

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
CATANIA (ITALIA) PARA DETERMINAR EL NIVEL DE
SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS APLICADA A TRAMOS
ESPECÍFICOS DE LA RED VIAL DEL DEPARTAMENTO DE
TARIJA”**

Por:

FREDDY JAVIER MORALES CASSAL

Proyecto presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE I – 2018

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
CATANIA (ITALIA) PARA DETERMINAR EL NIVEL DE
SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS APLICADA A TRAMOS
ESPECÍFICOS DE LA RED VIAL DEL DEPARTAMENTO DE
TARIJA”**

Por:

FREDDY JAVIER MORALES CASSAL

SEMESTRE I - 2018

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

.....
M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozávez

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

**VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Ing. Mario Luis Ticona Copa

.....
Ing. Ricardo Morales Retamozo

.....
Ing. Marcelo Sosa Castellanos

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A mis padres

Que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, por enseñarme los valores que me han llevado alcanzar una gran meta.

A mis hermanas

Gracias por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida este logro también es de ustedes

A mi asesor

Por el tiempo dedicación y paciencia en la elaboración de este documento

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios, ante todo a mis Padres hermanas por su amor, apoyo, consejos, comprensión y ayuda en los momentos difíciles.

PENSAMIENTO

La clave de una vida feliz es alcanzar metas de las que te sientas orgulloso y tener siempre un propósito que cumplir.

Jeff Lindsay

ÍNDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

Resumen

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1. Situación Problemática.....	3
1.3.2. Problema.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE UNIVERSIDAD DE CATANIA.....	4
1.6. PARÁMETROS DE METODOLOGÍA	8
1.6.1. Datos de entrada	8
1.6.2. Parámetros a evaluar	8
1.7. OTRAS METODOLOGÍAS PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL.....	8
1.7.1. Estudio Integral de la Seguridad Vial en Carreteras de dos Carriles.....	8
1.7.2. Metodología INSETRA (Índice de Seguridad de Transito).....	8
1.7.3. Metodología IRAP (International Road Assessment Programme)	9
1.8. DISEÑO METODOLÓGICO	9
1.8.1. Componentes.....	9
1.8.2. Métodos y técnicas empleadas	10
1.9. ALCANCE DEL TEMA	11

CAPÍTULO II: CRITERIOS DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

2.1	INTRODUCCIÓN	14
2.2	SELECCIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO.....	15
2.2.1	Análisis de accidentalidad en la ruta de estudio	15
2.3	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA .	21
2.3.1	Tránsito	21
2.3.2	Aforos y procesamiento de datos.....	21
2.3.3	Metodología de la Universidad de Catania.....	22
2.3.4	Factor de Exposición (FE)	23
2.3.5	Factor de Frecuencia de Accidentes (FFA)	23
2.3.5.1	Factor de Frecuencia de Accidentes por Inspección de Seguridad (FFAIS)	23
2.3.5.2	Factor de Frecuencia de Accidentes por Diseño Geométrico (FFADG)	32
2.3.6	Factor de Severidad de Accidentes (FSA).....	35
2.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD.....	37
2.5	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	37
2.6	METODOLOGÍAS SIMILARES PARA ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD	39
2.6.1	Estudio Integral de la Seguridad Vial en Carreteras Rurales de Dos Carriles...39	
2.6.1.1	Propuesta de metodología.....	39
2.6.2	ÍNDICE DE SEGURIDAD DE TRÁNSITO (INSETRA).....	41
2.6.2.1	Determinación de indicador de riesgo vial	42
2.6.2.2	Ponderadores INSETRA dimensión de resultado.....	46
2.6.3	METODOLOGÍA IRAP (INTERNACIONAL ROAD ASSESSMENT PROGRAMME)	46
2.6.3.1	Clasificación por estrellas para vías más seguras	47
2.6.3.2	Inspección con el modelo IRAP	49
2.6.3.3	Procesamiento y reducción de datos.....	51
2.6.4	CUADRO COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS	52

