



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA
EN INGENIERA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTES



TESIS

**ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA SEGURIDAD VIAL,
MEDIANTE LA CALIBRACIÓN DEL MÉTODO PREDICTIVO, PARA LA VÍA
CUSCO – PUENTE CUNYAC EN BASE AL HIGHWAY SAFETY MANUAL –AÑO 2021**

Línea de Investigación: Ciencia y tecnología de materiales e insumos en ingeniería

Presentado por:

Robert Milton Merino Yépez

Código ORCID: 0000-0002-1329-4218

Para optar al grado de Maestro En Ingeniera Civil

Mención en Transportes

Asesor:

Maestra Ing. Carmen Cecilia Gil Rodríguez

Código ORCID: 0000-0002-2840-2816

CUSCO – PERÚ 2023



Metadatos

Datos del autor	
Nombres y apellidos	ROBERT MILTON MERINO YEPEZ
Número de documento de identidad	23836204
URL de Orcid	
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	CARMEN CECILIA GIL RODRIGUEZ
Número de documento de identidad	23877911
URL de Orcid	https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-2840-2816
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombres y apellidos	NICOLAS FRANCISCO, BOLAÑOS CERRILLO
Número de documento de identidad	23931044
Jurado 2	
Nombres y apellidos	VICTOR, CHACON SANCHEZ
Número de documento de identidad	23807993
Jurado 3	
Nombres y apellidos	WERNER ALFONSO, CALDERON GONZALES
Número de documento de identidad	41834778
Jurado 4	
Nombres y apellidos	ED, GUTIERREZ CARLOTTO
Número de documento de identidad	46086133
Datos de la investigación	
Línea de investigación	Ciencia y tecnología de materiales e insumos en ingeniería

Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Robert Milton Merino Yopez
Título del ejercicio:	ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA SEGUR...
Título de la entrega:	ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA SEGUR...
Nombre del archivo:	O_PREDICTIVO_PARA_LA_V_A_CUSCO_PUENTE_CUNYAC_EN_B...
Tamaño del archivo:	47.8M
Total páginas:	178
Total de palabras:	1,500
Total de caracteres:	6,375
Fecha de entrega:	29-nov-2023 07:49a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2233144770

ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN
DE ACCIDENTES EN LA
SEGURIDAD VIAL, MEDIANTE
LA CALIBRACIÓN DEL MÉTODO
PREDICTIVO, PARA LA VÍA
CUSCO - PUENTE CUNYAC EN
BASE AL HSM

por Robert Milton Merino Yopez

Fecha de entrega: 29-nov-2023 07:49a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2233144770
Nombre del archivo: O_PREDICTIVO_PARA_LA_V_A_CUSCO_PUENTE_CUNYAC_EN_B...
Tamaño del archivo: 47.8M
Total de palabras: 1,500
Total de caracteres: 6,375



Maestra Carmen Cecilia Gil Rodríguez
D.N.I. 23877911

ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA SEGURIDAD VIAL, MEDIANTE LA CALIBRACIÓN DEL MÉTODO PREDICTIVO, PARA LA VÍA CUSCO – PUENTE CUNYAC EN BASE AL HSM

por Robert Milton Merino Yopez

Fecha de entrega: 19-nov-2023 05:05p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2233144770

Nombre del archivo: Estimacion_de_accidentes.pdf (7.49M)

Total de palabras: 53086

Total de caracteres: 260167



Maestra Carmen Cecilia Gil Rodriguez
D.N.I. 3877911

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA
EN INGENIERA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTES



TESIS

11
ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA SEGURIDAD VIAL,
MEDIANTE LA CALIBRACIÓN DEL MÉTODO PREDICTIVO, PARA LA VÍA
CUSCO – PUENTE CUNYAC EN BASE AL HIGHWAY SAFETY MANUAL –AÑO 2021

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERA CIVIL
MENCIÓN EN TRANSPORTES

Presentado por:

Ingeniero Civil: Robert Milton Merino Yépez

ASESOR: Maestra Ing. Carmen Cecilia Gil Rodríguez

CUSCO – PERÚ 2021


Maestra Carmen Cecilia Gil Rodríguez
D.N.I. 3877911

ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA SEGURIDAD VIAL, MEDIANTE LA CALIBRACIÓN DEL MÉTODO PREDICTIVO, PARA LA VÍA CUSCO – PUENTE CUNYAC EN BASE AL HSM

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 connect.ncdot.gov Fuente de Internet 1%

2 1library.co Fuente de Internet 1%

3 nanopdf.com Fuente de Internet 1%

4 www.uandina.edu.pe Fuente de Internet 1%

5 riunet.upv.es Fuente de Internet 1%

6 pdfs.semanticscholar.org Fuente de Internet <1%

7 trust.dot.state.wi.us Fuente de Internet <1%

8 onlinepubs.trb.org Fuente de Internet <1%


Maestra Carmen Cecilia Gil Rodriguez
D.N.I. 73877911 <1%



RESUMEN

Esta tesis de investigación resulta del análisis de la metodología del HSM para predecir accidentes en la carretera nacional PE-3S tramo Puente Cunyac - Cusco cuya longitud es de 92Km, donde una vez obtenida la información de accidentabilidad de 15 años, con tipo, causa, ubicación, fecha de ocurrencia, además de la toma de datos primarios y secundarios para determinar la geometría vial y las características del entorno, se procedió a investigar al detalle cada procedimiento específico explicado en la parte C del manual, en lo correspondiente a las carreteras de una calzada con dos carriles con flujo vehicular en ambos sentidos.

