamba-Huironay-Ccerabamba-Abra Cusqueña

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla determinar la intensidad y composición del tráfico de la Ruta N°018 de la Red Vial Nacional

Ubicación: Lima-Junín

Tabla N° 54: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
E1	Pacobamba	68	89.7	10.3	8.38E+04
E2	Dv. Cruz Pampa	55	89.1	10.9	7.53E+04
E3	Huironay	25	88.0	12.0	4.04E+04

Fuente: Estudio definitivo Rehabilitación y Mejoramiento del camino Vecinal Pacobamba-Huironay-Ccerabamba-Abra Cusqueña (MTC, 2014)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.11. Expediente 11: Estudio de Trafico de la carretera: EMP. 3S(Mollepuquio)-Chinchaypujio-Cotabambas-Tambobamba-Chalhuahuacho

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el estudio de tráfico para el diseño del pavimento de la carretera el cual describirá y presentará los resultados obtenidos

Ubicación: Apurímac - Cusco

Tabla N° 55: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
T-1	EMP-ES(Inquilpata) -Mantoclla	181	77.3	22.7
T-2	Mantoclla-Chincaypujio	94	66.0	34.0
T-3	Chincaypujio-Cotabambas	95	66.3	33.7
T-4	Cotabambas-Tambobamba	75	65.3	34.7
T-5	Tambobamba-Pte. Ichuray	180	81.7	18.3
T-6	Pte. Ichuray-Chalhuahuacho	757	74.4	25.6

Fuente: Estudio de Trafico de la carretera: EMP. 3S (Mollepuquio)-Chinchaypujio-Cotabambas-Tambobamba-Chalhuahuacho (MTC, 2015)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.12. Expediente 12: Mejoramiento del servicio de Transitabilidad de la Calle Unión Cdras. 01, 02 y 04 y Calle Sánchez Carrión Cdras. 01,02,03,04,05 y 06 –Curgos, Distrito de Curgos-Sánchez Carrión-La Libertad

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el tratamiento de la Calle Sánchez Carrión, al ingreso el pueblo de Curgos, su principal objetivo es determinar la demanda vehicular.

Ubicación: La Libertad

Tabla N° 56: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
E-1	Calle Sánchez Carrión – Unión	756	79.06	20.94	3.46 x E+06

Fuente: Mejoramiento del servicio de Transitabilidad de la Calle Unión Cdras. 01, 02 y 04 y Calle Sánchez Carrión Cdras. 01, 02, 03, 04,05 y 06 –Curgos, Distrito de Curgos-Sánchez Carrión-La Libertad (MTC, 2018)

5.2.2.13. Expediente 13: Estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y ampliación del puente Pichari km. 15+852 de la ruta PE-28C, Departamento de Cuzco

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el estudio de tráfico para el diseño del pavimento de la carretera el cual describirá y presentará los resultados obtenidos

Ubicación: La Convención – Cusco

Tabla N° 57: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
E-1	Puente Pichari	1953	97.1	8.3
E-2	Puente del Ejercito – AV. Héroes	849	89.6	10.4

Fuente: Estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y ampliación del puente Pichari km. 15+852 de la ruta PE-28C, Departamento de Cuzco (MTC, 2018)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

Tabla N° 58: Estudio de Trafico ESAL

Estación	Descripción	EAL
E-1	Puente Pichari - 2017	7.47 x E04
E-2	Puente del Ejercito – Av. Héroes	7.46 x E04

Fuente: Estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y ampliación del puente Pichari km. 15+852 de la ruta PE-28C, Departamento de Cuzco (MTC, 2018)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.14. Expediente 14: Mejoramiento de la Red vial departamental Moquegua-Arequipa, Tramo MO-108: Cruz de Flores, Distritos Torata, Omate, Coalaque, Puquina, Limite departamental Pampa Usuña, Moquegua; Tramo AR-118: Distritos Polobaya, Pocsi, Mollebaya, Arequipa

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla el estudio de mejoramiento de la red vial Moquegua-Arequipa condicionada al levantamiento de las observaciones formuladas al capítulo de Costos y Presupuestos.

Ubicación: Arequipa

Tabla N° 59: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
E-1	Cruce Cruz DE Flores – Otora	114	75	39
E-2	Otora – Puente EL Chorro	166	110	56
E3	Puente de Chorro – Omate	205	171	34
E-4	Omate – Puquina	223	185	38
E-5	Puquina – Dv. Polobaya	184	140	44
E-6	Dv. Polobaya – Mollebaya	221	152	69
E-7	Dv. Polobaya – Polobaya	158	132	26
E-8	Moquegua Ilo	1324	849	475

Fuente: Mejoramiento de la Red vial departamental Moquegua-Arequipa, Tramo MO-108: Cruz de Flores, Distritos Torata, Omate, Coalaque, Puquina, Limite departamental Pampa Usuña, Moquegua; Tramo AR-118: Distritos Polobaya, Pocsi, Mollebaya, Arequipa (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.15. Expediente 15: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-EMP, Ruta10

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla determinar el volumen y clasificación vehicular actualizada en la carretera Santiago de Chuco-Cachicadan-Mollepata.

Ubicación: La Libertad

Tabla N° 60: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	EAL
C1	Santiago de Chuco - Cachicadan	230	77.0	23.0	9,4 E+04
C2	Cachicadan – Dv. Mina Comarsa	60	53.3	46.7	5,2 E+04
C3	Dv. Mina Comarsa – Moyebamba - Moyepata	35	65.7	34.3	1,9 E+04

Fuente: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-EMP, Ruta10 (MTC, 2017)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.16. Expediente 16: Estudio de reinversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera EMP.PE-1NL (Dv. Tambogrande)-Tambogrande-Chulucanas-Pacapampa-EMP. PE-3N (Curilcas); EMP.PE-1N (El Cincuenta), EMP.PE-1NR(Chulucanas) y EMP.PE-02 a (Dv. Pte. Carrasquillo)-Pte. Carrasquillo-EMP.PE-1NR, por niveles de servicio

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla determinar la demanda de tráfico vehicular, su composición de vehículos y los pesos por eje.

Ubicación: Piura

Tabla N° 61: Estudio de Trafico IMD

Estaciones	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
E-1	Emp. PE1N - T. Grande	3785	84.7	15.3	7.32E+05
E-2	T. Grande Chulucanas	821	65.2	34.8	3.83E+05
E-3	Chulucanas Morropon	57	82.5	17.5	3.38E+04
E-4	Morropon Sto. Domingo	154	77.3	22.7	2.83E+04
E-5	Sto. Domindo Pacapampa	53	64.2	35.8	2.82E+04
E-6	Pacapampa Curilcas	52	86.5	13.5	7.59E+03
E-7	El Oncuenta Chulucanas	1997	83.7	16.3	3.18E+05
E-8	Pte. Carrasquillo	689	85.9	14.1	1.08E+05

	Morropon				
--	----------	--	--	--	--

Fuente: Estudio de preinversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera EMP.PE-1NL (Dv. Tambogrande)-Tambogrande-Chulucanas-Pacaipampa-EMP. PE-3N (Curilcas); EMP.PE-1N (El Cincuenta), EMP.PE-1NR(Chulucanas) y EMP.PE-02 a (Dv. Pte. Carrasquillo)-Pte. Carrasquillo-EMP.PE-1NR, por niveles de servicio (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.17. EXPEDIENTE 17: Estudio definitivo para la construcción de la vía evitamiento de la ciudad de Abancay.

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla en brindar adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y Peatonal de la ruta 03S en el sector urbano de la ciudad de Abancay

Ubicación: Abancay - Apurímac

Tabla N° 62: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
E-1	Dv. Andahuaylas - Abancay	808	517	291	6.13E+05
E-2	Abancay - Curahuasi	596	326	270	5.76E+05

Fuente: Estudio definitivo para la construcción de la vía evitamiento de la ciudad de Abancay (MTC, 2016)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.18. Expediente 18: Mantenimiento periódico de caminos no pavimentados (departamental y vecinal) tramo: Emp. Pe-12B-Quinches-Ulluco-2 Alfonso Ugarte, del distrito de Sihuas-Sihuas-Ancash

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla mejorar la integración, la competitividad regional y las condiciones de vida, gestionando obras de mantenimiento periódico de carreteras.

Ubicación: Sihuas – Ancash

Tabla N° 63: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
E-1	Emp. Pe-12B - Quiches - Ullulluco	29	82.8	17.2

Fuente: Mantenimiento periódico de caminos no pavimentados (departamental y vecinal)
tramo: Emp. Pe-12B-Quinches-Ulluco-2 Alfonso Ugarte, del distrito de Sihuas-Sihuas-
Ancash (MTC, 2018)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.19. Expediente 19: Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ica-Los Molinos - Tambillos, Tramo: KM 19+700 al KM 33+500, incluido el Puente La Achirana y accesos

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla la elaboración del estudio de tráfico que tiene por objetivo el estimar y caracterizar el tráfico previsto a lo largo del periodo de análisis y así tener soporte para aspectos técnicos y económicos del estudio definitivo de mejoramiento.

Ubicación: Ica

Tabla N° 64: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
E-1	Puente Achirana – Casablanca	168	78.0	22.0	9.30E+03
E-2	Casablanca - Huamani	112	82.1	17.9	4.91E+03

Fuente: Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ica-Los Molinos - Tambillos, Tramo: KM 19+700 al KM 33+500, incluido el Puente La Achirana y accesos (MTC, 2014)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.20. Expediente 20: Reparación de carreteras de acceso; en el(la) vía vecinal en la localidad el limon, distrito de pampas de hospital, provincia Tumbes, departamento de Tumbes

Descripción del proyecto: El presente expediente contempla la elaboración del presente expediente técnico para la necesidad de transito libre y comunicación vial, por ellos se requiere la infraestructura vial en óptimas condiciones.

Ubicación: Pampas de Hospital - Tumbes

Tabla N° 65: Estudio de Trafico IMD

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)
E-1	El Limon – La Angostura	37	100	0

Fuente: Reparación de carreteras de acceso; en el (la) vía vecinal en la localidad el limón, distrito de pampas de hospital, provincia Tumbes, departamento de Tumbes (MTC, 2019)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.2.2.21. Expediente 21: Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera chuquicara - puente Quiroz – tauca - cabana huandoval - pallasca, tramo: tauca-pallasca.

Descripción del proyecto: El presente expediente está orientado a proporcionar la información básica que determinara el volumen y la clasificación vehicular de la carretera para su estudio de mejoramiento vial.

Ubicación: Ancash

Tabla N° 66: Estudio de Trafico IMD y ESAL

Estación	Descripción	IMD	V.L.(%)	V.P.(%)	ESAL
E-1	Tauca – Cabana	192	55.7	44.3	7.90E+04
E-2	Cabana – Huandoval	92	48.9	51.1	4.61E+04
E-3	Puente Chuquicara - Puente Quiroz	92	73.9	26.1	4.47E+05
E-4	Puente Quiroz – Pallasca	80	81.3	18.8	2.58E+05
E-5	Puente Quiroz – Tauca	48	83.3	16.7	1.39E+05
E-6	Huandoval - Pallasca	26	80.8	19.2	4.33E+04

Fuente: Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera Chuquicara - Puente Quiroz – Tauca - Cabana Huandoval-Pallasca, tramo: Tauca - Pallasca (MTC, 2015)

*V.L. Vehículos Ligeros

**V.P. Vehículos Pesados

5.3 Presentación de resultados

A continuación, se presenta el cuadro de resumen de los 21 expedientes técnicos conforme al inciso N° 5.2.2 con sus IMD y ESAL, descartando los tramos que tengan un IMD mayor a 400 veh/día o el ESAL que tengan más de 500 000 de ejes equivalentes ya que no son considerados caminos de bajo volumen los que se resaltarán de rojo los que tengan mayor a 400 veh/día y de azul los que tengan mayor a 500 000 EE

Tabla N° 67: Cuadro de resumen de IMD y ESAL, del expediente técnico Nro.1 al 7.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	V.L.	V.P.	V.L. (%)	V.P. (%)	ESAL
1	E-1	925	-	-	-	-	-
	E-2	713	-	-	-	-	-
2	E-1	373	305	68	81.8	18.2	5,72 E+04
	E-2	85	69	16	81.2	18.8	7,74 E+04
	C-1	624	-	-	-	-	-
	C-2	2005	-	-	-	-	-
3	T-1	283	233	50	82.3	17.7	4,45 E+04
	T-2	126	93	33	73.8	26.2	1,36 E+04
	T-3	161	87	74	54.0	46.0	2,64 E+04
	T-4	186	111	75	59.7	40.3	2,76 E+04
	T-5	46	35	11	76.1	23.9	7,61 E+04
	T-6	183	167	16	91.3	8.7	1,02 E+04
	T-7	185	159	26	85.9	14.1	2,06 E+04
	T-8	174	148	26	85.1	14.9	2,17 E+04
	T-9	169	122	47	72.2	27.8	3,61 E+04
	T-10	171	144	27	84.2	15.8	1,94 E+04
	T-11	171	144	27	84.2	15.8	1,94 E+04
4	E-1	406	-	-	-	-	-
	E-2	134	69	65	51.5	48.5	0
	E-3	57	41	16	71.9	28.1	0
	E-4	308	248	60	80.5	19.5	0
	C-1	172	122	50	70.9	29.1	0
	C-2	228	184	44	80.7	19.3	0
	E-5	924	-	-	-	-	-
5	E-1	325	86	239	26.5	73.5	4,40E+05
	E-2	1889	-	-	-	-	-
	E-3	397	272	125	68.5	31.5	1.04E+05
6	T-1	63	50	13	79.4	20.6	0
7	T-1	1414	-	-	-	-	-
	T-2	471	-	-	-	-	-
	T-3	217	177	40	81.6	18.4	2,29 E+04
	T-4	136	102	34	75.0	25.0	2,01 E+04
	T-5	43	33	10	76.7	23.3	7,39 E+03
	T-6	315	273	42	86.7	13.3	4,38 E+04
	T-7	146	118	28	80.8	19.2	3,71 E+04
	T-8	87	70	17	80.5	19.5	2,49 E+04
	T-9	100	92	8	92.0	8.0	9,38 E+03
	T-10	45	44	1	97.8	2.2	5,88 E+02
	T-11	1	0	1	0.0	100.0	5,88 E+02
	T-12	271	235	36	86.7	13.3	4,76 E+04
	T-13	122	114	8	93.4	6.6	1,02 E+04
	T-14	41	36	5	87.8	12.2	8,55 E+03

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 68: Cuadro de resumen de IMD y ESAL, del expediente técnico Nro.8 al 16.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	V.L.	V.P.	V.L. (%)	V.P. (%)	ESAL
8	E-1	1235	-	-	-	-	-
	E-2	814	-	-	-	-	-
	E-3	574	-	-	-	-	-
	E-4	349	298	51	85.4	14.6	8,26 E+06
	E-5	704	-	-	-	-	-
	E-6	589	-	-	-	-	-
	E-7	618	-	-	-	-	-
	C-1	488	-	-	-	-	-
	C-2	2090	-	-	-	-	-
C-3	2090	-	-	-	-	-	
9	T-1	709	-	-	-	-	-
10	E-1	68	61	7	89.7	10.3	8.38E+04
	E-2	55	49	6	89.1	10.9	7.53E+04
	E-3	25	22	3	88.0	12.0	4.04E+04
11	T-1	181	140	41	77.3	22.7	0
	T-2	94	62	32	66.0	34.0	0
	T-3	95	63	32	66.3	33.7	0
	T-4	75	49	26	65.3	34.7	0
	T-5	180	147	33	81.7	18.3	0
	T-6	757	-	-	-	-	-
12	T-1	681	-	-	-	-	-
13	E-1	1853	-	-	-	-	-
	E-2	849	-	-	-	-	-
14	E-1	114	75	39	65.8	34.2	0
	E-2	166	110	56	66.3	33.7	0
	E-3	205	171	34	83.4	16.6	0
	E-4	223	185	38	83.0	17.0	0
	E-5	184	140	44	76.1	23.9	0
	E-6	221	152	69	68.8	31.2	0
	E-7	158	132	26	83.5	16.5	0
	E-8	1324	-	-	-	-	-
15	C-1	230	177	53	77.0	23.0	9,4 E+04
	C-2	60	32	28	53.3	46.7	5,2 E+04
	C-3	35	23	12	65.7	34.3	1,9 E+04
16	E-1	3785	-	-	-	-	-
	E-2	821	-	-	-	-	-
	E-3	57	47	10	82.5	17.5	3,38 E+04
	E-4	154	119	35	77.3	22.7	2,83 E+04
	E-5	53	34	19	64.2	35.8	2,82 E+04
	E-6	52	45	7	86.5	13.5	7,59 E +03
	E-7	1997	-	-	-	-	-
	E-8	689	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 69: Cuadro de resumen de IMD y ESAL, del expediente técnico Nro.17 al 21

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	V.L.	V.P.	V.L. (%)	V.P. (%)	ESAL
17	T-1	808	-	-	-	-	-
	T-2	596	-	-	-	-	-
18	E-1	29	24	5	82.8	17.2	0
19	E-1	168	131	37	78.0	22.0	9.30E+03
	E-2	112	92	20	82.1	17.9	4.91E+03
20	E-1	37	37	0	100.0	0.0	0
21	E-1	192	107	85	55.7	44.3	7.90E+04
	E-2	92	45	47	48.9	51.1	4.61E+04
	E-3	92	68	24	73.9	26.1	4.47E+05
	E-4	80	65	15	81.3	18.8	2.58E+05
	E-5	48	40	8	83.3	16.7	1.39E+05
	E-6	26	21	5	80.8	19.2	4.33E+04

Fuente: Elaboración Propia

5.4 Análisis de resultados

5.4.1 Manual de AASHTO

La presente tabla es un resumen de los expedientes técnicos clasificados según el manual de AASHTO tanto para IMD como para los EE.

A continuación, se presentará el cuadro comparativo con la variable EAL.