CAPÍTULO III: APLICACIÓN PRÁCTICA

3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS TRAMOS.....	58
3.2.	CARACTERISTICAS DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO	60
3.3.	PARÁMETROS DE ESTUDIO.....	62
3.4.	TRÁFICO ESTUDIADO EN LOS TRAMOS.....	63
3.5.	ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD POR METODOLOGÍA DE CATANIA.	65
3.6.	FACTOR DE EXPOSICIÓN (FE).....	65
3.7.	FACTOR DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES (FFA).....	66
3.8.	FACTOR DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES POR INSPECCIÓN DE SEGURIDAD (FFAIS).....	66
3.9.	FACTOR DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES POR DISEÑO GEOMÉTRICO (FFADG)	66
3.10.	FACTOR DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES (FSA)	67
3.11.	CÁLCULOS METODOLOGÍA DE UNIVERSIDAD DE CATANIA.....	67
3.11.1.	Índice de Seguridad Tramo Padcaya - Orosas.....	67
3.11.1.1.	Factor de Exposición (FE).....	68
3.11.1.2.	Factor de Frecuencia de Accidentes (FFA)	68
3.11.1.3.	Factor de Severidad de Accidentes (FSA).....	72
3.11.2.	Índice de Seguridad Tramo Padcaya- Rosillas	73
3.11.2.1.	Factor de Exposición (FE).....	73
3.11.2.2.	Factor de Frecuencia de Accidentes (FFA)	74
3.11.2.3.	Factor de Severidad de Accidentes (FSA).....	78
3.11.3.	Índice de Seguridad Tramo Tarija- La Pintada	79
3.11.3.1.	Factor de Exposición (FE).....	79
3.11.3.2.	Factor de Frecuencia de Accidentes (FFA)	79
3.11.3.3.	Factor de Severidad de Accidentes (FSA).....	82
3.12.	RESULTADOS	84
3.13.	ANÁLISIS DE RUSULTADOS	87
3.14.	PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS Y SOLUCIONES DE LOS SEGMENTOS CONFLICTIVOS PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE SEGURIDAD	91
3.14.1.	Medidas físicas puntuales.....	91
3.14.2.	Tramo Padcaya – Orosas	91

3.14.3.	Tramo Padcaya – Rosillas	97
3.14.4.	Tramo Tarija – La Pintada.....	99
3.14.5.	Planteamiento general de soluciones para los tres analizados.....	104
3.14.6.	Medidas de educación vial	106

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	CONCLUSIONES	107
4.2.	RECOMENDACIONES	108

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°2. 1 Resumen general de datos de accidente.....	19
Cuadro N°2. 2 Incremento en el riesgo de accidentes por el ítem de seguridad.....	25
Cuadro N°2. 3 Descripción de los elementos que conforman el cálculo del promedio ponderado de la evaluación del ítem de seguridad.....	28
Cuadro N°2. 4 Evaluación del ítem de seguridad j (elementos de seguridad Sik).....	29
Cuadro N° 2. 5 Ponderación del elemento según evaluación	33
Cuadro N° 2. 6 Lr mín. entre curvas de distinto sentido - condición c)	34
Cuadro N° 2. 7 Lr. Mín. entre curvas del mismo sentido	34
Cuadro N° 2. 8 V85% al final de una recta según longitud y velocidad de proyecto.....	35
Cuadro N° 2. 9 Factor de ponderación del elemento de seguridad.....	36
Cuadro N° 2. 10 Métodos de levantamiento del ítem de seguridad.....	38
Cuadro N°2. 11 Índice de estado para el diagnóstico de la seguridad vial	40
Cuadro N°2. 12 Formulario INSETRA ficha de preguntas componente vías	43
Cuadro N°2. 13 Ponderadores en estructura original INSETRA.....	46
Cuadro N° 3. 1 Tramo de estudio N°1	60
Cuadro N° 3. 2 Tramo de estudio N° 2.....	61
Cuadro N° 3. 3 Tramo de estudio N° 3.....	62
Cuadro N° 3. 4 Aforo vehicular Tramo Padcaya - Orosas.....	64
Cuadro N° 3. 5 Aforo vehicular Tramo Padcaya - Rosillas.....	64
Cuadro N° 3. 6 Aforo vehicular Tramo Padcaya - Orosas.....	65
Cuadro N° 3. 7 Resumen de valores obtenidos para los ítems de seguridad WSj	68
Cuadro N° 3. 8 Valores de Pj y ΔFAj	69
Cuadro N° 3. 9 Valores obtenidos para los ítems de seguridad FFAJ	69
Cuadro N° 3. 10 Ponderación del elemento según evaluación GDSk	70
Cuadro N° 3. 11 Longitud de elementos.....	71