Con la data de accidentabilidad se generaron datos estadísticos descriptivos, identificándose cuadros donde se muestran la relación de progresivas con mayor accidentabilidad y en correspondencia con una causa no identificada en los registros de accidentes como son el incumplimiento del diseño geométrico respecto a tangentes máximas en un sector y mínimas en otro, estos datos estadísticos nos definieron los tramos con mayor índice de accidentes a estudiar.

En función al requerimiento y recomendación del HSM, se procedió a analizar la data de campo, para definir los tramos a sectorizar en los 92 Km de estudio, según recomendaciones del HSM, y son aquellos donde la homogeneidad de la vía cambia por algún detalle, principalmente entre intersecciones; en este caso se generaron tramos homogenizados por “Orografía”, “por nivel de accidentabilidad”, y por “tramos con IMD homogéneo”.

La carretera en su tramo Puente Cunyac -Cusco, se homogenizó por orografía en tres tramos de orografía 1, 3 y 2; luego, los tramos homogenizados por IMDA fueron seis que resulta en función a los años con los que se cuenta la data, luego en función al análisis estadístico de accidentes se definió dos sectores generadores de mayor cantidad de accidentes.

Se analiza las variables de ecuación predictiva del HSM: a) consistente en el cálculo de los SPF, que dependen básicamente del IMDA y longitud del tramo, b) los 12 CMF correspondiente a 12 detalles como son: Ancho de carril, berma, Espiral en curvas, peralte, pendiente de la vía, numero de accesos, línea central sonora, carril de adelantamiento, carril de giro izquierda,



condiciones de los márgenes, iluminación y sistema automático de control de velocidad, y c) el factor de calibración que se obtiene de la relación de la sumatoria del número de accidentes observados con la sumatoria del número de accidentes previstos en el periodo de estudio.

Con esta información se procedió a realizar el procedimiento predictivo consistente en los 18 pasos que muestra el manual HSM; para los tramos diferenciados por IMDA (seis tramos o sectores y dos intersecciones importantes), se utilizó el Excel propio del HSM versión 3.1

Luego en el tramo más crítico por la alta accidentabilidad ocurrida correspondiente del Km 890 al Km 892 (30 Km), se procedió al análisis según sus detalles geométricos, utilizando el método manual de análisis considerando los accidentes observados por año de ocurrencia.

Según los cálculos realizados tanto en el Excel procedente del HSM y cálculos manuales del procedimiento a detalle descrito en esta tesis, se obtuvieron resultados que nos indican factores de calibración que en su mayoría sobre estiman la accidentabilidad, respecto a los accidentes observados, obteniéndose valores de Cr de 0.55, 0.25, 1.75, 0.14, 0.24 y 0.48, para los seis tramos estudiados y verificando el tramo con mayor accidentabilidad.



ABSTRACT

This research thesis results from the analysis of the HSM methodology to predict accidents on the PE-3S national highway Puente Cunyac - Cusco section whose length is 92Km, where once the accident rate information for 15 years has been obtained, with type, cause, location, date of occurrence, in addition to the collection of primary and secondary data to determine the road geometry and the characteristics of the environment, each specific procedure explained in part C of the manual was investigated in detail, as it corresponds to the roads of a road with two lanes with vehicular flow in both directions.

With the accident rate data, descriptive statistical data was generated, identifying tables showing the relationship of progressives with greater accident rate and in correspondence with a cause not identified in the accident records such as non-compliance with the geometric design with respect to maximum tangents in a sector. and minimal in another, these statistical data defined the sections with the highest accident rate to study.

Based on the requirement and recommendation of the HSM, the field data was analyzed to define the sections to be sectored in the 92 km of study, according to HSM recommendations, and they are those where the homogeneity of the road changes due to some detail. mainly between intersections; In this case, sections homogenized by “Orography”, “by level of accident rate”, and “sections with homogeneous IMD” were generated.

The highway in its Puente Cunyac -Cusco section was homogenized by orography into three sections of orography 1, 3 and 2; Then, the sections homogenized by IMDA were six, which results based on the years with which the data is available, then based on the statistical analysis of accidents, two sectors generating the greatest number of accidents were defined.

The HSM predictive equation variables are analyzed: a) consisting of the calculation of the SPF, which basically depends on the IMDA and length of the section, b) the 12 CMF corresponding to 12 details such as: Lane width, shoulder, Spiral in curves, superelevation, road slope, number of entrances, audible center line, overtaking lane, left turning lane, shoulder conditions, lighting and



automatic speed control system, and c) the calibration factor obtained from the relationship of the sum of the number of accidents observed with the sum of the number of accidents expected in the study period.

With this information, the predictive procedure consisting of the 18 steps shown in the HSM manual was carried out; For the sections differentiated by IMDA (six sections or sectors and two important intersections), the HSM's own Excel version 3.1 was used.

Then, in the most critical section due to the high accident rate that occurred corresponding to Km 890 to Km 892 (30 km), the analysis was carried out according to its geometric details, using the manual analysis method considering the accidents observed by year of occurrence.

According to the calculations carried out both in Excel from the HSM and manual calculations of the detailed procedure described in this thesis, results were obtained that indicate calibration factors that mostly overestimate the accident rate, with respect to the accidents observed, obtaining values of C_r of 0.55, 0.25, 1.75, 0.14, 0.24 and 0.48, for the six sections studied and verifying the section with the highest accident rate.