Tabla N° 70: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 2 con el rango de EAL del manual AASHTO

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	EAL-ASSTHO			
				T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO	NO HAY RANGO
				0-30 000	30 000 - 60 000	60 000 - 100 000	
1	E-1	925	-				
	E-2	713	-				
2	E-1	373	5,72 E+04		1	-	
	E-2	85	7,74 E+04		-	1	
	C-1	624	-				
	C-2	2005	-				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 71: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 3 al 9 con el rango de EAL del manual AASHTO

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	EAL-ASSTHO			
				T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO	NO HAY RANGO
				0-30 000	30 000 - 60 000	60 000 - 100 000	
3	T-1	283	4,45 E+04		1		
	T-2	126	1,36 E+04	1		-	
	T-3	161	2,64 E+04	1	-	-	
	T-4	186	2,76 E+04	1	-	-	
	T-5	46	7,61 E+04		-	1	
	T-6	183	1,02 E+04	1	-	-	
	T-7	185	2,06 E+04	1	-	-	
	T-8	174	2,17 E+04	1	-	-	
	T-9	169	3,61 E+04		1	-	
	T-10	171	1,94 E+04	1	-	-	
	T-11	171	1,94 E+04	1	-	-	
4	E-1	406	-				
	E-2	134	0	-	-	-	1
	E-3	57	0	-	-	-	1
	E-4	308	0	-	-	-	1
	C-1	172	0	-	-	-	1
	C-2	228	0	-	-	-	1
	E-6	2096	-				
5	E-1	325	4.40E+05	-	-	-	1
	E-2	1889	-				
	E-3	397	1.04E+05	-	-	-	1
6	T-1	63	0	-	-	-	1
7	T-1	1414	-				
	T-2	471	-				
	T-3	217	2,29 E+04	1			
	T-4	136	2,01 E+04	1			
	T-5	43	7,39 E+03			1	
	T-6	315	4,38 E+04		1		
	T-7	146	3,71 E+04		1		
	T-8	87	2,49 E+04	1			
	T-9	100	9,38 E+03			1	
	T-10	45	5,88 E+02		1		
	T-11	1	5,88 E+02		1		
	T-12	271	4,76 E+04		1		
	T-13	122	1,02 E+04	1			
	T-14	41	8,55 E+03	1			
8	E-1	1235	-				
	E-2	814	-				
	E-3	574	-				
	E-4	349	8,26 E+06				1
	E-5	704	-				
	E-6	589	-				
	E-7	618	-				
	C-1	488	-				
	C-2	2090	-				
9	C-3	2090	-	-	-	-	
	T-1	709	-				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 72: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 10 al 21 con el rango de EAL del manual AASHTO

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	EAL-ASSTHO			
				T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO	NO HAY RANGO
				0-30 000	30 000 - 60 000	60 000 - 100 000	
10	E-1	68	8.38E+04		-	1	
	E-2	55	7.53E+04		-	1	
	E-3	25	4.04E+04		1		
11	T-1	181	0	-	-	-	1
	T-2	94	0	-	-	-	1
	T-3	95	0	-	-	-	1
	T-4	75	0	-	-	-	1
	T-5	180	0	-	-	-	1
	T-6	757	-				
12	T-1	681	-				
13	E-1	1853	-				
	E-2	849	-				
14	E-1	114	0	-	-	-	1
	E-2	166	0	-	-	-	1
	E-3	205	0	-	-	-	1
	E-4	223	0	-	-	-	1
	E-5	184	0	-	-	-	1
	E-6	221	0	-	-	-	1
	E-7	158	0	-	-	-	1
	E-8	1324	-				
15	C-1	230	9,4 E+04			1	
	C-2	60	5,2 E+04		1		
	C-3	35	1,9 E+04	1			
16	E-1	3785	-				
	E-2	821	-				
	E-3	57	3,38 E+04		1		
	E-4	154	2,83 E+04	1			
	E-5	53	2,82 E+04	1			
	E-6	52	7,59 E +03			1	
	E-7	1997	-				
	E-8	689	-				
17	T-1	808	-				
	T-2	596	-				
18	E-1	29	0				1
19	E-1	168	9.30E+03	1			
	E-2	112	4.91E+03	1			
20	E-1	37	0				1
21	E-1	192	7.90E+04			1	
	E-2	92	4.61E+04		1		
	E-3	92	4.47E+05				1
	E-4	80	2.58E+05				1
	E-5	48	1.39E+05				1
	E-6	26	4.33E+04		1		
				18	13	9	26
66							

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentará el cuadro comparativo con la variable IMD.

Tabla N° 73: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 7 con el rango de IMD del manual AASHTO

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	IMD - ASSTHO		
				T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO
				< 50	50-250	250-400
1	E-1	925	-			
	E-2	713	-			
2	E-1	373	5,72 E+04			1
	E-2	85	7,74 E+04		1	
	C-1	624	-			
	C-2	2005	-			
3	T-1	283	4,45 E+04			1
	T-2	126	1,36 E+04		1	
	T-3	161	2,64 E+04		1	
	T-4	186	2,76 E+04		1	
	T-5	46	7,61 E+04	1		
	T-6	183	1,02 E+04		1	
	T-7	185	2,06 E+04		1	
	T-8	174	2,17 E+04		1	
	T-9	169	3,61 E+04		1	
	T-10	171	1,94 E+04		1	
	T-11	171	1,94 E+04		1	
4	E-1	406	-			
	E-2	134	0		1	
	E-3	57	0		1	
	E-4	308	0			1
	C-1	172	0		1	
	C-2	228	0		1	
	E-5	924	-			
	E-6	2096	-			
5	E-1	325	4.40E+05			1
	E-2	1889	-			
	E-3	397	1.04E+05			1
6	T-1	63	0		1	
7	T-1	1414	-			
	T-2	471	-			
	T-3	217	2,29 E+04		1	
	T-4	136	2,01 E+04		1	
	T-5	43	7,39 E+03	1		
	T-6	315	4,38 E+04			1
	T-7	146	3,71 E+04		1	
	T-8	87	2,49 E+04		1	
	T-9	100	9,38 E+03		1	
	T-10	45	5,88 E+02	1		
	T-11	1	5,88 E+02	1		
	T-12	271	4,76 E+04			1
	T-13	122	1,02 E+04		1	
	T-14	41	8,55 E+03	1		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 74: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 8 al 16 con el rango de IMD del manual AASHTO

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	IMD - ASSTHO		
				T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO
				< 50	50-250	250-400
8	E-1	1235	-			
	E-2	814	-			
	E-3	574	-			
	E-4	349	8,26 E+06			1
	E-5	704	-			
	E-6	589	-			
	E-7	618	-			
	C-1	488	-			
	C-2	2090	-			
	C-3	2090	-			
9	T-1	709	-			
10	E-1	68	8.38E+04		1	
	E-2	55	7.53E+04		1	
	E-3	25	4.04E+04	1		
11	T-1	181	0		1	
	T-2	94	0		1	
	T-3	95	0		1	
	T-4	75	0		1	
	T-5	180	0		1	
	T-6	757	-			
12	T-1	681	-			
13	E-1	1853	-			
	E-2	849	-			
14	E-1	114	0		1	
	E-2	166	0		1	
	E-3	205	0		1	
	E-4	223	0		1	
	E-5	184	0		1	
	E-6	221	0		1	
	E-7	158	0		1	
	E-8	1324	-			
15	C-1	230	9,4 E+04		1	
	C-2	60	5,2 E+04		1	
	C-3	35	1,9 E+04	1		
16	E-1	3785	-			
	E-2	821	-			
	E-3	57	3,38 E+04		1	
	E-4	154	2,83 E+04		1	
	E-5	53	2,82 E+04		1	
	E-6	52	7,59 E +03		1	
	E-7	1997	-			
	E-8	689	-			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 75: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 17 al 21 con el rango de IMD del manual AASHTO

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	IMD - ASSTHO		
				T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO
				< 50	50-250	250-400
17	T-1	808	-			
	T-2	596	-			
18	E-1	29	0	1		
19	E-1	168	9.30E+03		1	
	E-2	112	4.91E+03		1	
20	E-1	37	0	1		
21	E-1	192	7.90E+04		1	
	E-2	92	4.61E+04		1	
	E-3	92	4.47E+05		1	
	E-4	80	2.58E+05		1	
	E-5	48	1.39E+05	1		
	E-6	26	4.33E+04	1		
				11	47	8
				66		

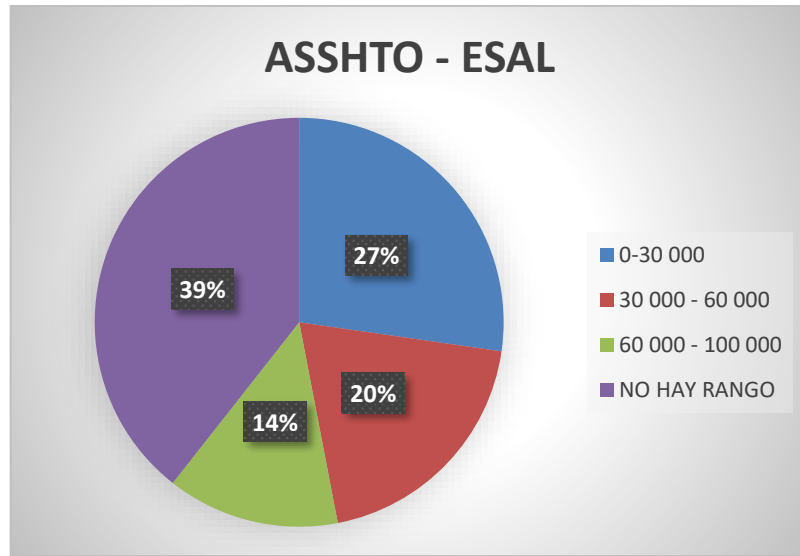
Fuente: Elaboración Propia

VARIABLE IMD y EAL

De acuerdo con la tabla de resumen de las tablas 70 a la tabla 75 se puede observar hay tres rangos tanto para clasificar los EE como para clasificar el IMD por lo que uniendo estas dos clasificaciones en una sola clasificación el rango de bajo tráfico que es menor a 50 veh/día y ESAL menor a 30 000EE, no concuerda con ninguno de los 66 tramos de los diferentes expedientes técnicos, para el caso del segundo rango que va desde 50 veh/día hasta 250 veh/día y de 30 000 a 60 000 EE se observa que cinco de los 66 tramos de los 21 expedientes si concuerdan y para el caso del tercer rango se puede observar para el rango más alto que va de 250 a 400 veh/día y de 60 000 a 100 000 EE y no concuerda ni uno de los tramos.

De esta clasificación se puede observar la distribución de los tramos según los Ejes Equivalentes y el Índice Medio Diario en los siguientes gráficos.

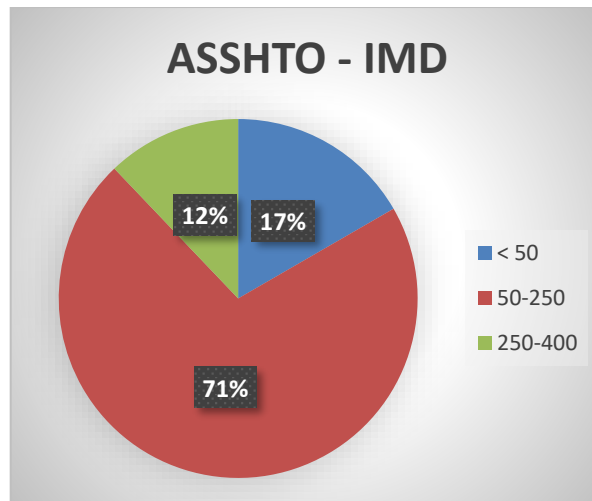
Figura N° 3: Clasificación de los Expedientes técnicos según EE de AASHTO



Fuente: Elaboración Propia

Se puede contrastar en que el 39% de los expedientes técnicos no presentan data de los EE en el estudio de tráfico, en los expedientes que si presentan el mayor porcentaje de 27% que se encuentra en el primer rango de 0 – 30 000 que ASSHTO lo llama LOW (bajo transito)

Figura N° 4: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD de AASHTO



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el mayor porcentaje de 71% del total de 66 tramos se encuentran en el segundo rango entre los 50 y 250 veh/día que sería el tráfico medio según la clasificación AASHTO.

5.4.2 Manual de Austroads

La presente tabla de resumen es un comparativo con el manual AUSTROADS el cual tiene la clasificación de volumen de tráfico solo por su ADT (tráfico promedio anual) que para la presente investigación es el equivalente al IMD, y el EAL se halló utilizando el ejemplo de la figura N°2 en el cual se halla a partir del tráfico diario de la tabla N°38 el cual tiene los rangos del IMD del manual de Austroads.

A continuación, se presentará el cuadro comparativo con la variable EAL.

Tabla N° 76: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 4 con el rango de EAL del manual Austroads

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	AUSTROADS EAL					NO HAY RANG O
				U5 < 2920	U4 < 5840	U3 5840 - 29200	U2 29200 - 58400	U1 > 58400	
1	E-1	925	-						
	E-2	713	-						
2	E-1	373	5,72 E+04				1		
	E-2	85	7,74 E+04					1	
	C-1	624	-						
	C-2	2005	-						
3	T-1	283	4,45 E+04				1		
	T-2	126	1,36 E+04			1			
	T-3	161	2,64 E+04			1			
	T-4	186	2,76 E+04			1			
	T-5	46	7,61 E+04					1	
	T-6	183	1,02 E+04			1			
	T-7	185	2,06 E+04			1			
	T-8	174	2,17 E+04			1			
	T-9	169	3,61 E+04				1		
	T-10	171	1,94 E+04			1			
	T-11	171	1,94 E+04			1			
4	E-1	406	-						
	E-2	134	0						1
	E-3	57	0						1
	E-4	308	0						1
	C-1	172	0						1
	C-2	228	0						1
	E-5	924	-						
	E-6	2096	-						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 77: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 5 al 14 con el rango de EAL del manual Austroads

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	AUSTROADS EAL						
				U5	U4	U3	U2	U1	NO HAY RANGO	
				< 2920	< 5840	5840 - 29200	29200 - 58400	> 58400		
5	E-1	325	4.40E+05					1		
	E-2	1889	-							
	E-3	397	1.04E+05					1		
6	T-1	63	0						1	
	T-1	1414	-							
	T-2	471	-							
7	T-3	217	2,29 E+04			1				
	T-4	136	2,01 E+04			1				
	T-5	43	7,39 E+03			1				
	T-6	315	4,38 E+04				1			
	T-7	146	3,71 E+04				1			
	T-8	87	2,49 E+04			1				
	T-9	100	9,38 E+03			1				
	T-10	45	5,88 E+02	1						
	T-11	1	5,88 E+02	1						
	T-12	271	4,76 E+04		1					
	T-13	122	1,02 E+04			1				
	T-14	41	8,55 E+03			1				
	8	E-1	1235	-						
		E-2	814	-						
E-3		574	-							
E-4		349	8,26 E+06						1	
E-5		704	-							
E-6		589	-							
E-7		618	-							
C-1		488	-							
C-2		2090	-							
C-3		2090	-							
9	T-1	709	-							
10	E-1	68	8.38E+04					1		
	E-2	55	7.53E+04					1		
	E-3	25	4.04E+04				1			
11	T-1	181	0						1	
	T-2	94	0						1	
	T-3	95	0						1	
	T-4	75	0						1	
	T-5	180	0						1	
	T-6	757	-							
12	T-1	681	-							
13	E-1	1853	-							
	E-2	849	-							
14	E-1	114	0						1	
	E-2	166	0						1	
	E-3	205	0						1	
	E-4	223	0						1	
	E-5	184	0						1	
	E-6	221	0						1	
	E-7	158	0						1	
	E-8	1324	-							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 78: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 14 al 21 con el rango de EAL del manual Austroads

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	AUSTROADS EAL					NO HAY RANG O
				U5 < 2920	U4 < 5840	U3 5840 - 29200	U2 29200 - 58400	U1 >58400	
15	C-1	230	9,4 E+04					1	
	C-2	60	5,2 E+04				1		
	C-3	35	1,9 E+04			1			
16	E-1	3785	-						
	E-2	821	-						
	E-3	57	3,38 E+04				1		
	E-4	154	2,83 E+04			1			
	E-5	53	2,82 E+04			1			
	E-6	52	7,59 E+03			1			
	E-7	1997	-						
	E-8	689	-						
17	T-1	808	-						
	T-2	596	-						
18	E-1	29	0						1
19	E-1	168	9.30E+03			1			
	E-2	112	4.91E+03		1				
20	E-1	37	0	1					
21	E-1	192	7.90E+04			1			
	E-2	92	4.61E+04		1				
	E-3	92	4.47E+05					1	
	E-4	80	2.58E+05					1	
	E-5	48	1.39E+05					1	
	E-6	26	4.33E+04				1		
				3	3	21	9	10	20
				66					

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentará el cuadro comparativo con la variable IMD.

Tabla N° 79: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 2 con el rango de IMD del manual Austroads

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	AUSTROADS IMD				
				U5 <10	U4 <20	U3 20-100 <10% Veh pes	U2 100-200 >10% veh pes	U1 >200 >20% veh pes
1	E-1	925	-					
	E-2	713	-					
2	E-1	373	5,72 E+04					1
	E-2	85	7,74 E+04			1		
	C-1	624	-					
	C-2	2005	-					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 80: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 3 al 8 con el rango de IMD del manual Austroads

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	AUSTROADS IMD				
				U5	U4	U3	U2	U1
				<10	<20	20-100 <10% Veh pes	100-200 >10% veh pes	>200 >20% veh pes
3	T-1	283	4,45 E+04					1
	T-2	126	1,36 E+04				1	
	T-3	161	2,64 E+04				1	
	T-4	186	2,76 E+04				1	
	T-5	46	7,61 E+04			1		
	T-6	183	1,02 E+04				1	
	T-7	185	2,06 E+04				1	
	T-8	174	2,17 E+04				1	
	T-9	169	3,61 E+04				1	
	T-10	171	1,94 E+04				1	
	T-11	171	1,94 E+04				1	
4	E-1	406	-					
	E-2	134	0				1	
	E-3	57	0			1		
	E-4	308	0					1
	C-1	172	0				1	
	C-2	228	0					1
	E-5	924	-					
5	E-1	325	4.40E+05					1
	E-2	1889	-					
	E-3	397	1.04E+05					1
6	T-1	63	0			1		
7	T-1	1414	-					
	T-2	471	-					
	T-3	217	2,29 E+04					1
	T-4	136	2,01 E+04				1	
	T-5	43	7,39 E+03			1		
	T-6	315	4,38 E+04					1
	T-7	146	3,71 E+04				1	
	T-8	87	2,49 E+04			1		
	T-9	100	9,38 E+03			1		
	T-10	45	5,88 E+02			1		
	T-11	1	5,88 E+02	1				
	T-12	271	4,76 E+04					1
	T-13	122	1,02 E+04				1	
	T-14	41	8,55 E+03			1		
8	E-1	1235	-					
	E-2	814	-					
	E-3	574	-					
	E-4	349	8,26 E+06					1
	E-5	704	-					
	E-6	589	-					
	E-7	618	-					
	C-1	488	-					
	C-2	2090	-					
	C-3	2090	-					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 81: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de IMD del manual Austroads

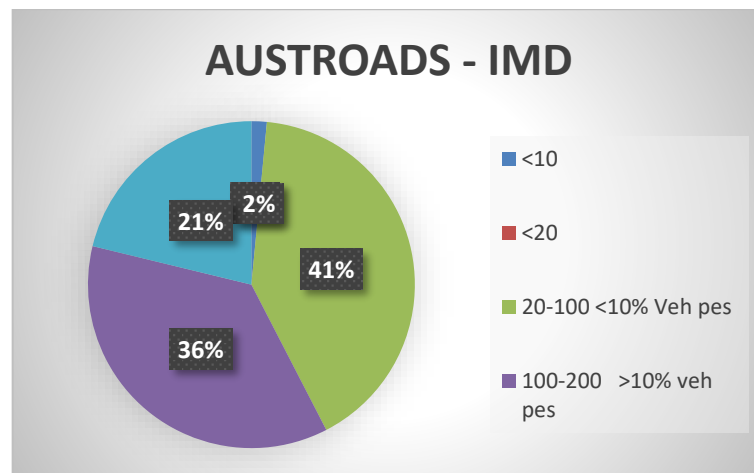
EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	AUSTROADS IMD				
				U5	U4	U3	U2	U1
				<10	<20	20-100 <10% Veh pes	100-200 >10% veh pes	>200 >20% veh pes
9	T-1	709	-					
10	E-1	68	8.38E+04			1		
	E-2	55	7.53E+04			1		
	E-3	25	4.04E+04			1		
11	T-1	181	0				1	
	T-2	94	0			1		
	T-3	95	0			1		
	T-4	75	0			1		
	T-5	180	0				1	
	T-6	757	-					
12	T-1	681	-					
13	E-1	1853	-					
	E-2	849	-					
14	E-1	114	0				1	
	E-2	166	0				1	
	E-3	205	0					1
	E-4	223	0					1
	E-5	184	0				1	
	E-6	221	0					1
	E-7	158	0				1	
	E-8	1324	-					
15	C-1	230	9,4 E+04					1
	C-2	60	5,2 E+04			1		
	C-3	35	1,9 E+04			1		
16	E-1	3785	-					
	E-2	821	-					
	E-3	57	3,38 E+04			1		
	E-4	154	2,83 E+04				1	
	E-5	53	2,82 E+04			1		
	E-6	52	7,59 E +03			1		
	E-7	1997	-					
	E-8	689	-					
17	T-1	808	-					
	T-2	596	-					
18	E-1	29	0			1		
19	E-1	168	9.30E+03				1	
	E-2	112	4.91E+03				1	
20	E-1	37	0			1		
21	E-1	192	7.90E+04				1	
	E-2	92	4.61E+04			1		
	E-3	92	4.47E+05			1		
	E-4	80	2.58E+05			1		
	E-5	48	1.39E+05			1		
	E-6	26	4.33E+04			1		
				1	0	27	24	14
				66				

Fuente: Elaboración Propia

VARIABLE IMD Y EAL

De acuerdo con la tabla de resumen de las tablas 76 a la tabla 81 para el caso de la clasificación según el Austroads se tiene la clasificación para volumen de tráfico por cantidad de vehículos llamado ADT (tráfico promedio anual) que es nuestro Índice Medio Diario por lo que lo clasifica en cinco rangos por lo que para este manual si se puede clasificar sin ningún problema todos los tramos ya que todos cuentan con el IMD. Para el caso del EAL el cual se determinó cinco rangos a partir de la clasificación según su Tráfico Diario del manual Austroad por lo que se podrá contrastar con los expedientes técnicos que presenten sus ejes equivalentes en su estudio de tráfico. De la clasificación podemos observar en el siguiente tráfico su distribución respecto a los cinco tipos de pavimentos para caminos de bajo volumen para IMD y para EAL.