Cuadro N° 3. 12 Accidentes relacionados PDG	72
Cuadro N° 3. 13 Valores obtenidos para los ítems de seguridad WSj.....	74
Cuadro N° 3. 14 Valores para Pj y Δ Faj	74
Cuadro N° 3. 15 Valores obtenido para los ítems de seguridad FFAJ.....	75
Cuadro N° 3. 16 Ponderación del elemento según evaluación GDSk	75
Cuadro N° 3. 17 Longitud de elementos.....	77
Cuadro N° 3. 18 Accidentes relacionados PDG	77
Cuadro N° 3. 19 Valores obtenidos para los ítems de seguridad WSj.....	79
Cuadro N° 3. 20 Valores para Pj y Δ Faj	80
Cuadro N° 3. 21 Valores obtenido para los ítems de seguridad FFAJ.....	80
Cuadro N° 3. 22 Ponderación del elemento según evaluación GDSk	81
Cuadro N° 3. 23 Longitud de elementos.....	81
Cuadro N° 3. 24 Accidentes relacionados PDG	82
Cuadro N° 3. 25 Resultados Tramo Padcaya- Orosas.....	84
Cuadro N° 3. 26 Resultados Tramo Padcaya- Rosillas.....	85
Cuadro N° 3. 27 Resultados Tramo Tarija – La Pintada.....	86
Cuadro N° 3. 28 Resultados del índice de seguridad por tramo	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente.....	16
Figura N° 2.2 Estructura conceptual del Índice de Seguridad de Tránsito (INSETRA) .	42
Figura N° 2.3 Proceso de la inspección vial, la calificación por estrellas y los planes de inversión para vías más seguras del IRAP.	47
Figura N° 2.4 Sistema de calificación por estrellas	48
Figura N° 2.5 Vehículo con equipamiento IRAP encargado del levantamiento.....	50
Figura N° 2.6 Interfaz de la inspección visual con Hawkeye Onlooker Live.....	51
Figura N° 2.7 Inspección de la vía en la cámara central.....	51

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 3. 1 Tramo Padcaya – Orosas	58
Imagen N° 3. 2 Tramo Padcaya – Rosillas	59
Imagen N° 3. 3 Tramo Tarija – La Pintada.....	59
Imagen N° 3. 4 Vista del Tramo Padcaya - Orosas	61
Imagen N° 3. 5 Vista del Tramo Padcaya - Rosillas.....	61
Imagen N° 3. 6 Vista del Tramo Tarija - La Pintada	62

ÍNDICE ANEXOS.

ANEXO 1 Datos de accidentes de tránsito.

ANEXO 2 Aforos de tráfico.

ANEXO 3 Evaluaciones por ítem de seguridad.

ANEXO 4 GDSK: Ponderación del elemento según evaluación.

ANEXO 5 Evaluaciones para ítem de seguridad entorno

ANEXO 6 Desarrollo de cálculo y ecuaciones de la metodología de Catania (Italia)

ANEXO 7 Planos de riesgo por segmento.