



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL DE LAS ZONAS POBLADAS DE CUATRO TRAMOS DE LA CARRETERA IIRSA NORTE

Melissa Guzmán-Valdiviezo

Piura, mayo de 2014

FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Civil

Guzmán, M. (2014). *Análisis de seguridad vial de las zonas pobladas de cuatro tramos de la carretera IIRSA Norte*. Tesis de pregrado no publicado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

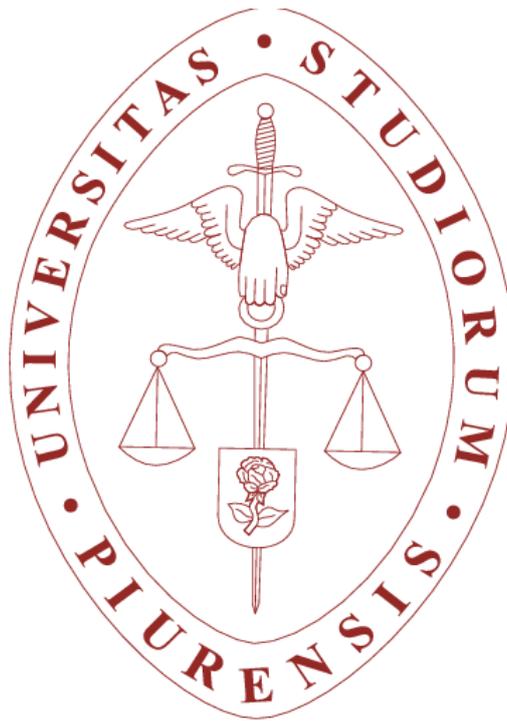


Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA



ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL DE LAS ZONAS POBLADAS DE CUATRO
TRAMOS DE LA CARRETERA IIRSA NORTE

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

MELISSA NATALY GUZMÁN VALDIVIEZO

ASESOR: ING. JORGE TIMANÁ ROJAS

Piura, Mayo 2014.

Dedico la presente tesis, a mis seres queridos, a mi querida familia Guzmán Valdiviezo,
en especial a mi madre Silvia Valdiviezo y a mi esposo Jesús Feijo.

Resumen

La presente tesis tiene como objetivos principales brindar un análisis de la base de datos de los accidentes de tránsito registrados en cuatro sectores de la carretera IIRSA Norte, dos de la costa y dos de la selva.

El levantamiento de campo, realizado por la autora, de los centros poblados encontrados en esos cuatro sectores mencionados y el estudio de la bibliografía existente en Seguridad Vial, han sido los promotores del presente estudio.

Para ello, es que se ha recurrido, como apoyo, al software Microsoft Excel 2007, en el que se almacenó toda la información y desde donde se analizó mediante herramientas estadísticas los principales datos y resultados obtenidos. Tales como, el vehículo de mayor participación en accidentes con muertes en los tramos de análisis, sus indicadores de accidentalidad, las causas de mayor incidencia de accidentes, entre otros resultados y aportes.

Gracias a la experiencia obtenida del levantamiento de campo, del estudio bibliográfico y del desarrollo del análisis de los datos y resultados, es que se ha planteado nuevas clasificaciones de los accidentes e implementación de determinadas soluciones, las cuales podrán ser empleadas por las instituciones público o privadas que lo deseen.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
SEGURIDAD VIAL	2
1.1. <i>Definiciones y Antecedentes</i>	2
1.1.1. Seguridad Vial.....	2
1.1.2. Factores contribuyentes en la ocurrencia de un accidente.....	2
1.2. <i>Situación a nivel mundial de la Seguridad Vial</i>	3
1.3. <i>Metodologías de análisis y estudio de Seguridad Vial</i>	4
1.3.1. Auditorías de Seguridad Vial (ASV).....	4
1.3.2. Análisis de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA)	4
1.4. <i>Auditorías de Seguridad Vial, según estudios realizados por el Consejo Nacional de Tránsito de Chile y por la Universidad de Costa Rica</i>	4
1.4.1. Auditorías de Seguridad Vial realizadas a carreteras abiertas al tránsito.....	6
1.4.1.1. Procesos de realización a ASV	7
1.4.1.2. Razones para realizar una Auditoría de Seguridad Vial.....	8
1.4.1.3. Aspecto que hay que considerar para la realización de una Auditoría de Seguridad Vial en carreteras en servicio	8
1.5. <i>Metodologías de análisis de Datos</i>	9
1.5.1. Frecuencia de Accidentes	9
1.5.2. Tasa de Accidentalidad (TA).....	10
1.5.3. Índices de Accidentalidad.....	11
1.5.3.1. Índice de Peligrosidad 1 (IP1)	11
1.5.3.2. Índice de Peligrosidad 2 (IP2)	11
1.5.4. Índice de Gravedad.....	12
1.5.5. Índices de Severidad (IS).....	12
1.5.6. Periodo de tiempo y longitud de la sección	13
CAPÍTULO 2	14
ANÁLISIS GENERAL DE LA CARRETERA.....	14
2.1. <i>Red Vial Nacional</i>	14
2.1.1. Clasificación de la Red Vial (Según EG-2001)	14
2.1.1.1. Según su Función	14
2.1.1.2. Según su demanda.....	14
2.1.1.3. Según su condición orográfica.....	15
2.1.2. Problemas de Seguridad Vial en las redes viales del Perú	15
2.2. <i>Análisis de Accidentalidad en la Carretera IIRSA Norte</i>	20
2.2.1. Resultados de Análisis.....	21
2.3. <i>Análisis de Accidentalidad en los cuatro tramos seleccionados de la carretera IIRSA Norte</i>	29
2.3.1. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 2.....	30
2.3.2. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 3.....	41
2.3.3. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 22.....	52
2.3.4. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 24.....	62
2.4. <i>Resumen de los resultados obtenidos de las cuatro zonas analizadas</i>	73