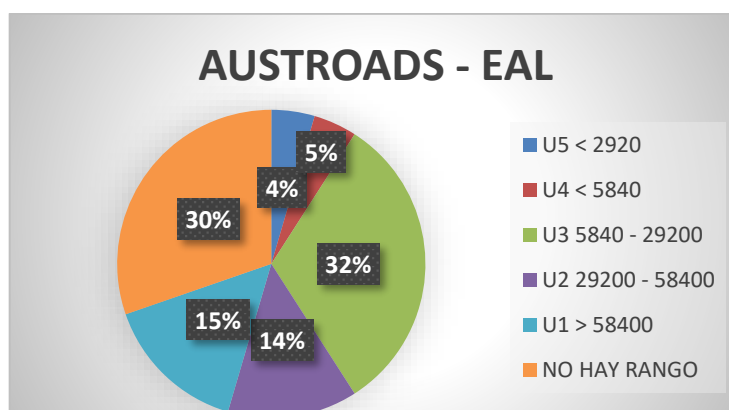
Figura N° 5: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD de Austroads



Fuente: Elaboración propia

Se logra observar que el mayor porcentaje de los tramos de 41% se encuentra entre los 20 y 100 vehículos/días seguido por los que se encuentran entre 100 y 200 veh/día con un 36% y por último los mayores a 200 veh/día con un 21%, dejando con 2% a los vehículos con menos de 10 veh/día que dentro de ese rango también estaría los menores a 20 veh/día.

Figura N° 6: Clasificación de los Expedientes técnicos según el EAL de Austroads



Fuente: Elaboración propia

Se observa que el mayor porcentaje de los tramos con un 32% se encuentra en U3 que va de 5 840 a 29 200 Ejes Equivalentes seguido con un 30% con los tramos que no presentan Ejes Equivalentes en su estudio de tráfico y en menor proporción con un 4% y 5% se encuentran en U5 y U4 respectivamente que son los rangos más bajos de la clasificación según el EAL.

5.4.3 Manual sudafricano

Para el caso del Manual South Africa tiene una clasificación más detallada y conjunta aplicada a su realidad por lo que para motivos del presente estudio se separan la clasificación según sus EE y su v.p.d. (vehículos por día) lo que para nuestra realidad es el Índice Medio Diario.

Para el caso de esta clasificación relatamos de verde los tramos que si concuerdan para un mismo tipo de pavimento los cuales son 7 de los 66 tramos estudiados por lo que se puede apreciar que también habría discrepancia si lo aplicáramos a nuestra realidad de manera conjunta.

A continuación, se presentará el cuadro comparativo con la variable EAL.

Tabla 82: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 8 con el rango de ESAL manual South Africa

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	SUDAFRICANO EAL						NO HAY RANGO
				ES0.003	ES0.01	ES0.03	ES0.1	ES0.3	ES1	
				<3000	3000-10000	10000-30000	30000-100000	100000-300000	300000-1000000	
1	E-1	925	0							
	E-2	713	0							
2	E-1	373	5,72 E+04				1			
	E-2	85	7,74 E+04				1			
	C-1	624	-							
	C-2	2005	-							
3	T-1	283	4,45 E+04				1			
	T-2	126	1,36 E+04			1				
	T-3	161	2,64 E+04			1				
	T-4	186	2,76 E+04			1				
	T-5	46	7,61 E+04				1			
	T-6	183	1,02 E+04			1				
	T-7	185	2,06 E+04			1				
	T-8	174	2,17 E+04			1				
	T-9	169	3,61 E+04				1			
	T-10	171	1,94 E+04			1				
	T-11	171	1,94 E+04			1				
4	E-1	406	-							
	E-2	134	0							1
	E-3	57	0							1
	E-4	308	0							1
	C-1	172	0							1
	C-2	228	0							1
	E-5	924	0							
	E-6	2096	0							
5	E-1	325	4.40E+05						1	
	E-2	1889	-							
	E-3	397	1.04E+05					1		
6	T-1	63	0							1
7	T-1	1414	3,12 E+04							
	T-2	471	3,83 E+04							
	T-3	217	2,29 E+04			1				
	T-4	136	2,01 E+04			1				
	T-5	43	7,39 E+03		1					
	T-6	315	4,38 E+04				1			
	T-7	146	3,71 E+04				1			
	T-8	87	2,49 E+04			1				
	T-9	100	9,38 E+03		1					
	T-10	45	5,88 E+02	1						
	T-11	1	5,88 E+02	1						
	T-12	271	4,76 E+04				1			
	T-13	122	1,02 E+04			1				
	T-14	41	8,55 E+03		1					
8	E-1	1235	1.82 E+06							
	E-2	814	1,17 E+06							
	E-3	574	1,01 E+06							
	E-4	349	8,26 E+06							1
	E-5	704	1,68 E+06							
	E-6	589	9,87 E+06							
	E-7	618	1,33 E+06							
	C-1	488	1,35 E+06							
	C-2	2090	0							
	C-3	2090	0							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de ESAL manual South Africa

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	SUDAFRICANO EAL						NO HAY RANGO
				ES0.003	ES0.01	ES0.03	ES0.1	ES0.3	ES1	
				<3000	3000-10000	10000-30000	30000-100000	100000-300000	300000-1000000	
9	T-1	709	2,083 E+07							
10	E-1	68	8.38E+04				1			
	E-2	55	7.53E+04				1			
	E-3	25	4.04E+04				1			
11	T-1	181	0							1
	T-2	94	0							1
	T-3	95	0							1
	T-4	75	0							1
	T-5	180	0							1
	T-6	757	0							
12	T-1	681	3,461 E+06							
13	E-1	1853	7,47 E+04							
	E-2	849	7,47 E+04							
14	E-1	114	0							1
	E-2	166	0							1
	E-3	205	0							1
	E-4	223	0							1
	E-5	184	0							1
	E-6	221	0							1
	E-7	158	0							1
	E-8	1324	0							
15	C-1	230	9,4 E+04				1			
	C-2	60	5,2 E+04				1			
	C-3	35	1,9 E+04			1				
16	E-1	3785	7,32 E+05							
	E-2	821	3,83 E+05							
	E-3	57	3,38 E+04				1			
	E-4	154	2,83 E+04			1				
	E-5	53	2,82 E+04			1				
	E-6	52	7,59 E+03		1					
	E-7	1997	3,18 E+05							
	E-8	689	1,08 E+05							
17	T-1	808	6.13E+05							
	T-2	596	5.76E+05							
18	E-1	29	0							1
19	E-1	168	9.30E+03		1					
	E-2	112	4.91E+03		1					
20	E-1	37	0							1
21	E-1	192	7.90E+04				1			
	E-2	92	4.61E+04				1			
	E-3	92	4.47E+05						1	
	E-4	80	2.58E+05					1		
	E-5	48	1.39E+05					1		
	E-6	26	4.33E+04				1			
				2	6	15	17	3	2	21
66										

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentará el cuadro comparativo con la variable IMD.

Tabla 84: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 8 con el rango de IMD manual South Africa

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	SUDAFRICANO IMD					
				ES0.003	ES0.01	ES0.03	ES0.1	ES0.3	ES1
				<3	3 - 10	10 -20	20 - 75	75 - 220	220 - 700
1	E-1	925	0						
	E-2	713	0						
2	E-1	373	5,72 E+04						1
	E-2	85	7,74 E+04					1	
	C-1	624	-						
	C-2	2005	-						
3	T-1	283	4,45 E+04						1
	T-2	126	1,36 E+04					1	
	T-3	161	2,64 E+04					1	
	T-4	186	2,76 E+04					1	
	T-5	46	7,61 E+04				1		
	T-6	183	1,02 E+04					1	
	T-7	185	2,06 E+04					1	
	T-8	174	2,17 E+04					1	
	T-9	169	3,61 E+04					1	
	T-10	171	1,94 E+04					1	
	T-11	171	1,94 E+04					1	
4	E-1	406	-						
	E-2	134	0					1	
	E-3	57	0				1		
	E-4	308	0						1
	C-1	172	0					1	
	C-2	228	0						1
	E-5	924	0						
E-6	2096	0							
5	E-1	325	4.40E+05						1
	E-2	1889	-						
	E-3	397	1.04E+05						1
6	T-1	63	0				1		
7	T-1	1414	3,12 E+04						
	T-2	471	3,83 E+04						
	T-3	217	2,29 E+04					1	
	T-4	136	2,01 E+04					1	
	T-5	43	7,39 E+03				1		
	T-6	315	4,38 E+04						1
	T-7	146	3,71 E+04					1	
	T-8	87	2,49 E+04					1	
	T-9	100	9,38 E+03					1	
	T-10	45	5,88 E+02				1		
	T-11	1	5,88 E+02	1					
	T-12	271	4,76 E+04						1
	T-13	122	1,02 E+04					1	
	T-14	41	8,55 E+03				1		
8	E-1	1235	1.82 E+06						
	E-2	814	1,17 E+06						
	E-3	574	1,01 E+06						
	E-4	349	8,26 E+06						1
	E-5	704	1,68 E+06						
	E-6	589	9,87 E+06						
	E-7	618	1,33 E+06						
	C-1	488	1,35 E+06						
	C-2	2090	0						
	C-3	2090	0						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de IMD manual South Africa

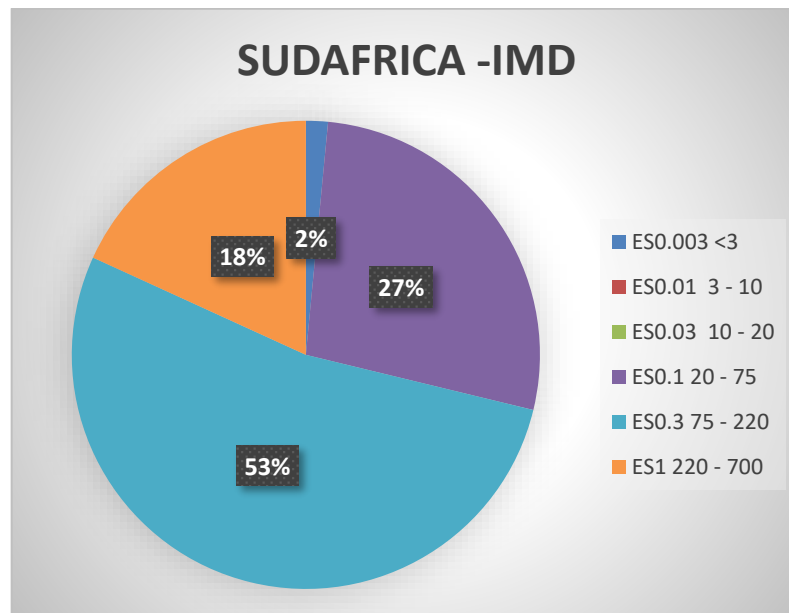
EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	SUDAFRICANO IMD					
				ES0.003	ES0.01	ES0.03	ES0.1	ES0.3	ES1
				<3	3 - 10	10 -20	20 - 75	75 - 220	220 - 700
9	T-1	709	2,083 E+07						
10	E-1	68	8.38E+04				1		
	E-2	55	7.53E+04				1		
	E-3	25	4.04E+04				1		
11	T-1	181	0					1	
	T-2	94	0					1	
	T-3	95	0					1	
	T-4	75	0					1	
	T-5	180	0					1	
	T-6	757	0						
12	T-1	681	3,461 E+06						
13	E-1	1853	7,47 E+04						
	E-2	849	7,47 E+04						
14	E-1	114	0					1	
	E-2	166	0					1	
	E-3	205	0					1	
	E-4	223	0						1
	E-5	184	0					1	
	E-6	221	0						1
	E-7	158	0					1	
	E-8	1324	0						
15	C-1	230	9,4 E+04						1
	C-2	60	5,2 E+04				1		
	C-3	35	1,9 E+04				1		
16	E-1	3785	7,32 E+05						
	E-2	821	3,83 E+05						
	E-3	57	3,38 E+04				1		
	E-4	154	2,83 E+04					1	
	E-5	53	2,82 E+04				1		
	E-6	52	7,59 E +03				1		
	E-7	1997	3,18 E+05						
	E-8	689	1,08 E+05						
17	T-1	808	6.13E+05						
	T-2	596	5.76E+05						
18	E-1	29	0				1		
19	E-1	168	9.30E+03					1	
	E-2	112	4.91E+03					1	
20	E-1	37	0				1		
21	E-1	192	7.90E+04					1	
	E-2	92	4.61E+04					1	
	E-3	92	4.47E+05					1	
	E-4	80	2.58E+05					1	
	E-5	48	1.39E+05				1		
	E-6	26	4.33E+04				1		
				1	0	0	18	35	12
66									

Fuente: Elaboración propia

VARIABLE IMD Y EAL

De acuerdo con la tabla de resumen de las tablas 82 a la tabla 85 del manual South Africa podemos extraer seis tipos de pavimentos que relaciona el los Ejes Equivalentes con el Volumen de vehículos que tiene un máximo de 700 veh/día y 1 000 000 EE como máximo y todo esto como se aprecia en la Tabla N°40 donde indica que es para caminos de grava hasta pavimentados, aunque su máximo de 700 veh/día supera a lo que definimos como caminos de bajo volumen que es un máximo de 400 veh/día se toma en cuenta para el análisis, por lo que a continuación se verá la distribución de todos los tramos según la clasificación Sudafricana.

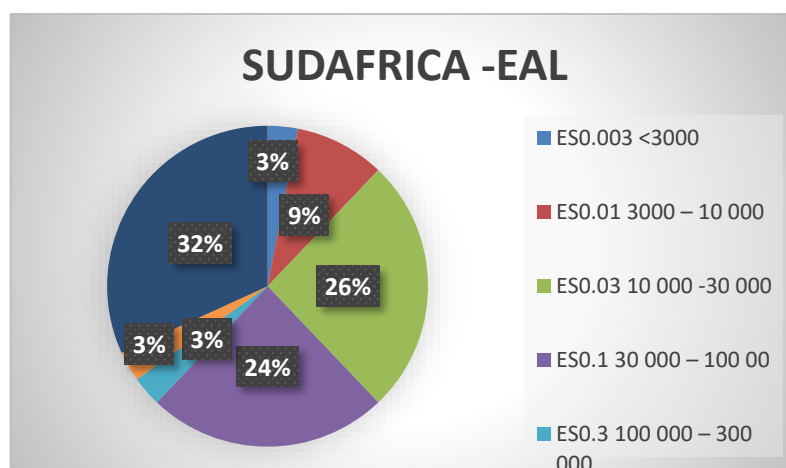
Figura N° 7: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD de South Africa



Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que el mayor porcentaje de los tramos se encuentra el pavimento ES0.3 que es el 53% que se encuentran entre 75 y 220 veh/día seguido del ES0.1 CON UN 27% y por último el ES1 con un 18 %.

Figura N° 8: Clasificación de los Expedientes técnicos según el EAL de South Africa



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la distribución según el EAL, se presenta distribución más dispersa de cada tipo de pavimento y el que mayor porcentaje presenta con un 32% son los tramos que no tienen la data de EE en sus respectivos estudios de tráfico de cada expediente, seguido con el 26% para el pavimento ES0.03 y como tercer mayor porcentaje el pavimento ES0.1 con un 24%.

En esta clasificación según el manual South África se puede observar que a pesar de la discrepancia que existiría para clasificarlos para el mismo tipo de pavimento según sus EE y el IMD, también hay gran similitud en el pavimento ES0.1 ya que su rango de IMD Y EE son los que son más comunes para este tipo de carreteras.

Nuestros estudios parte del análisis de los manuales internacionales de AASTHO, AUSTROADS Y SOUTH AFRICA, pero para complementarlo también se analiza los manuales colombianos y Centroamericano que haremos un análisis a continuación.

5.4.4 Manual colombiano

El país vecino Colombia tiene una normativa de acuerdo a su realidad similar a la nuestra ya que al igual que todos los manuales estudiados se basa en el manual de ASSTHO aplicado a su país, el cual clasifica a los caminos de bajo volumen según sus EE los cuales los dividen en dos los cuales son T1 y T2.

También tienen un manual de concreto asfáltico para caminos de bajo, medio y alto volumen de tránsito el cual clasifica según su TPD o IMD de 0 a 200 y de 201- 500 el cual tomaremos para la clasificación de los tramos obtenidos a partir de los expedientes técnicos y también colocamos un rango como “no hay rango” ya que ahí agrupamos a todos los tramos donde no tenemos la data de los Ejes Equivalentes.

A continuación, se presentará el cuadro comparativo con la variable ESAL.

Tabla 86: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 6 con el rango de ESAL manual Colombiano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	COLOMBIANO - EAL		
				T1	T2	NO HAY RANGO
				<150000	150000-500000	
1	E-1	925	-			
	E-2	713	-			
2	E-1	373	5,72 E+04		1	
	E-2	85	7,74 E+04		1	
	C-1	624	-			
	C-2	2005	-			
3	T-1	283	4,45 E+04	1		
	T-2	126	1,36 E+04	1		
	T-3	161	2,64 E+04	1		
	T-4	186	2,76 E+04	1		
	T-5	46	7,61 E+04	1		
	T-6	183	1,02 E+04	1		
	T-7	185	2,06 E+04	1		
	T-8	174	2,17 E+04	1		
	T-9	169	3,61 E+04	1		
	T-10	171	1,94 E+04	1		
	T-11	171	1,94 E+04	1		
4	E-1	406	-			
	E-2	134	0			1
	E-3	57	0			1
	E-4	308	0			1
	C-1	172	0			1
	C-2	228	0			1
	E-5	924	-			
	E-6	2096	-			
5	E-1	325	4.40E+05		1	
	E-2	1889	-			
	E-3	397	1.04E+05	1		
6	T-1	63	0		1	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 7 al 15 con el rango de ESAL manual colombiano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	COLOMBIANO - EAL		
				T1	T2	NO HAY RANGO
				<150000	150000-500000	
7	T-1	1414	-			
	T-2	471	-			
	T-3	217	2,29 E+04	1		
	T-4	136	2,01 E+04	1		
	T-5	43	7,39 E+03	1		
	T-6	315	4,38 E+04	1		
	T-7	146	3,71 E+04	1		
	T-8	87	2,49 E+04	1		
	T-9	100	9,38 E+03	1		
	T-10	45	5,88 E+02	1		
	T-11	1	5,88 E+02	1		
	T-12	271	4,76 E+04	1		
	T-13	122	1,02 E+04	1		
	T-14	41	8,55 E+03	1		
8	E-1	1235	-			
	E-2	814	-			
	E-3	574	-			
	E-4	349	8,26 E+06			1
	E-5	704	-			
	E-6	589	-			
	E-7	618	-			
	C-1	488	-			
	C-2	2090	-			
	C-3	2090	-			
9	T-1	709	-			
10	E-1	68	8.38E+04	1		
	E-2	55	7.53E+04	1		
	E-3	25	4.04E+04	1		
11	T-1	181	0			1
	T-2	94	0			1
	T-3	95	0			1
	T-4	75	0			1
	T-5	180	0			1
	T-6	757	-			
12	T-1	681	-			
13	E-1	1853	-			
	E-2	849	-			
14	E-1	114	0			1
	E-2	166	0			1
	E-3	205	0			1
	E-4	223	0			1
	E-5	184	0			1
	E-6	221	0			1
	E-7	158	0			1
	E-8	1324	-			
15	C-1	230	9,4 E+04	1		
	C-2	60	5,2 E+04	1		
	C-3	35	1,9 E+04	1		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 15 al 21 con el rango de ESAL manual colombiano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	COLOMBIANO - EAL		
				T1	T2	NO HAY RANGO
				<150000	150000-500000	
16	E-1	3785	-			
	E-2	821	-			
	E-3	57	3,38 E+04	1		
	E-4	154	2,83 E+04	1		
	E-5	53	2,82 E+04	1		
	E-6	52	7,59 E +03	1		
	E-7	1997	-			
	E-8	689	-			
17	T-1	808	-			
	T-2	596	-			
18	E-1	29	0			1
19	E-1	168	9.30E+03	1		
	E-2	112	4.91E+03	1		
20	E-1	37	0			1
21	E-1	192	7.90E+04	1		
	E-2	92	4.61E+04	1		
	E-3	92	4.47E+05		1	
	E-4	80	2.58E+05		1	
	E-5	48	1.39E+05	1		
	E-6	26	4.33E+04	1		
				40	6	20
				66		

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentará la tabla comparativa con la variable IMD.

Tabla 89: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 2 con el rango de IMD manual Colombiano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	COLOMBIANO - IMD	
				T0	T1
				0-200	201-500
1	E-1	925	-		
	E-2	713	-		
2	E-1	373	5,72 E+04		1
	E-2	85	7,74 E+04	1	
	C-1	624	-		
	C-2	2005	-		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 3 al 8 con el rango de IMD manual colombiano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	COLOMBIANO - IMD	
				T0	T1
				0-200	201-500
3	T-1	283	4,45 E+04		1
	T-2	126	1,36 E+04	1	
	T-3	161	2,64 E+04	1	
	T-4	186	2,76 E+04	1	
	T-5	46	7,61 E+04	1	
	T-6	183	1,02 E+04	1	
	T-7	185	2,06 E+04	1	
	T-8	174	2,17 E+04	1	
	T-9	169	3,61 E+04	1	
	T-10	171	1,94 E+04	1	
	T-11	171	1,94 E+04	1	
4	E-1	406	-		
	E-2	134	0	1	
	E-3	57	0	1	
	E-4	308	0		1
	C-1	172	0	1	
	C-2	228	0		1
	E-6	2096	-		
5	E-1	325	4.40E+05		1
	E-2	1889	-		
	E-3	397	1.04E+05		1
6	T-1	63	0	1	
7	T-1	1414	-		
	T-2	471	-		
	T-3	217	2,29 E+04		1
	T-4	136	2,01 E+04	1	
	T-5	43	7,39 E+03	1	
	T-6	315	4,38 E+04		1
	T-7	146	3,71 E+04	1	
	T-8	87	2,49 E+04	1	
	T-9	100	9,38 E+03	1	
	T-10	45	5,88 E+02	1	
	T-11	1	5,88 E+02	1	
	T-12	271	4,76 E+04		1
	T-13	122	1,02 E+04	1	
	T-14	41	8,55 E+03	1	
8	E-1	1235	-		
	E-2	814	-		
	E-3	574	-		
	E-4	349	8,26 E+06		1
	E-5	704	-		
	E-6	589	-		
	E-7	618	-		
	C-1	488	-		
	C-2	2090	-		
C-3	2090	-			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 9 al 21 con el rango de IMD manual colombiano.

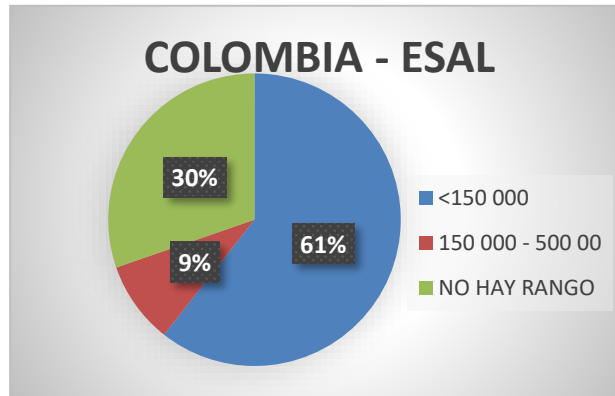
EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	COLOMBIANO - IMD	
				T0	T1
				0-200	201-500
9	T-1	709	-		
10	E-1	68	8.38E+04	1	
	E-2	55	7.53E+04	1	
	E-3	25	4.04E+04	1	
11	T-1	181	0	1	
	T-2	94	0	1	
	T-3	95	0	1	
	T-4	75	0	1	
	T-5	180	0	1	
	T-6	757	-		
12	T-1	681	-		
13	E-1	1853	-		
	E-2	849	-		
14	E-1	114	0	1	
	E-2	166	0	1	
	E-3	205	0		1
	E-4	223	0		1
	E-5	184	0	1	
	E-6	221	0		1
	E-7	158	0	1	
	E-8	1324	-		
15	C-1	230	9,4 E+04		1
	C-2	60	5,2 E+04	1	
	C-3	35	1,9 E+04	1	
16	E-1	3785	-		
	E-2	821	-		
	E-3	57	3,38 E+04	1	
	E-4	154	2,83 E+04	1	
	E-5	53	2,82 E+04	1	
	E-6	52	7,59 E +03	1	
	E-7	1997	-		
	E-8	689	-		
17	T-1	808	-		
	T-2	596	-		
18	E-1	29	0	1	
19	E-1	168	9.30E+03	1	
	E-2	112	4.91E+03	1	
20	E-1	37	0	1	
21	E-1	192	7.90E+04	1	
	E-2	92	4.61E+04	1	
	E-3	92	4.47E+05	1	
	E-4	80	2.58E+05	1	
	E-5	48	1.39E+05	1	
	E-6	26	4.33E+04	1	
				52	14
				66	

Fuente: Elaboración Propia

VARIABLE IMD Y EAL

De acuerdo con la tabla de resumen de las tablas 86 a la tabla 91, para el análisis de este manual con los expedientes técnicos se vera la distribución según su Índice Medio Diario y sus Ejes Equivalentes en los siguientes gráficos.

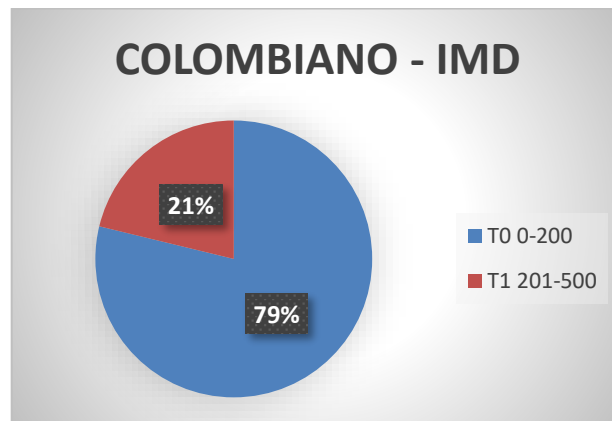
Figura N° 8: Clasificación de los Expedientes técnicos según el ESAL según el manual colombiano



Fuente: Elaboración propia

En el presente grafico se muestra la distribución para cada tipo de pavimento según sus EE los cuales hay un mayor porcentaje que son menores a 150 000 EE con un 61% del total y le sigue con el 30% los tramos que no tienen data de los EE en sus respectivos expedientes técnicos.

Figura N° 9: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD según el manual colombiano



Fuente: Elaboración propia

En este grafico podemos observar que el 79 % de los tramos se encuentran en el rango de 0 a 200 veh/día, seguido con el 21% el T1 que se encuentra en el rango de 201 a 500 veh/día.

5.4.5 Manual centroamericano

A continuación, se presenta la distribución según el manual Centroamericano el cual lo clasifica según su TPD o IMD.

Tabla N° 92: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 1 al 6 con el rango de IMD manual Centroamericano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	CENTROAMERICANO-IMD		
				R	LU	CU
				<100	100-500	100-500
1	E-1	925	-			
	E-2	713	-			
2	E-1	373	5,72 E+04		1	
	E-2	85	7,74 E+04	1		
	C-1	624	-			
	C-2	2005	-			
3	T-1	283	4,45 E+04		1	
	T-2	126	1,36 E+04		1	
	T-3	161	2,64 E+04		1	
	T-4	186	2,76 E+04		1	
	T-5	46	7,61 E+04	1		
	T-6	183	1,02 E+04		1	
	T-7	185	2,06 E+04		1	
	T-8	174	2,17 E+04		1	
	T-9	169	3,61 E+04		1	
	T-10	171	1,94 E+04		1	
	T-11	171	1,94 E+04		1	
4	E-1	406	-			
	E-2	134	0		1	
	E-3	57	0	1		
	E-4	308	0		1	
	C-1	172	0		1	
	C-2	228	0		1	
	E-5	924	-			
5	E-1	325	4.40E+05		1	
	E-2	1889	-			
	E-3	397	1.04E+05		1	
6	T-1	63	0	1		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 93: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 7 al 14 con el rango de IMD manual Centroamericano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	CENTROAMERICANO-IMD		
				R	LU	CU
				<100	100-500	100-500
7	T-1	1414	-			
	T-2	471	-			
	T-3	217	2,29 E+04		1	
	T-4	136	2,01 E+04		1	
	T-5	43	7,39 E+03	1		
	T-6	315	4,38 E+04		1	
	T-7	146	3,71 E+04		1	
	T-8	87	2,49 E+04	1		
	T-9	100	9,38 E+03		1	
	T-10	45	5,88 E+02	1		
	T-11	1	5,88 E+02	1		
	T-12	271	4,76 E+04		1	
	T-13	122	1,02 E+04		1	
	T-14	41	8,55 E+03	1		
8	E-1	1235	-			
	E-2	814	-			
	E-3	574	-			
	E-4	349	8,26 E+06	1	1	
	E-5	704	-			
	E-6	589	-			
	E-7	618	-			
	C-1	488	-			
	C-2	2090	-			
	C-3	2090	-			
9	T-1	709	-			
10	E-1	68	8,38E+04	1		
	E-2	55	7,53E+04	1		
	E-3	25	4,04E+04	1		
11	T-1	181	0		1	
	T-2	94	0	1		
	T-3	95	0	1		
	T-4	75	0	1		
	T-5	180	0		1	
	T-6	757	-			
12	T-1	681	-			
13	E-1	1853	-			
	E-2	849	-			
14	E-1	114	0		1	
	E-2	166	0		1	
	E-3	205	0		1	
	E-4	223	0		1	
	E-5	184	0		1	
	E-6	221	0		1	
	E-7	158	0		1	
	E-8	1324	-			

Fuente: Elaboración propia.

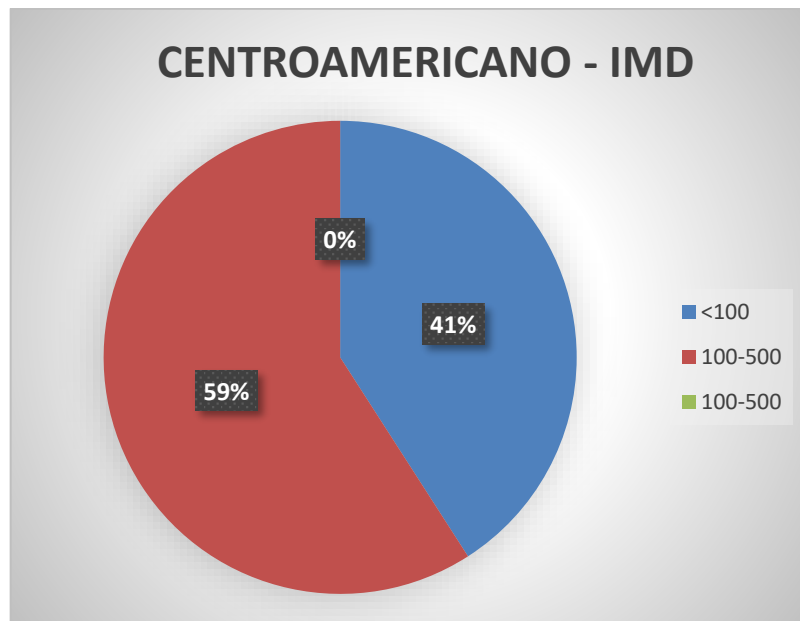
Tabla N° 94: Cuadro comparativo del expediente técnico Nro. 15 al 21 con el rango de IMD manual Centroamericano.

EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	CENTROAMERICANO-IMD		
				R	LU	CU
				<100	100-500	100-500
15	C-1	230	9,4 E+04		1	
	C-2	60	5,2 E+04	1		
	C-3	35	1,9 E+04	1		
16	E-1	3785	-			
	E-2	821	-			
	E-3	57	3,38 E+04	1		
	E-4	154	2,83 E+04		1	
	E-5	53	2,82 E+04	1		
	E-6	52	7,59 E +03	1		
	E-7	1997	-			
	E-8	689	-			
17	T-1	808	-			
	T-2	596	-			
18	E-1	29	0	1		
19	E-1	168	9.30E+03		1	
	E-2	112	4.91E+03		1	
20	E-1	37	0	1		
21	E-1	192	7.90E+04		1	
	E-2	92	4.61E+04	1		
	E-3	92	4.47E+05	1		
	E-4	80	2.58E+05	1		
	E-5	48	1.39E+05	1		
	E-6	26	4.33E+04	1		
				27	39	0
				66		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla de resumen de las tablas 92 a la tabla 94, al contrastar la clasificación según su Índice Medio Diario de este manual con los tramos de los expedientes técnicos se aprecia que al tener dos clasificaciones con el mismo rango de IMD podría ser clasificado tanto como LU (local urbano) como con CU (local rural). A continuación, se presentará el gráfico con los resultados de la clasificación de los 66 tramos.

Figura N°10: Clasificación de los Expedientes técnicos según el IMD según el manual Centroamericano



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico podemos observar que el mayor porcentaje se encuentra entre los 100 y 500 veh/día con un 59% los cuales son los pavimentos LU (local Urbano) y también CU (local rural) los cuales al tener el mismo rango tendrían el mismo porcentaje seguido de los tramos que tienen menos de 100 veh/día que son el 41% del total.

5.5 Contrastación de hipótesis

Se realizará la contrastación de hipótesis a partir de los resultados obtenidos de la normativa internacional en las cuales basamos nuestro estudio a partir de los veintiún expedientes técnicos y tomando como referencia la normativa peruana mas no siendo parte de este análisis.

5.5.1 Hipótesis específica

Hipótesis alterna 1 (Ha)

Relacionando el IMD y EAL del manual AASHTO 1993, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, si se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Hipótesis nula 1(Ho)

Relacionando el IMD y EAL del manual AASHTO 1993, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, no se puede proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Tabla N° 95: Cuadro comparativo de IMD para Propuesta con manual AASTHO

	IMD			
	T. BAJO	T. MEDIANO		T. ALTO
ASSTHO	0 - 50	50 - 250		250 - 400
	17%	71%		12%
PROPUESTA	T-1	T-2	T-3	T-4
	0 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 400
	17%	24%	38%	21%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 96: Cuadro comparativo de ESAL para Propuesta con manual AASTHO

		EAL			
ASSTHO (x E+03)	T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO	-	
	0 - 30	30 - 60	60 - 100	-	
	27%	20%	14%	-	
PROPUESTA (x E+03)	T-1	T-2	T-3	T-4	
	0 - 50	50 - 100	100 - 300	300 - 500	
	42%	18%	5%	3%	

Fuente: Elaboración Propia

Habiendo analizado el IMD y EAL del manual de AASHTO como muestra en las tablas N°70 a la N°75 en el cual se muestra tres rangos para clasificación de IMD y tres rangos para la clasificación según EAL concuerdan al tener ambos tres rangos de clasificación para Caminos de Bajo Volumen, pero al tomar los tramos de los expedientes técnicos para un mismo tramo no necesariamente se encuentra en la misma clasificación de pavimento como se muestra en el siguiente tramo:

Tabla N°97: Clasificación según AASHTO para expediente 2

exp	NOMBRE DE EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	EAL-ASSTHO				IMD - ASSTHO		
					T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO		T. BAJO	T. MEDIO	T. ALTO
2	Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 Checca-Mazocruz, provincia de Collao-Puno	E-1	373	5,72 E+04		1	-				1
		E-2	85	7,74 E+04		-	1			1	
		C-1	624	-							
		C-2	2005	-							

Fuente: Elaboracion propia

Como se muestra en la tabla N°97 se puede observar que para el expediente 2, las estaciones E-1 para la clasificación según su EAL se encuentra en T. MEDIO, pero para su clasificación según IMD se encuentra en T. ALTO, esto se presenta en el 92% de los casos, pero en 6 tramos que representa el 8% si concuerda.

También se puede observar mediante el grafico N°3 y grafico N°4 más del 50 % de los tramos se ubican en T. BAJO y T. ALTO por lo que sí se puede relacionar los expedientes técnicos con los rangos propuestos por el manual de AASHTO y en base a este manual de AASHTO junto con los expedientes técnicos se propone nuevos rangos según su IMD y su EAL.

Por lo que comparándolo se demuestra gran similitud en base al IMD, y en cuanto al EAL existe un 32% de los tramos que no presentan resultados de EE pero a pesar de ello se contrasta y hay gran similitud.

Por lo que comparando ambas variables encontramos que si contrastan por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

5.5.2 Hipótesis específica 2

Hipótesis alterna 2 (Ha)

Relacionando el IMD y EAL del manual Austroads 1992, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, si se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Hipótesis nula 2 (Ho)

Relacionando el IMD y EAL del manual Austroads 1992, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, no se puede proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Tabla N° 98: Cuadro comparativo de IMD para Propuesta con manual Austroads

		IMD				
AUSTROAD	U5	U4	U3	U2	U1	
	< 10	< 20	20-100	100 - 200	200 <	
	2%	0%	41%	36%	21%	
PROPUESTA	T-1		T-2	T-3	T-4	
	0 - 50		50 - 100	100 - 200	200 - 400	
	17%		24%	38%	21%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 99: Cuadro comparativo de EAL para Propuesta con manual Austroads

		EAL				
AUSTROAD (x E+03)	U5	U4	U3	U2	U1	
	< 2	< 5	5 - 29	29 - 58	58 <	
	4%	5%	32%	14%	15%	
PROPUESTA (x E+03)	T-1		T-2		T-3	T-4
	0 - 50		50 - 100		100 - 300	300 - 500
	42%		18%		5%	3%

Fuente: Elaboración Propia

Habiendo analizado los expedientes el IMD y el EAL como se muestra en la tabla N°76 a la tabla N°81 en el cual en base a los rangos de IMD del manual Austroad se halló los rangos de EAL y con ello se pudo contrastar las similitudes de ambas clasificaciones de los cinco tipos de pavimentos para Caminos de Bajo Volumen y para este casi también se ve que al comparar un tramo no necesariamente se encuentra en un mismo tipo de pavimento como veremos a continuación.

Tabla N°100: Clasificación según Austroad para expediente 2

exp	NOMBRE DE EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	AUSTROADS IMD					AUSTROADS EAL					NO HAY RANGO	
					U5	U4	U3	U2	U1	U5	U4	U3	U2	U1		
					<10	<20	20-100 <10% Veh pes	100-200 >10% veh pes	>200 >20% veh pes	< 2920	< 5840	5840 - 29200	29200 - 58400	>58400		
2	Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 Checca-Mazocruz, provincia de Collao-Puno	E-1	373	5,72 E+04					1				1			
		E-2	85	7,74 E+04			1								1	
		C-1	624	-												
		C-2	2005	-												

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla N°100 se puede observar que para el expediente 2, las estaciones E-1 para la clasificación según su IMD se encuentra en el pavimento U1, pero para su clasificación según EAL se encuentra en U2, esto se presenta en el 81.8% de los casos, pero en 12 tramos que representa el 18.2% si concuerda.

También se puede observar mediante el grafico N°5 y grafico N°6 más del 50 % de los tramos se concentran entre U3 y U2 por lo que si se relaciona el IMD y EAL de los expedientes técnicos con los rangos

propuestos por el manual de Austroad y en base a eso se propone nuevos rangos según su IMD y su EAL.

Por lo que comparándolo se demuestra gran similitud en base al IMD, y en cuanto al EAL existe un 30% de los tramos que no presentan resultados de EE pero a pesar de ello se contrasta y hay gran similitud. Por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

5.5.3 Hipótesis específica 3

Hipótesis alterna 3 (Ha)

Relacionando el IMD y EAL del manual Dot, South África 1997, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, si se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Hipótesis nula 3 (Ho)

Relacionando el IMD y EAL del manual Dot, South África 1997, con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, no se puede proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Tabla N° 101: Cuadro comparativo de IMD para Propuesta con manual South Africa

		IMD					
		ESO.003	ESO.01	ESO.03	ESO.1	ESO.3	ES1
SOUTH AFRICA		< 10	3 - 10	10 - 20	20 - 75	75 - 220	220 - 700
		2%	0%	0%	27%	53%	18%
PROPUESTA		T-1		T-2	T-3	T-4	-
		0 - 50		50 - 100	100 - 200	200 - 400	-
		17%		24%	38%	21%	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 102: Cuadro comparativo de ESAL para Propuesta con manual South Africa

		EAL					
SOUTH AFRICA (x E+03)	ES0.003	ES0.01	ES0.03	ES0.1	ES0.3	ES1	
	< 3	3 - 10	10 - 30	30 - 100	100 - 300	300 - 1000	
	3%	9%	23%	26%	5%	3%	
PROPUESTA (x E+03)	T-1			T-2	T-3	T-4	
	0 - 50			50 - 100	100 - 300	300 - 500	
	42%			18%	5%	3%	

Fuente: Elaboración Propia.

Habiendo analizado el IMD y EAL del manual South Africa, el cual es el que mejor relaciona su rangos tanto para IMD y EAL ya que en el mismo manual hace la comparación y contrastación y los clasifica en seis tipos de pavimentos para Caminos de Bajo Volumen el cual se muestra en la tabla N° 40 y se hace la comparación con los expedientes técnicos en las tablas N°82 a la N°85 en el cual como en los manuales anteriores se halla que no en todos los tramos para una misma estación con sus valores de IMD y EAL se clasifican en dos tipos de pavimentos como lo veremos a continuación:

Tabla N° 103: Clasificación según South Africa expediente 2

exp	NOMBRE DE EXPEDIENTE	ESTACION	IMD	ESAL	SUDAFRICANO IMD						SUDAFRICANO ESAL						NO HAY RANGO	
					ES0.003	ES0.01	ES0.03	ES0.1	ES0.3	ES1	ES0.003	ES0.01	ES0.03	ES0.1	ES0.3	ES1		
					<3	3 - 10	10 - 20	20-75	75-220	220-700	<3000	3000-10000	10000-30000	30000-100000	100000-300000	300000-1000000		
2	Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 Checca-Mazacruz, provincia de Collao-Puno	E-1	373	5,72 E+04						1					1			
		E-2	85	7,74 E+04					1						1			
		C-1	624	-														
		C-2	2005	-														

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla N°103 se puede observar que para el expediente 2, las estaciones E-1 para la clasificación según su IMD se encuentra en el pavimento ES.1 pero para su clasificación según EAL se encuentra en ES0.1, esto se presenta en el 87.9% de los casos, pero en 8 tramos que representa el 12.1% si concuerda.

También se puede observar mediante el grafico N°7 y grafico N°8 más del 50 % de los tramos se concentran en ES0.1 por lo que si se relaciona el IMD y EAL de los expedientes técnicos con los rangos propuestos por

el manual de South Africa y en base a eso se propone nuevos rangos según su IMD y su EAL.

Se demuestra que la comparación de ambas variables es posible por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

5.5.4 Hipótesis Principal

Hipótesis principal alterna (Ha)

Relacionando el IMD y EAL del manual de AASHTO 1993, manual Austroads 1992 y Sudáfrica 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, si se propone rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Hipótesis principal nula (Ho)

Relacionando el IMD y EAL del manual de AASHTO 1993, manual Austroads 1992 y Sudáfrica 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, no se puede proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.

Habiendo analizado y relacionando el IMD y EAL del manual de AASHTO 1993, manual Austroads 1992 y Sudáfrica 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC se demuestra que la propuesta de rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos es posible la cual es la siguiente:

Tabla N°104: Propuesta de IMD y EAL

	IMD (veh/dia)	EAL (EE)
T-4	200-400	300 000 - 500 000
T-3	100-200	100 000 - 300 000
T-2	50-100	50 000 - 100 000
T-1	0-50	0 - 50 000

Fuente: Adaptación de los Expedientes técnicos

En cuanto a la variable de Índice Medio Diario el Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito del 2008 plantea cinco tipos de carretera que va desde cero a 200 veh/día como se ve en la tabla N°2 por lo que a partir del estudio de tráfico de los expedientes técnicos que se analizaron 66 tramos se puso como límite 400 veh/día tomando como base el manual AASHTO se aprecia que más del 20% de los tramos analizados superan los 200 veh/día por lo que se añadió un rango más de 200 a 400 veh/día lo que se pudo contrastar con los tres manuales para esta variable.

En cuanto a la variable de EAL el manual AASHTO toma tres rangos como caminos de bajo volumen con un máximo de 100 000EE, para el caso de nuestra propuesta tomamos 500 000EE como límite ya que nuestro valor más alto de los expedientes técnicos fue 447 000EE, y en cuanto al manual South Africa tiene el límite de 1 000 000EE, pero también tienen un límite de 700veh/día que es superior a lo que planteamos para nuestra realidad.

Al poder contrastar el IMD y EAL con los manuales AASHTO, Austroads y South Africa en las tres hipótesis específicas se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

CONCLUSIONES

1. Al relacionar tanto el IMD como el EAL de los manuales internacionales de AASHTO 1993, Austroads 1992 y South Africa 1997 con los expedientes técnicos del MTC nos proporciona que un 60% de los tramos entre T-1 y T-2 lo cual iría de 0 a 100 000 EE para el EAL y en cuanto al IMD nos proporciona un 41% que se encuentra entre T-1 y T-2 que está entre los 0 y 100veh/día como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla N° 105: Porcentaje de tramos según IMD y EAL en la propuesta

	IMD (veh/día)	%	EAL (EE)	%
T-4	200-400	21	300 000 - 500 000	3
T-3	100-200	38	100 000 - 300 000	5
T-2	50-100	24	50 000 - 100 000	18
T-1	0-50	17	0 - 50 000	42
		100		68

Fuente: Elaboración propia

Si bien el IMD tiene un 100% del total, para el EAL tiene 68% lo que significa que para el caso de los Ejes Equivalentes se encontró un 32% de los tramos analizados que no presentó estos resultados en su Estudio de Tráfico de los Expedientes Técnicos.

2. Tras analizar los 21 expedientes técnicos con un total de 96 tramos de los cuales solo se tomaron en cuenta 66 ya que el resto no comprendían los rangos establecidos como caminos de bajo volumen, se pudo contratar con el manual AASTHO el cual define como caminos de bajo volumen para las variables de EAL de 0 a 100 000EE como se observa en la tabla N°2 del Manual de Carreteras no Pavimentadas de bajo Volumen de Transito y para la variable de IMD de 0 a 400 veh/día del Manual Unsealed Roads se pudo analizar viéndose que solo el 8% supera el límite de EAL definido por AASHTO para caminos de bajo volumen, mientras que para el IMD en su totalidad se analizó y con ellos se dio la propuesta la cual se muestra en comparación con el manual AASHTO en la tabla N°73 y N°74 de la contrastación de hipótesis.
3. El manual Austroads se observa que tiene una clasificación de volumen de tráfico solo para el IMD para caminos sin sellar que tiene en su mayor rango como

>200veh/día, por lo que para este caso se estableció un rango de 200 a 400 veh/día y se pudo contrastar los tramos con los rangos que establece el mencionado manual Australiano, y para el caso del EAL también ya se pudo realizar un cuadro de rangos respecto a sus rangos de IMD por lo que se determinó una relación y se propuso el rango como figura en la tabla N° 81 de la contrastación de hipótesis.

4. La normativa South Africa fue la más completa y clara al analizarla ya que tiene en un mismo manual los rangos tanto de IMD como de EAL y se puede contrastar de manera más clara, pero a diferencia de los otros manuales su IMD máximo es de 700 veh/día lo cual supera a nuestra propuesta de un máximo de 400 veh/día y su máximo de EAL es de 1 000 000 EE que también supero a nuestro máximo de EAL de 500 000 EE que fue dado en base al tramo que presento el mayor EE el cual fue la Estación 3 del expediente técnico 21 el cual llega a 447 000EE y en base a ello se determinó la propuesta dada en la tabla N° 81 de la contrastación de hipótesis.
5. Al poder analizar los Manuales de AASHTO, Austroads y South Africa y contrastarlo con la propuesta hecha a partir de los expedientes técnicos del MTC no se aceptó la propuesta ya que el manual Austroads al no tener rangos definidos para el EAL se rechaza la hipótesis que fue propuesta conjuntamente el IMD y el EAL.
6. Se analizo los manuales colombiano y Centroamericano para poder contrastar con estos manuales y tener una mayor exactitud al proponer los rangos que definimos para los Caminos de Bajo Volumen de Transito ya que son países más cercanos y acordes a nuestra realidad, y al igual que nuestra normativa también se basa en AASHTO.
7. De los 21 expedientes estudiados con un total de 96 tramos se tomó para nuestro análisis solo 66 tramos ya que cumplían con los rangos que se proponían los cuales tienen un máximo de 400veh/día para la variable IMD o un máximo de 500 000EE para la variable EAL por lo que se dejó fuera del análisis a cualquier tramo que no cumplía o con el IMD máximo o el EAL máximo propuesto.
8. Se pudo analizar en los expedientes revisados que para el conteo de vehículos tenían diferencias en el estudio de tráfico para el conteo Origen Destino, ya que se hacia este trabajo en base a la experiencia del ingeniero encargado ya que era muy variable entre 2 a 5 días de 12 a 16 horas para el conteo Origen Destino.

9. Se noto que la variación de los Ejes Equivalentes de cada tramo dependía de la cantidad y porcentaje de vehículos pesados que tenía ese tramo y se constató que en promedio se tiene un 20% de tráfico pesado en cada tramo para los 21 expedientes técnicos del MTC que se utilizó para el análisis.

RECOMENDACIONES

1. Al haber rechazado la hipótesis propuesta al no poder contrastar el EAL con el manual Austroads, se recomienda continuar con el estudio ya que al no poder comprobarse con un manual extranjero aún puede tener validez para nuestra realidad, lo cual se comprobaría con futuras investigaciones en campo.
2. A pesar de tener conocimiento que el presente trabajo de investigación se realizaría en pandemia y tenía que ser teórico no se tuvo previsto las limitaciones de no contar con libros físicamente ya que en muchos casos se ve que contiene mejor información que los virtuales como lo hemos podido notar a lo largo de la carrera universitaria y fue una gran limitante para conseguir la información necesaria.
3. Se recomienda para futuras investigaciones tener dominio del idioma inglés ya que las normativas y los papers como otras tesis que contienen gran información se encuentran en este idioma lo que hace más tedioso el trabajo y puede inducir al error.
4. Conjuntamente con la recomendación anterior también es de mucha importancia hacer una traducción de manera muy meticulosa ya que esto puede inducir al error en la redacción de la tesis ya que puede contener palabras técnicas que el traductor Google no lo hace correctamente, o también con los nombres que pueden tener significado en español, pero no es el correcto.
5. Para la recolección de información se recomienda usar fuentes seguras ya que hay demasiada información falsa en la red lo que entorpece la investigación y todo eso conlleva al error.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C: Department of Army.
- AASHTO. (2009). *Unsealed Roads Manual*. George J. Giummarra.
- AUSTROADS. (2004). *Pavement Design – A Guide to the Structural Design of Road Pavements*. Sydney: National Library of Australia.
- AUSTROADS. (2009). *Guide to pavement part 6: Unsealed roads*. Sydney: Austroads
- AUSTROADS. (2009). *Guide to pavement technology part 2: Unsealed roads*. Sydney: Austroads
- AUSTROADS. (2009). *Guide to road design part 2: Unsealed roads*. Sydney: Austroads
- Albitres Salinas, J. (2019). *Estudio de tráfico para su mejoramiento de la Carretera Yura – Peaje Patahuasi, parte de la Ruta Nacional PE – 34ª, Arequipa*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima – Perú.
- Bañón Blázquez, L. & Beviá García, J. (2000). *Manual de Carreteras: Elementos y Proyecto*. Alicante: Departamento de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana. Universidad de Alicante.
- Balbín Arauco, S. & Baldeon Prado, D. (2019). *Propuesta de Diseño Geométrico en Perfil para Caminos de Bajo Volumen de Tránsito de la Provincia de Canta*. Tesis de Pregrado. Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.
- Cal y Mayor, R. & Cárdenas Grisales, J. (1994). *Ingeniería de Tránsito*. México D.F: Ediciones Alfaomega, S.A.
- Cárdenas Capcha, J. (2018). *Influencia del tráfico vehicular con respecto a las deflexiones de los pavimentos flexibles en zona urbana de la ciudad de Huancayo, Junín – 2017*. Tesis de Postgrado. Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.
- Colchado León, C. & Díaz Pita, A. (2017). *Investigación de las condiciones de transitabilidad del camino vecinal Simbron – Farrat – Colpa – Sacha Grande*,

Provincia de Gran Chimú – La Libertad. Tesis de Pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú.

Department of Transport. (1997). *Rehabilitation Design of Flexible Pavements in South Africa RR93/296 Book 1 of 2*. Pretoria: Division of Roads and Transport Technology.

Department of Transport. (1997). *Rehabilitation Design of Flexible Pavements in South Africa RR93/296 Book 2 of 2*. Pretoria: Division of Roads and Transport Technology.

Gutiérrez Ipenza, J. & Pumayali Camacho, K. (2018). *Mejoramiento y Rehabilitación del camino vecinal Tramo: Nogalpampa – Cotarma – Piscaya, Distrito Pichirhua, Provincia Abancay, Región Apurimac*. Tesis de Pregrado. Universidad Tecnológica De Los Andes, Apurimac – Perú.

Hernández Vela, M. & Llerena Martínez, R. (2019). *Análisis de Normativa Internacional de Carreteras No Pavimentadas a fin de proponer estándares de Diseño de la Estructura de Superficie de Rodadura en Perú*. Tesis de Pregrado. Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.

Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajo, Medio y Alto Volumen de Transito*. Instituto Colombiano de Productores de Cemento

Instituto Nacional de Vías. (2007). *Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito*.

Keller, G. & Sherar, J. (2004). *Ingeniería de Caminos Rurales*. Washington D.C: US Agency for International Development (USAID).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Construcción de la carretera Bellavista-Mazan-Salvador-El Estrecho. Tramo I: Bellavista-Santo Tomas*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 Checca-Mazocruz, provincia de Collao-Puno*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Estudio de pre inversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera Molipampa-Pte. Huarochiri-Pasacancha-Andamayo-Pomabamba-Piscobamba-San Luis-EMP.PE-14B (Huari) por niveles de servicio*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Fraccionamiento y Actualización del Presupuesto del estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera Oyon-Ambo*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2015). *Estudio definitivo de Ingeniería, Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Patahuasi - Yauri - Sicuani, Tramo: Negromayo - Yauri-San Genaro*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Estudio definitivo Rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal Talavera-Mulacancha-Taramba-Nueva Esperanza-AP-150-Apurimac*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Estudio de Pre inversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera: EMP. PE-3S (Concepción)-Comas-EMP. PE-5S (Satipo)/EMP. PE-5S (Pte. Ocopa)-Atalaya/EMP. PE-5S (Dv. Bajo Kimiriki)-Buenos Aires-Pto. Prado-Mazarobeni-Camajeni-Poyeni, por niveles de servicio*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Estudio definitivo del mejoramiento de la carretera Huánuco-Conococha, sector: Huánuco-La Unión-Huallanca*. Expediente Técnico.

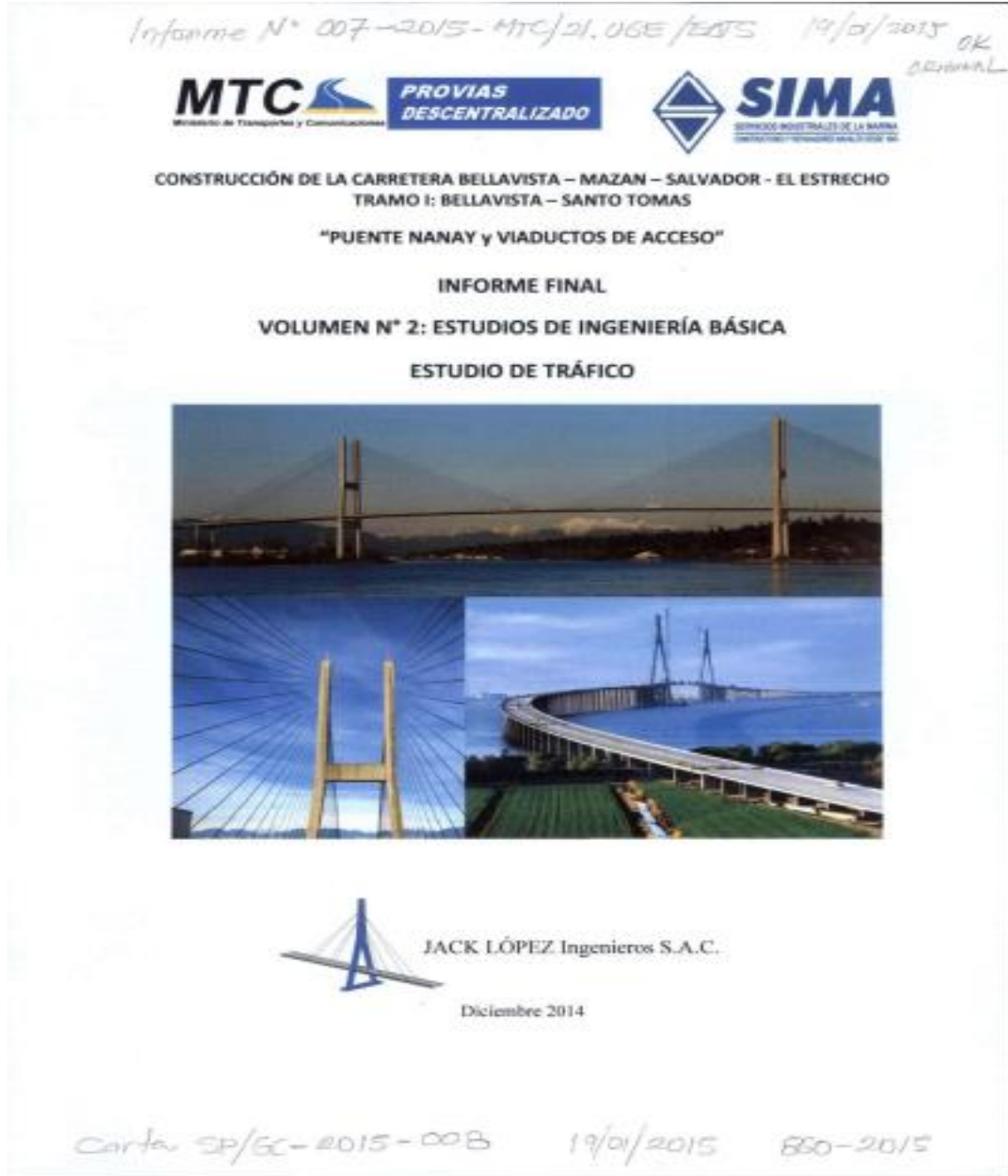
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Estudio definitivo del Saldo de Obra: Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Lima-Canta-La viuda-Unish. Tramo Canta-Huayllay*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Estudio definitivo Rehabilitación y Mejoramiento del camino Vecinal Pacobamba-Huironay-Ccerabamba-Abra Cusqueña*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2015). *Estudio de Trafico de la carretera: EMP. 3S (Mollepuquio) - Chinchaypujio – Cotabambas - Tambobamba - Chalhahuacho*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Mejoramiento del servicio de Transitabilidad de la Calle Unión Cdras. 01, 02 y04 y Calle Sánchez Carrión Cdras. 01, 02,03, 04, 05 y 06 –Curgos, Distrito de Curgos-Sánchez Carrión-La Libertad*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y ampliación del puente Pichari km. 15+852 de la ruta PE-28C, Departamento de Cuzco*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Mejoramiento de la Red vial departamental Moquegua-Arequipa, Tramo MO-108: Cruz de Flores, Distritos Torata, Omate, Coalaque, Puquina, Limite departamental Pampa Usuña, Moquegua; Tramo AR-118: Distritos Polobaya, Pocsi, Mollebaya, Arequipa*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2017). *Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-EMP, Ruta10*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Estudio de pre inversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera EMP.PE-1NL (Dv. Tambogrande)-Tambogrande-Chulucanas-Pacaipampa-EMP. PE-3N (Curilcas); EMP.PE-1N (El Cincuenta), EMP.PE-1NR(Chulucanas) y EMP.PE-02 a (Dv. Pte. Carrasquillo)-Pte. Carrasquillo-EMP.PE-1NR, por niveles de servicio*. Expediente Técnico.

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Estudio definitivo para la construcción de la vía evitamiento de la ciudad de Abancay*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Mantenimiento periódico de caminos no pavimentados (departamental y vecinal) tramo: Emp. Pe-12B-Quinchés-Ulluco-2 Alfonso Ugarte, del distrito de Sihuas-Sihuas-Ancash*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ica-Los Molinos - Tambillos, Tramo: KM 19+700 al KM 33+500, incluido el Puente La Achirana y accesos*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2019). *Reparación de carreteras de acceso; en el (la) vía vecinal en la localidad el limón, distrito de pampas de hospital, provincia Tumbes, departamento de Tumbes*. Expediente Técnico.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2015). *Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera Chuquicara - Puente Quiroz – Tauca - Cabana Huandoval-Pallasca, tramo: Tauca - Pallasca*. Expediente Técnico.
- Martínez, C. (2015). *Análisis del Ciclo de Vida de los Pavimentos Asfálticos*. Bogotá: Universidad Militar de Nueva Granada.
- Martínez Rodríguez, D. (2015). *Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos*. Tesis de Pregrado. Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.
- Macedo Vásquez, M. & Vilca Cotrina, M. (2016). *Diseño estructural del pavimento flexible, en el mejoramiento del camino vecinal Rioja – Posic, utilizando el método NAASRA, tramo del km. 00+000 al km. 6+090, distrito y provincia de Rioja, región San Martín*. San Martín: Universidad Nacional de San Martín.
- Navarro H., S. (2018). *Ingeniería de Tránsito*. Estelí: Facultad de Tecnología de la Construcción. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ospina, G. (2016). *El papel de las Vías Secundarias y Los Caminos Vecinales en el Desarrollo de Colombia*. Bogotá: Universidad De Los Andes. Revista de Ingeniería, n°44, pp. 20-27.

- Pérez Miranda, V. (2016). *Guía metodológica para diseño y construcción de pavimentos para el Ecuador*. Tesis de Pregrado. Universidad De Las Fuerzas Armadas, Sangolquí – Ecuador.
- Secretaria de Integración Económica Centroamericana. (2010). *Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras*. CEPREDENAC.
- Secretaria de Integración Económica Centroamericana. (2010). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. CEPREDENAC.
- Torres Merino, H. F. (2017). *Diseño estructural del tramo 2 de la vía Mulaute – La Florida aplicando el método empírico – mecanicista AASHTO 2008 y AASHTO 93*. Tesis de Pregrado. Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador.
- Vuong, B. & Jameson, G. (2003). *Equivalent Load for a Quad Axle*. Victoria: ARRB Transport.
- Watson López, M. (2009). *Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)*. Tesis de Pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago – Costa Rica.

ANEXOS

Construcción de la carretera Bellavista-Mazan-Salvador-El Estrecho. Tramo I: Bellavista-Santo Tomas.



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2017/AMC_0002/EXPEDIENTE_TECNICO/RD%20N%C2%B0%201164-2015-MTC_20%20EXPEDIENTE%20TECNICO/CD%201/1867.INF%20FINAL-%20VOL-N.%201%20RESUMEN%20EJECUTIVO%20DEL%20PROYECTO.pdf

Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 Checca-Mazocruz, provincia de Collao-Puno.

GOBIERNO REGIONAL PUNO
Honesto y productivo...

CONTRATO DE SERVICIO DE CONSULTORIA
N°017-2013-CP-GRP

**ESTUDIO DEFINITIVO
PARA EL MEJORAMIENTO
DE LA CARRETERA**

COMPONENTE DE INGENIERIA

PU 135 CHECCA-MAZOCRUZ
PROVINCIA DEL COLLAO-PUNO

INFORME FINAL

**VOLUMEN N°1
MEMORIA
DESCRIPTIVA Y
ESTUDIOS BÁSICOS**

ANEXO B
TRÁFICO Y CARGA

PROVIAS NACIONAL
RECTORADO DE INGENIERÍA
N°: 3094
FECH: 30 MAY 2017
EX SERVICIO CONTRATACIÓN DEL ESTADO

TOMO 1/1

JULIO 2016

CONSULTOR
CONSORCIO COLLAO 03

163
INGENIERIA

AZIZE
INGENIEROS

Fuente:

<http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2017/LP0006/Componente%20Ingenieria/40%20Resumen%20Ejecutivo%20del%20Proyecto.pdf>

Estudio de pre inversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera Molipampa-Pte. Huarochiri-Pasacancha-Andamayo-Pomabamba-Piscobamba-San Luis-EMP.PE-14B(Huari) por niveles de servicio.



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2019/CP_00302019/2.%20TRAFICO/VOL%20III%20TRAFICO-%203a.pdf

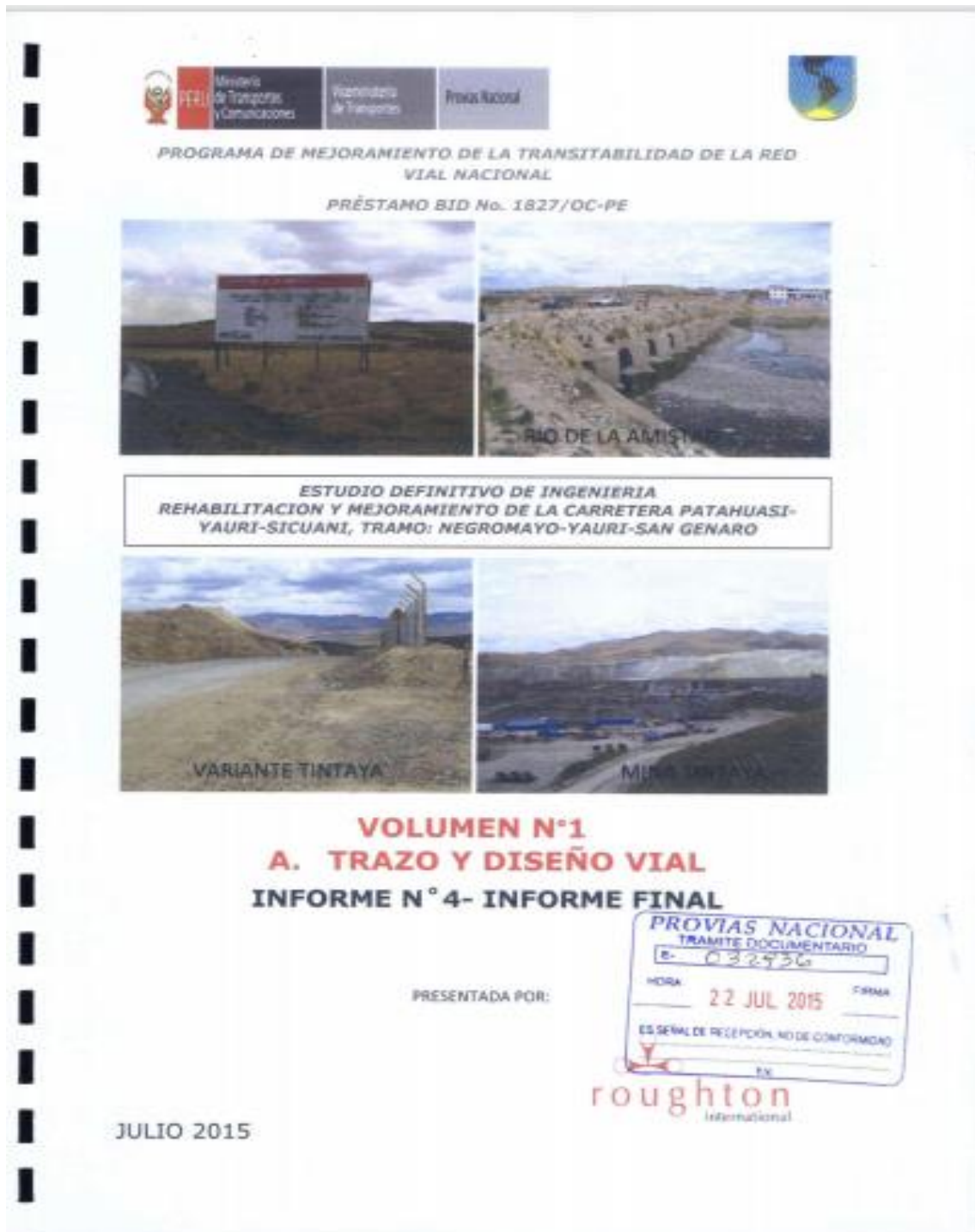
Fraccionamiento y Actualización del Presupuesto del estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera Oyon-Ambo.



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2017/LP_02_2017/12%20Tráfico%20y%20cargas%20Vol.%20II%20-%20tomo%20II.pdf

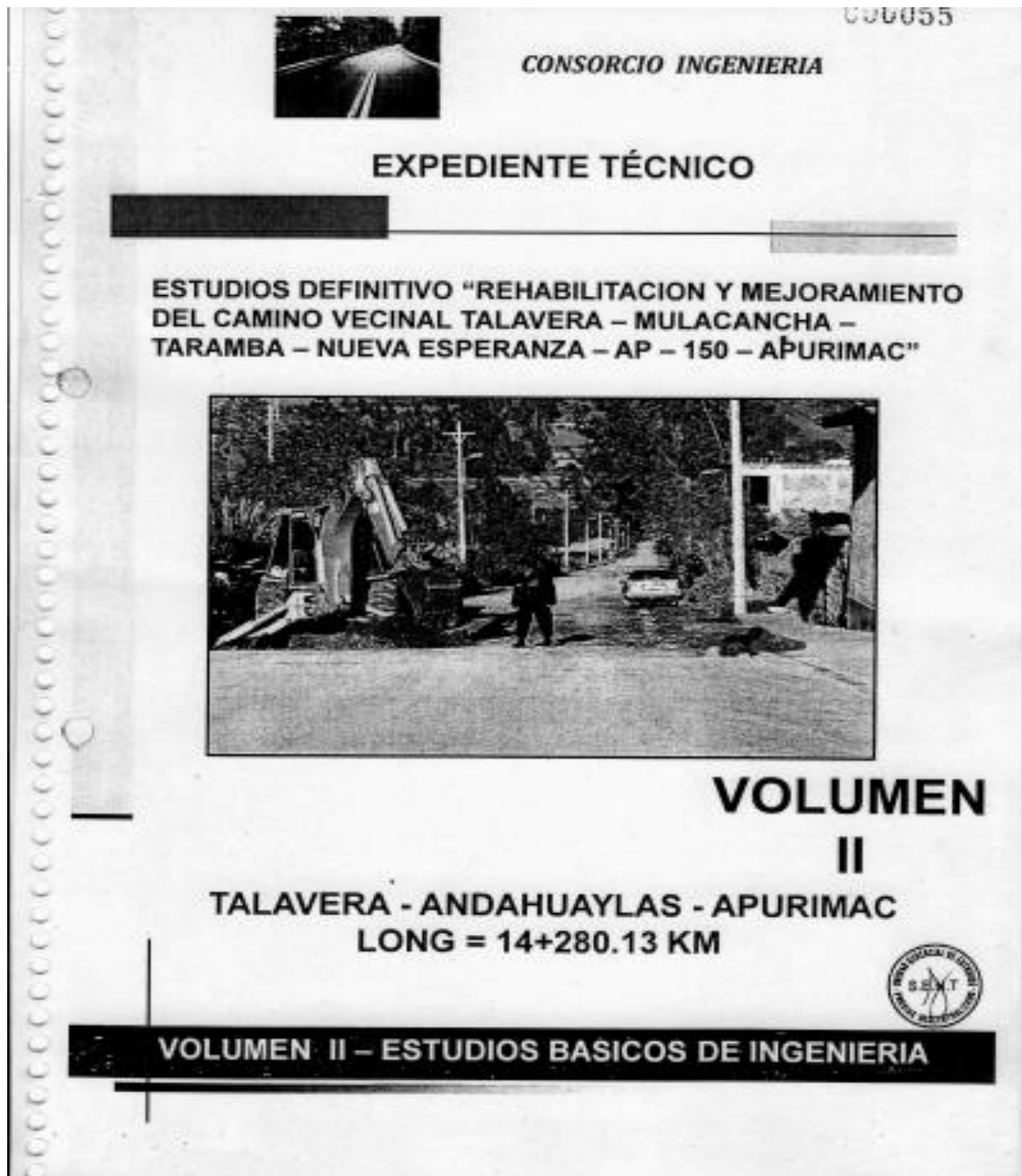
Estudio definitivo de Ingeniería, Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Patahuasi-Yauri-Sicuani, Tramo: Negromayo-Yauri-San Genaro.



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2016/LP014/DISCO_2/30%20Volumen%20XI%20Evaluacion%20Tecnica%20%20%20Economica.pdf

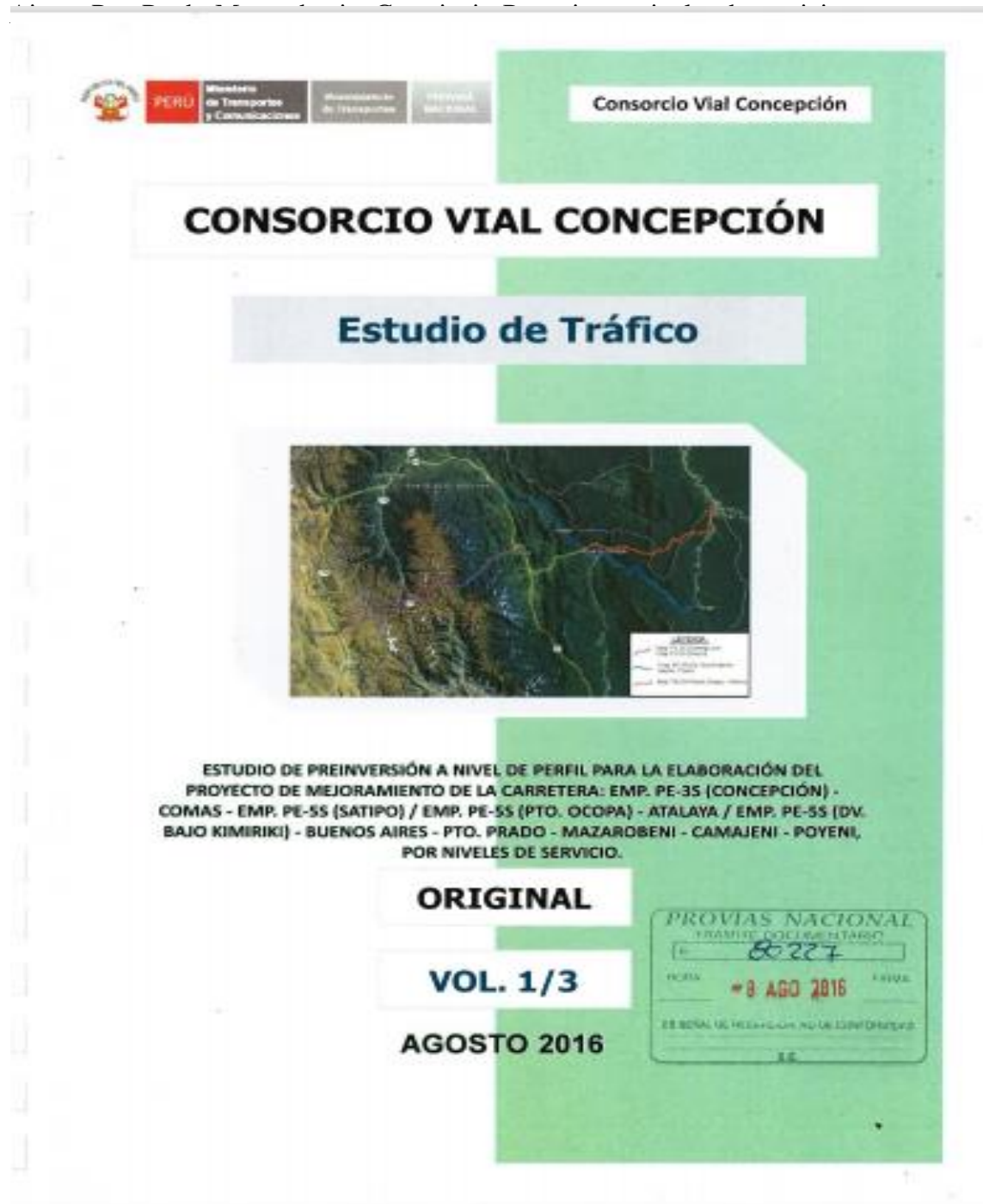
Estudio definitivo Rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal Talavera-Mulacancha-Taramba-Nueva Esperanza-AP-150-Apurimac.



Fuente:

http://proviades.gob.pe/arch_ProcSelecc/Archivos/CI-30-2018-MTC21-LPN/1.01%20RESUMEN%20EJECUTIVO.PDF

Estudio de Pre inversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera: EMP. PE-3S (Concepción) – Comas - EMP. PE-5S (Satipo)/EMP. PE-5S (Pte. Ocopa)-Atalaya/EMP. PE-5S (Dv. Bajo Kimiriki)-Buenos



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2019/CP_0018-2019/1.%20Resumen%20Ejecutivo/Resumen%20Ejecutivo_ok.pdf

Estudio definitivo del mejoramiento de la carretera Huánuco - Conococha, sector: Huánuco - La Unión - Huallanca.

PROVIAS NACIONAL
TRAMITE DOCUMENTARIO
E-096 538
FECHA: 19 SEP 2016 FIRMA
ES SEÑAL DE RECEPCIÓN NO DE CONFORMIDAD
YV

PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

CONTRATO No 008-2014-MTC/20

ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUANUCO - CONOCOCHA, SECTOR: HUANUCO - LA UNION - HUALLANCA

Consorcio **VIAL HUALLANCA**
Tramo: Km 0+000 - Km 150+421
TRAMO 1, 2 Y 3 VOLUMEN II

INFORME FINAL ESTUDIO DE TRÁFICO
TOMO I

Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2017/LPI_0001_2017/Expedientes%20Tecnico%20TRAMO%203/110%20Resumen%20Ejecutivo.PDF

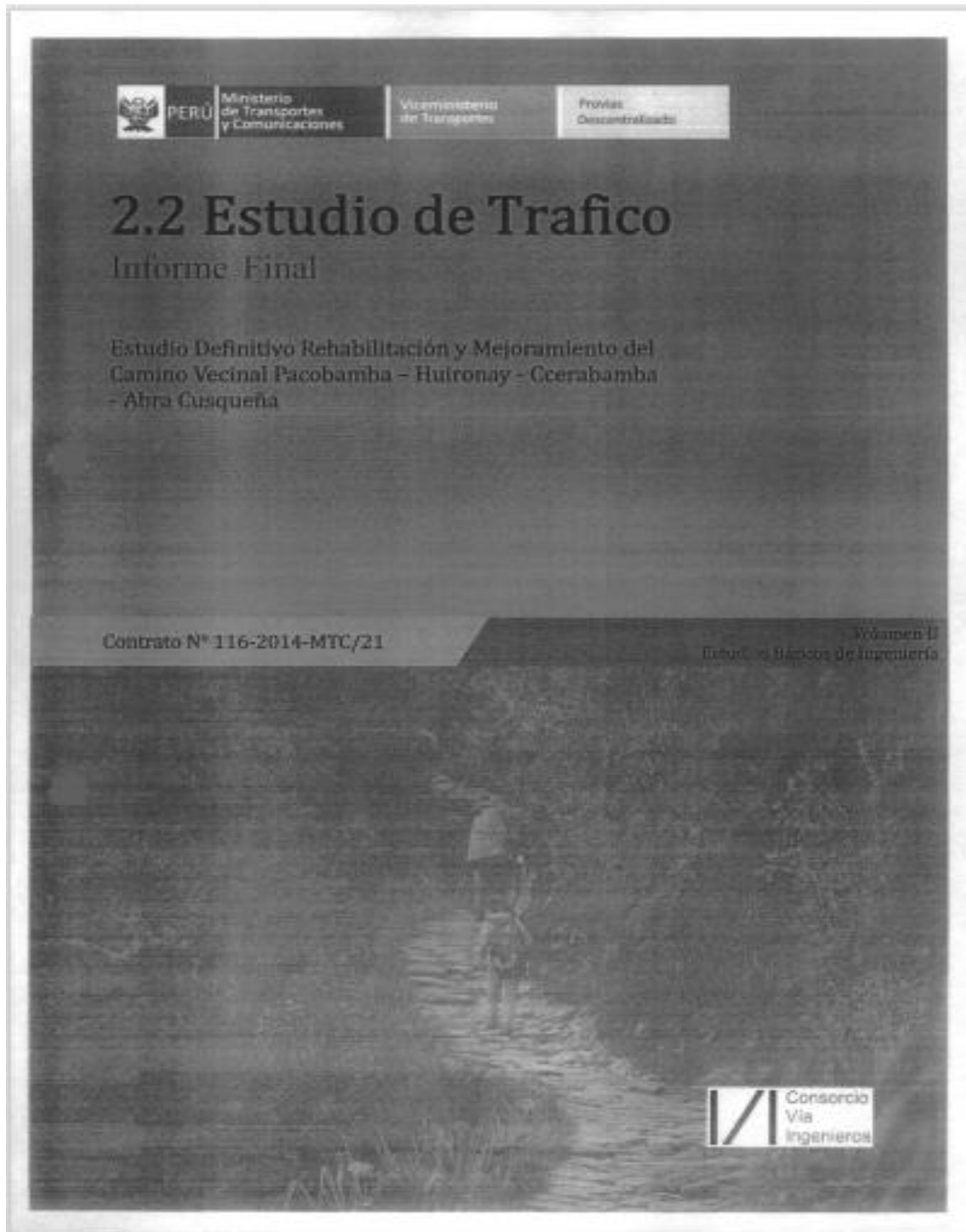
Estudio definitivo del Saldo de Obra: Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Lima-Canta-La viuda - Unish. Tramo Canta – Huayllay



Fuente:

<http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2019/Canta-Huallay/Expediente%20T%C3%A9cnico/01%20Resumen%20Ejecutivo.pdf>

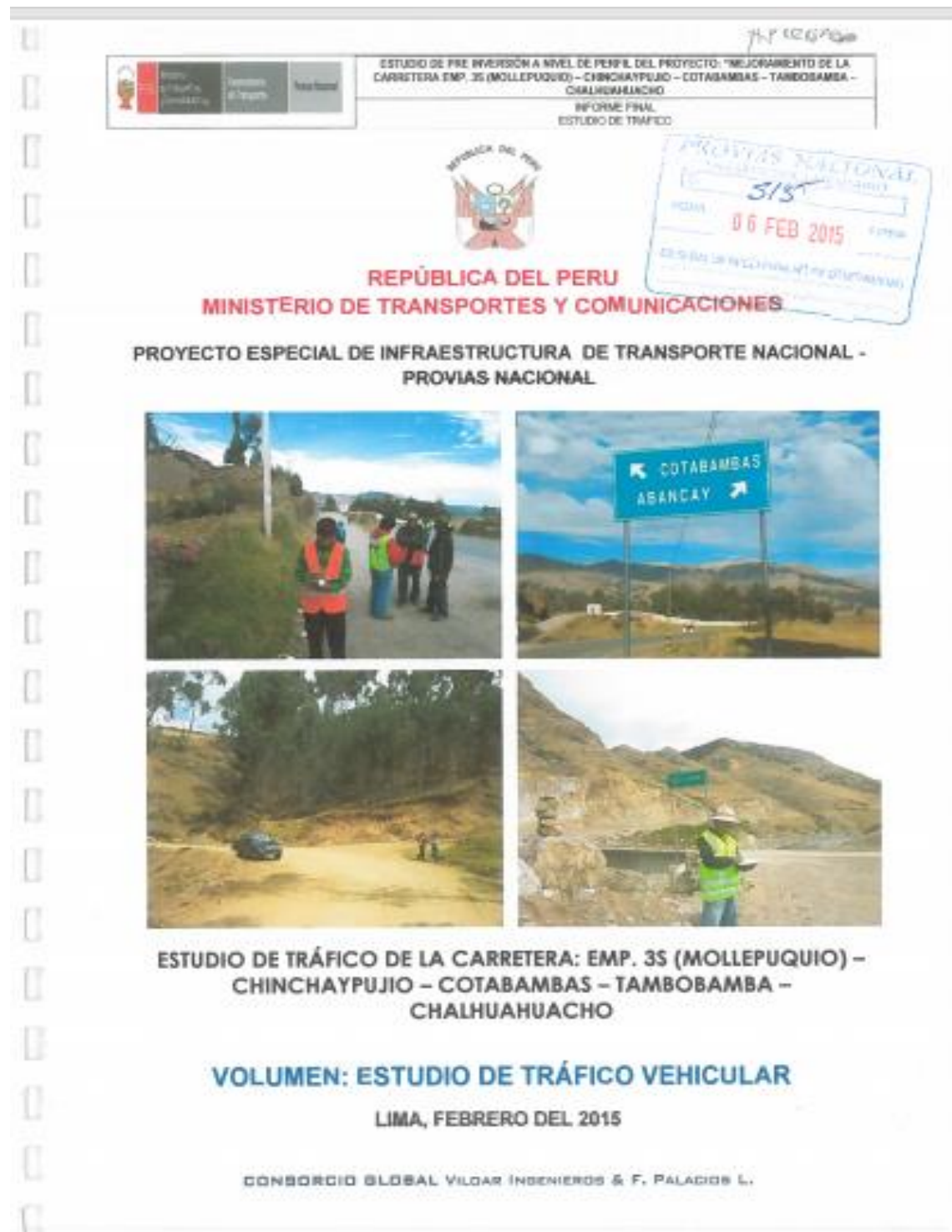
Estudio definitivo Rehabilitación y Mejoramiento del camino Vecinal Pacobamba-Huironay-Ccerabamba-Abra Cusqueña.



Fuente:

http://www.proviasdes.gob.pe/arch_ProcSelecc/Archivos/CI-28-2018-MTC21-LPN/1.%20RESUMEN%20EJECUTIVO.pdf

Estudio de Trafico de la carretera: EMP. 3S(Mollepuquio)-Chinchaypujio-Cotabambas-Tambobamba-Chalhuahuacho.



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2015/CP_42/Perfil%20Aprobado/1%20Estudio%20de%20Trafico.pdf

Mejoramiento del servicio de Transitabilidad de la Calle Unión Cdras. 01, 02 y 04 y Calle Sánchez Carrión Cdras. 01,02,03,04,05 y 06 –Curgos, Distrito de Curgos-Sánchez Carrión-La Libertad.



EXPEDIENTE TÉCNICO:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CALLE UNIÓN CDRAS. 01, 02 Y 04 Y CALLE SÁNCHEZ CARRIÓN CDRAS. 01, 02, 03, 04, 05 Y 06 - CURGOS, DISTRITO DE CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD". CÓDIGO SNIP 213631.

FEBRERO
2018

CONTENIDO


1. INTRODUCCION	2
2. GENERALIDADES	2
3. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE	3
4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO	3
5. CALCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO (IMDI)	4
6. CALCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO SEMANAL	4
7. CALCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)	5
8. CLASIFICACION VEHICULAR PROMEDIO	5
9. PROYECCIONES DE TRÁNSITO FUTURO	6
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9

Fuente:

<https://www.perulicitaciones.com/mejoramiento-del-servicio-de-transitabilidad-de-la-calle-union-cdras-01-02-y-04-y-calle-sanchez-carrion-cdras-01-02-03-04-05-y-06-curgos-distrito-de-curgos-sanchez-carrio-lct105257.html>

Estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y ampliación del puente Pichari km. 15+852 de la ruta PE-28C, Departamento de Cuzco.

000001

	"ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL PUENTE PICHARI EN EL KM 15+852 DE LA VÍA NACIONAL PE-28C" TRÁFICO	CÓDIGO	PTE-PICH-INF 01-DIA-001
		FECHA	DIC-2018
		VERSIÓN	R.1


ESTUDIO DE PRE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL PARA EL MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL PUENTE PICHARÍ KM. 15+852 DE LA RUTA PE-28C, DEPARTAMENTO DE CUSCO


PUENTE: PICHARI

DEPARTAMENTO : CUSCO

PROVINCIA : LA CONVENCION


DISTRITO : PICHARI








INFORME FINAL

DICIEMBRE, 2018


 Ing. Cesar Zayas Garcia
 JEFE DE PROYECTO
 CEP-00417



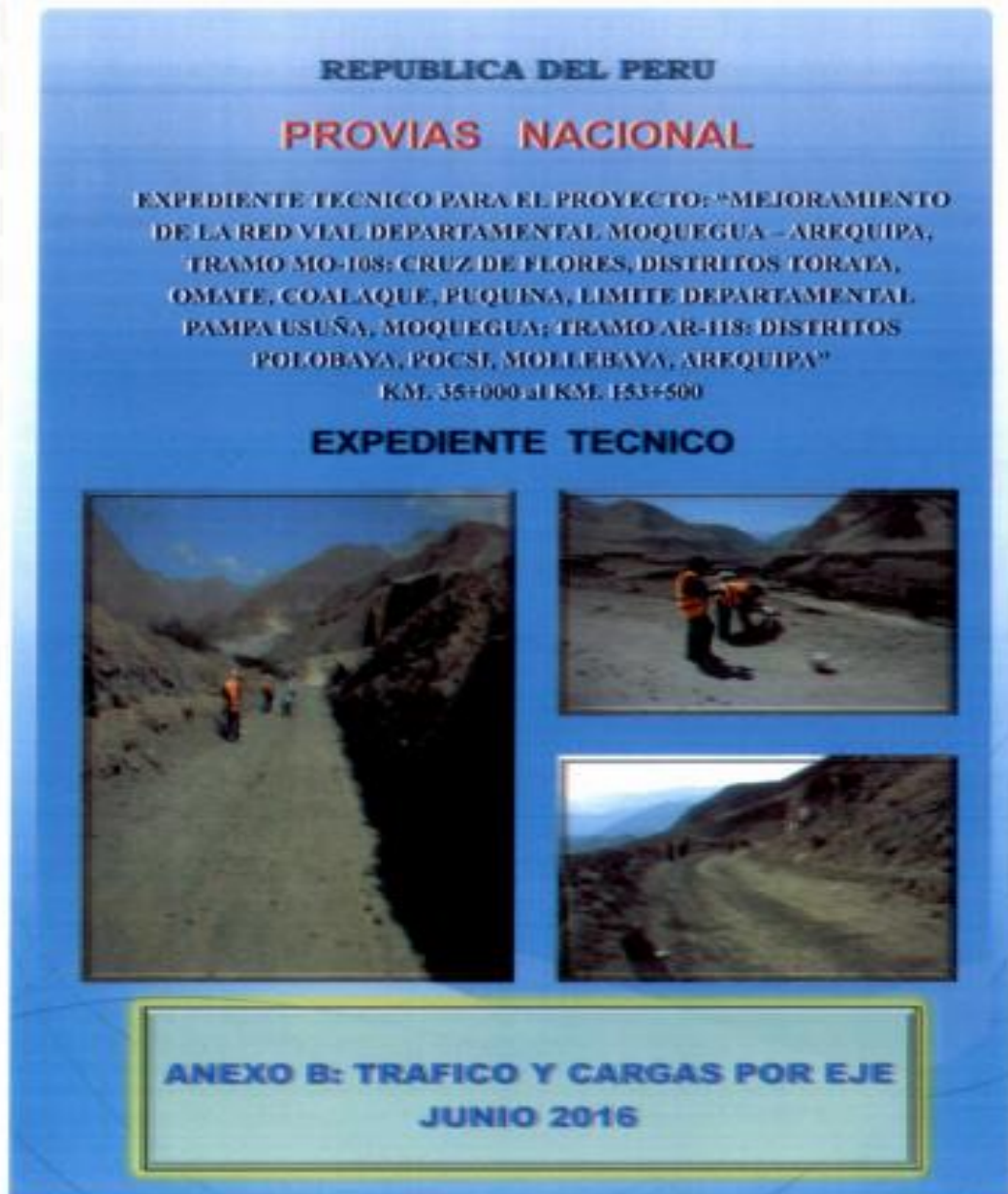

 CLAY MICHAEL SETTE
 INGENIERO DE TRANSPORTES
 Reg. OP N° 6328

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones	"ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL PUENTE PICHARI EN EL KM 15+852 DE LA VÍA NACIONAL PE-28C"	1
--	---	---

Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2019/LP_0009_2019/ExpedienteTecnico/Tom0%203_VII%20MD%20TRAFICO.pdf

Mejoramiento de la Red vial departamental Moquegua-Arequipa, Tramo MO-108: Cruz de Flores, Distritos Torata, Omate, Coalaque, Puquina, Limite departamental Pampa Usuña, Moquegua; Tramo AR-118: Distritos Polobaya, Pocsi, Mollebaya, Arequipa.



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2019/LP_0009_2019/ExpedienteTecnico/Tomo%203_VII%20MD%20TRAFICO.pdf

Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-EMP, Ruta10.



**ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA –
MOLLEPATA - MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-
EMP, RUTA10.**

TRAMO: SANTIAGO DE CHUCO - CACHICADAN - MOLLEPATA



VOLUMEN 1

**FILE PALANCA N° 03
ESTUDIO DE TRAFICO**

Fuente:

<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Estudio de preinversión a nivel de perfil para la elaboración del proyecto de mejoramiento de la carretera EMP.PE-1NL(Dv. Tambogrande)-Tambogrande-Chulucanas-Pacaipampa-EMP. PE-3N (Curilcas); EMP.PE-1N(El Cincuenta), EMP.PE-1NR(Chulucanas) y EMP.PE-02 a (Dv. Pte. Carrasquillo)-Pte. Carrasquillo-EMP.PE-1NR, por niveles de servicio.



000001

**ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL
PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP.PE-1N
L (DV. TAMBOGRANDE)- TAMBOGRANDE-
CHULUCANAS-PACAIPAMPA – EMP. PE-3N
(CURILCAS); EMP.PE-1N (EL CINCUENTA),
EMP.PE-1NR (CHULUCANAS) Y EMP.PE-02 A
(DV.PTE. CARRASQUILLO)- PTE. CARRASQUILLO-
EMP.PE-1NR, POR NIVELES DE SERVICIO.**

INFORME TÉCNICO N°3 :

INFORME FINAL

ESTUDIO DE TRÁFICO

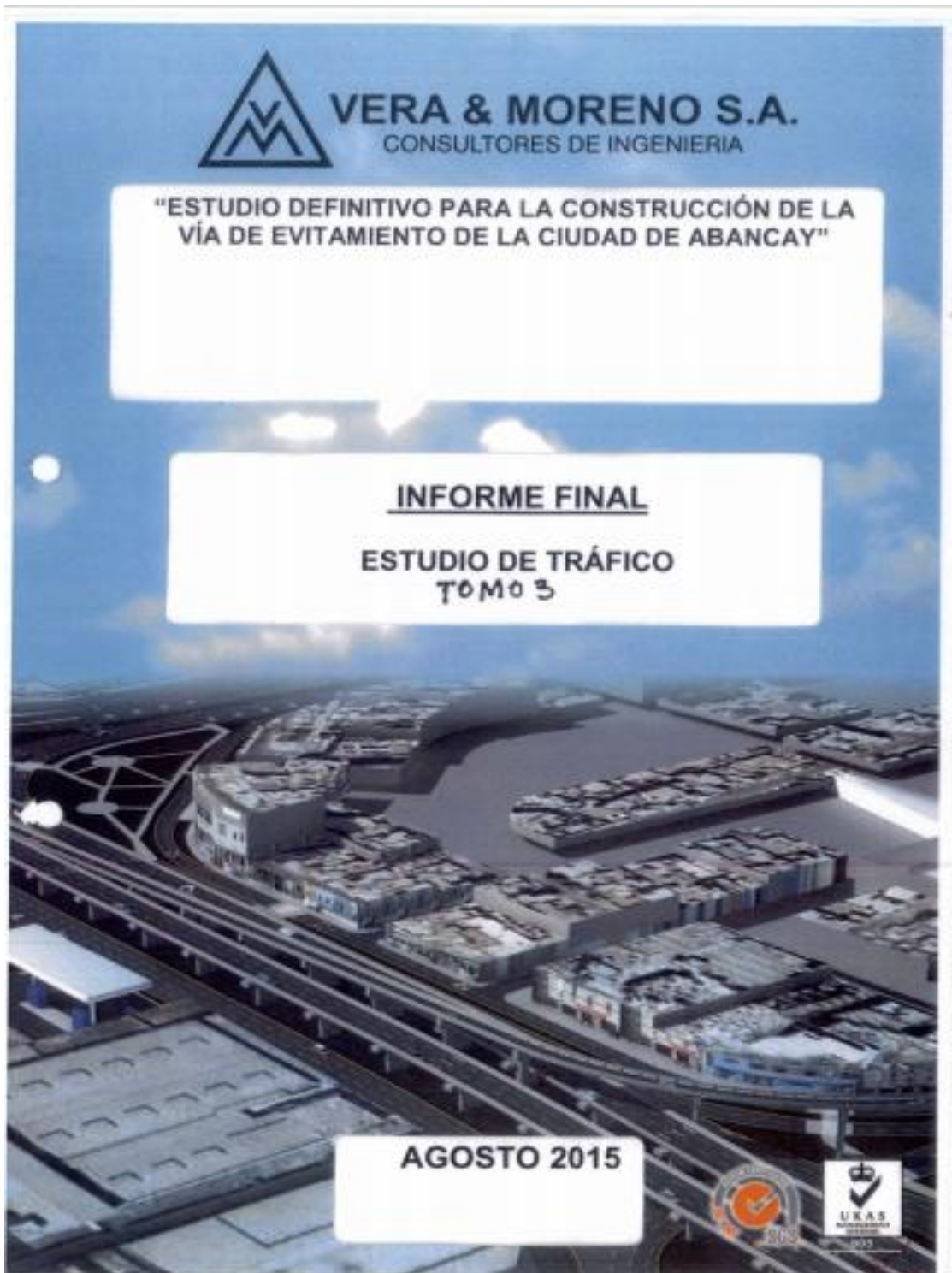


Marzo 2016

Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2017/CP_18_2017/TAMBOGRANDE/Estudio%20de%20Gestion%20y%20Mejoramiento.pdf

Estudio definitivo para la construcción de la vía evitamiento de la ciudad de Abancay.



Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2019/LPI_0004_2019/ExpedienteTecnico/01%20Memoria%20Descriptiva.pdf

Mantenimiento periódico de caminos no pavimentados (departamental y vecinal) tramo: Emp. Pe-12B-Quinches-Ulluco-2 Alfonso Ugarte, del distrito de Sihuas-Sihuas-Ancash.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE SIHUAS

000001

TOMO I

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I: RESUMEN EJECUTIVO

1.1. RESUMEN EJECUTIVO

VOLUMEN II: INFORMACIÓN TÉCNICA

2.1. INFORMACIÓN BÁSICA DE INGENIERÍA

- 2.1.1. Antecedentes
- 2.1.2. Inventario vial
- 2.1.3. Informe de tráfico
- 2.1.4. Informe topográfico
- 2.1.5. Informe de drenaje y obras de arte
- 2.1.6. Informe de suelos
- 2.1.7. Informe de canteras y fuentes de agua
- 2.1.8. Informe de superficie de rodadura
- 2.1.9. Informe de señalización vial
- 2.1.10. Informe de puntos críticos

VOLUMEN III: MEMORIA DESCRIPTIVA, ESPECIFICACIONES GENERALES, TÉCNICAS Y METRADOS

3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

3.1.1. Memoria descriptiva

3.2. ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS

3.3. METRADOS

3.3.1. HOJA DE RESUMEN DE METRADOS

3.3.2. JUSTIFICACIÓN DE METRADOS

VOLUMEN IV: COSTOS Y PRESUPUESTOS

4.1. MEMORIA DE COSTOS

4.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

4.3. ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

Alfonso Ugarte
INGENIERO CIVIL
REG. Nº 1047

Expediente Técnico:

"Mantenimiento periódico de caminos no pavimentados (departamental y vecinal) tramo: Emp. Pe-12B-Quinches-Ulluco-2 Alfonso Ugarte, del distrito de Sihuas-Sihuas-Ancash"

Fuente:

http://www.proviasdes.gob.pe/intranet/legal/legal_consulta_web.asp?s_menu=3&s_buscar=1&s_origen=&s_fec_desde=&s_fec_hasta=&s_tipo=&s_numero=&s_asunto=&s_pagina=245




Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ica-Los Molinos - Tambillos, Tramo: KM 19+700 al KM 33+500, incluido el Puente La Achirana y accesos.

 PERÚ	Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Viceministerio de Transportes	PROVIAS NACIONAL
TÍTULO: Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ica - Los Molinos - Tambillos, Tramo: KM 19+700 al KM 33+500, incluido el Puente La Achirana y accesos			
VOLUMEN: VOLUMEN 1.- MEMORIA Y ESTUDIOS BÁSICOS			
CONSULTOR: 		FECHA DE REDACCIÓN: Octubre de 2014	
		FECHA DE VERSIÓN: Octubre de 2014	
		EJEMPLAR: Original	
		VOLUMEN: 1	TOMO: III
CONTENIDO DEL TOMO: Anexo N° 2: Estudio de tránsito y cargas por eje			

Fuente:

http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2019/LPI_0005_2019/ExpedienteTecnico/Volumen%2005%20Resumen%20Ejecutivo.pdf

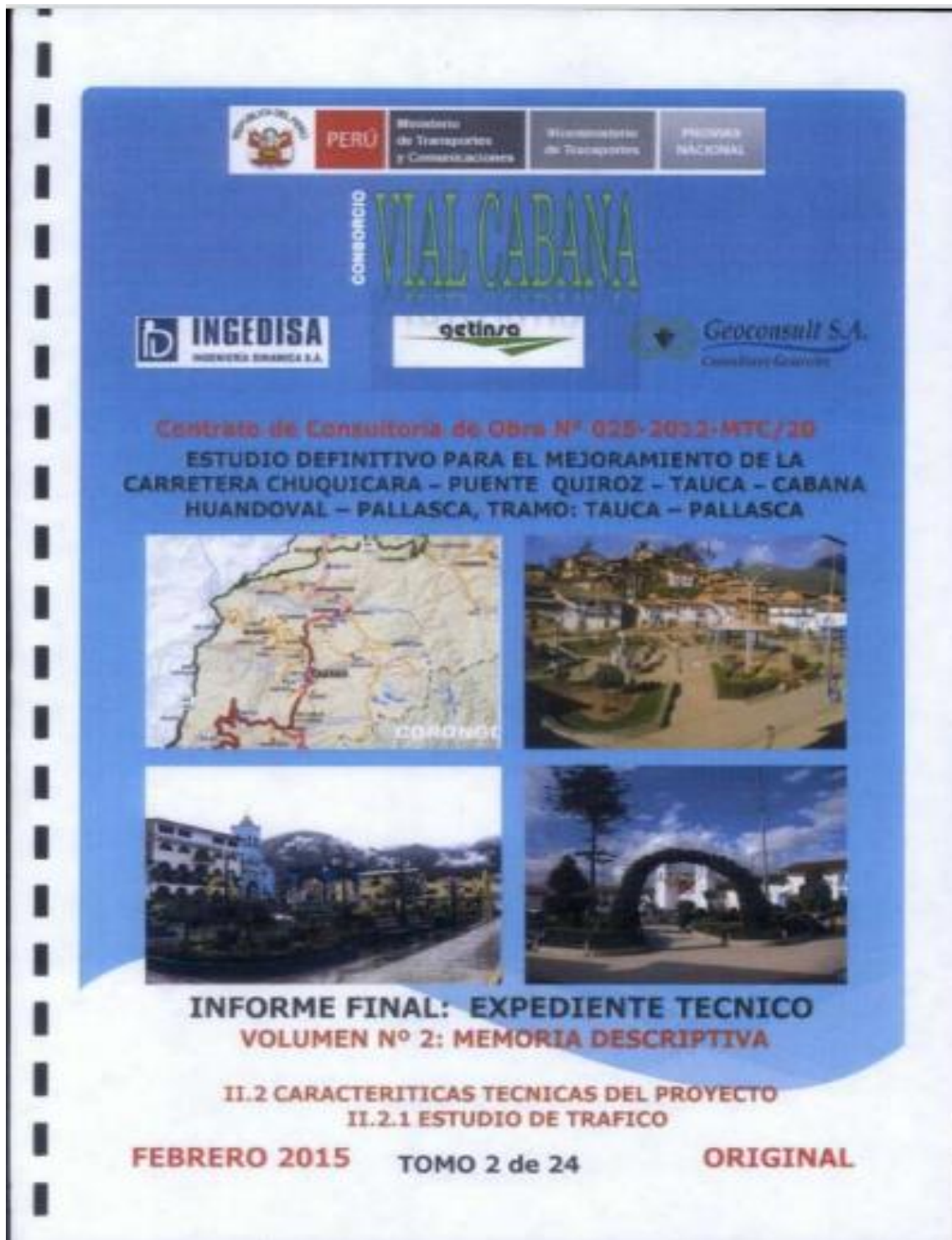
Reparación de carreteras de acceso; en el(la) vía vecinal en la localidad el limón, distrito de pampas de hospital, provincia Tumbes, departamento de Tumbes.

	Gobierno Regional Tumbes
"REPARACIÓN DE CARRETERAS DE ACCESO; EN EL(LA) VÍA VECINAL EN LA LOCALIDAD EL LIMÓN, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, PROVINCIA TUMBES, DEPARTAMENTO TUMBES"	
 Ing. CIVIL CIP. N° 156619	MEMORIA DESCRIPTIVA
	

Fuente:

<https://www.perulicitaciones.com/contratacion-de-ejecucion-de-la-obra-reparacion-de-carreteras-de-acceso-en-el-la-via-vecinal-en-la-localidad-bigotes-distrito-de-pampas-de-hospital-provincia-tumbes-depar-lct173268.html>

Estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera chuquicara - puente Quiroz –
tauca - cabana huandoval - pallasca, tramo: tauca-pallasca.



Fuente:

<https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2018/01/Ancash-Diciembre-2015.doc>

Calculo de EAL en base a los rangos de IMD del manual Austroad

- Volumen de tráfico 1= 10 veh/día
- Volumen de tráfico 2= 20 veh/día
- Volumen de tráfico 3= 100 veh/día
- Volumen de tráfico 4= 200 veh/día

*% VP (Promedio de Porcentaje de Vehículo Pesado para los 66 tramos analizados) = 20%

(Para el caso del cálculo de promedio se dejó de lado los porcentajes mayores a 40% por salirse del promedio que están entre 15% y 30%)

*FC (para un carril) = 1

*Ratio (manual Austroad) = 0.4

*Periodo de diseño = 10 años

*Días por año = 365

$$EE = IMD \times \%VP \times FC \times 0.4 \times 365 \times 10$$

- $EE1 = 10 \times 0.2 \times 1 \times 0.4 \times 365 \times 10 = 2920EE$
- $EE2 = 20 \times 0.2 \times 1 \times 0.4 \times 365 \times 10 = 5840EE$
- $EE3 = 100 \times 0.2 \times 1 \times 0.4 \times 365 \times 10 = 29200EE$
- $EE4 = 200 \times 0.2 \times 1 \times 0.4 \times 365 \times 10 = 58400EE$

Cuadro de ESAL para manual Austroad en base a su Volumen de Trafico

Tabla N°39: Rangos de EAL en base al Tráfico Diario

Clase	EE
U1	> 58400
U2	29200 - 58400
U3	5840 - 29200
U4	< 5840
U5	< 2920

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 83: Matriz de consistencia metodológica

PROPUESTA DE RANGOS DE IMD Y EAL PARA DISEÑO DE CAMINOS DE BAJO VOLUMEN, A PARTIR DE MANUALES INTERNACIONALES											
MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA											
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones X	Indicadores X	Tipología	Nivel				
¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?	Determinar la relación del IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.	Relacionando el IMD y EAL de los manuales internacionales de caminos de bajo volumen con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, es posible proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.	X. IMD Y EAL DE LOS MANUALES INTERNACIONALES DE CAMINOS DE BAJO VOLUMEN	X1. IMD del manual AASHTO 1993	X11. Tipo de vehículo X12. Cantidad de vehículo	La investigación es de tipo aplicada , ya que se usaron conocimientos de las Normas Nacionales e Internacionales sobre Caminos de Bajo Volumen y también varios estudios de tráfico de expedientes técnicos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. La investigación tiene un enfoque cuantitativo por la descripción de las variables del IMD y EAL, tanto de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen, como de los expedientes técnicos del MTC, haciendo una comparación entre ellos mediante un estudio bibliográfico.	Descriptiva . Se describirá el IMD y EAL de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen y también de los Expedientes Técnicos del MTC. Explicativa . Se explicarán las características y valores del IMD y EAL de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen y de los Expedientes Técnicos del MTC. Correlacional . Se medirá la relación del IMD y EAL de los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen con el IMD y EAL de los Expedientes Técnicos del MTC.				
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas		X2. EAL del manual AASHTO 1993	X21. Número de ejes X22. Peso de eje de los vehículos						
				X3. IMD manual Austroads 1992	X31. Tipo de vehículo X32. Cantidad de vehículo						
				X4. EAL del manual Austroads 1992	X41. Número de ejes X42. Peso de eje de los vehículos						
				X5. IMD del manual DoT, South Africa 1997	X51. Tipo de vehículo X52. Cantidad de vehículo						
				X6. EAL del manual DoT, South Africa 1997	X61. Número de ejes X62. Peso de eje de los vehículos						
1. ¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL del manual AASHTO 1993 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?	1. Determinar la relación del IMD y EAL del manual AASHTO 1993 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.	1. Relacionando el IMD y EAL del manual AASHTO 1993 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, es posible proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.	Y. IMD Y EAL DE LOS EXPEDIENTES TÉCNICOS DEL MTC	Variable Dependiente	Dimensiones Y	Indicadores Y	Población y muestra	Diseño			
2. ¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL del manual Austroads 1992 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?	2. Determinar la relación del IMD y EAL del manual Austroads 1992 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.	2. Relacionando el IMD y EAL del manual Austroads 1992 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, es posible proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.							Y1. IMD de los expedientes técnicos del MTC	Y11. Tipo de vehículo Y12. Cantidad de vehículos	Población . Carreteras de bajo volumen de tránsito en Perú. Muestra : Estudios de tráfico de los expedientes técnicos del MTC.
3. ¿En qué medida se relacionan el IMD y EAL del manual DoT, South Africa 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú?	3. Determinar la relación del IMD y EAL del manual DoT, South Africa 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, a fin de proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú.	3. Relacionando el IMD y EAL del manual DoT, South Africa 1997 con el IMD y EAL de los expedientes técnicos del MTC, es posible proponer rangos de IMD y EAL para diseño de caminos de bajo volumen en Perú a partir del estudio de los expedientes técnicos.							Y2. EAL de los expedientes técnicos del MTC	Y21. Número de ejes Y22. Peso de ejes de los vehículos	
						Proceso	Instrumento				
						Se realizará una investigación bibliográfica, apoyándonos de Tesis Nacionales, Tesis Internacionales, libros, manuales, papers; todos descargados de la web, para hacer una comparación entre la teoría internacional, nacional y con lo que se ha estado ejecutando actualmente en los Expedientes Técnicos del MTC, procesando la información en cuadros excel y midiendo muestras variables de estudio.	Utilizaremos los manuales Internacionales de Caminos de Bajo Volumen de Estados Unidos, Australia y Sudáfrica para cotejarlos con los manuales nacionales de Perú y hacer una comparación de los rangos en los que se encuentran los valores de los IMD y EAL de los Expedientes Técnicos del MTC.				

Fuente: Elaboración propia