CAPÍTULO 3	76
ANÁLISIS DE LOS SECTORES POBLADOS DE LA CARRETERA	76
3.1. <i>Análisis de Seguridad Vial de sólo los sectores poblados ubicados en los cuatro tramos.....</i>	76
3.1.1. Análisis de accidentalidad de las zonas poblados del sub-tramo 2	76
3.1.2. Análisis de accidentalidad de las zonas poblados del sub-tramo 3	82
3.1.3. Análisis de accidentalidad de las zonas poblados del sub-tramo 22	89
3.1.4. Análisis de accidentalidad de las zonas poblados del sub-tramo 24	95
3.2. <i>Resumen de los resultados obtenidos de las cuatro zonas analizadas.</i>	101
3.3. <i>Diagnóstico general del análisis realizados a los 4 sub-tramos de la carretera IIRSA Norte</i>	103
3.4. <i>Presentación de posibles soluciones.....</i>	104
3.4.1. En cuanto a las mejoras a la Infraestructura:	104
3.4.2. En cuando a las mejoras en la Educación Vial	105
3.5. <i>Aporte al estudio.....</i>	105
3.5.1. Tipos de accidentes de tránsito propuestos.....	105
3.5.2. Causa de accidentes de tránsito propuestos	106
CONCLUSIONES	109

Índice de Ilustraciones

Gráfico 1.1. Distribución de los factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito.....	3
Gráfico 1.2. Etapas para la realización de Auditorías de Seguridad Vial.....	6
Gráfico 2.1. Tamaño del parque automotor y mortalidad estimada comparada con países de ingresos altos.....	16
Gráfico 2.2. Comparativo de la tasa de motorización y muertes por cada 10,000 vehículos del Perú y otros países al 2006.....	18
Gráfico 2.3. Accidentes de tránsito (1980-2008).....	19
Gráfico 2.4. Accidentes de tránsito según su tipo.....	22
Gráfico 2.5. Accidentes de tránsito según sus causas.....	23
Gráfico 2.6. Factores intervinientes en la ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera IIRSA Norte.....	24
Gráfico 2.7. Accidentes de tránsito según su zona geométrica.....	26
Gráfico 2.8. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular.....	28
Gráfico 2.9. Accidentes según su tipo del Sub-tramo 2.....	31
Gráfico 2.10. Factores intervinientes accidentes de tránsito del sub-tramo 2.....	33
Gráfica 2.11. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 2.....	34
Gráfico 2.12. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del Sub-tramo 2.....	36
Gráfico 2.13. Histogramas de Accidentes de tránsito del sub-tramo 2.....	38
Gráfico 2.14. Histograma de accidentes de tránsito de los datos entre el año 2010 y 2011 del sub-tramo 2.....	38
Gráfico 2.15. Frecuencia de los accidentes de tránsito del sub-tramo 2.....	38
Gráfico 2.16. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 2.....	39
Gráfico 2.17. IMDM vs accidentes por mes del sub-tramo 2.....	39
Gráfico 2.18. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 2.....	40
Gráfico 2.19. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 2.....	40
Gráfico 2.20. Índice de gravedad del sub-tramo 2.....	41
Gráfico 2.21. Accidentes según su tipo del sub-tramo 3.....	43
Gráfico 2.22. Factores intervinientes en un accidente de tránsito del sub-tramo 3.....	44
Gráfico 2.23. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 3.....	45
Gráfico 2.24. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 3.....	47
Gráfico 2.25. Histograma de accidentes de tránsito del sub-tramo 3.....	48
Gráfico 2.26. Histogramas de accidentes de tránsito del 2010-2011 del sub-tramo 3.....	49
Gráfico 2.27. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 3.....	49
Gráfico 2.28. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 3.....	49
Gráfico 2.29. IMDM vs accidentes de tránsito del sub-tramo 3.....	50
Gráfico 2.30. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 3.....	50
Gráfico 2.31. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 3.....	51
Gráfico 2.32. Índice de Gravedad del sub-tramo 3.....	51
Gráfico 2.33. Accidentes según su tipo del sub-tramo 22.....	53
Gráfico 2.34. Accidentes según sus factores intervinientes del sub-tramo 22.....	54
Gráfico 2.35. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 22.....	56
Gráfico 2.36. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 22.....	57
Gráfico 2.37. Histograma de accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	59
Gráfico 2.38. Histograma de accidentes de tránsito entre 2010-2011 del sub-tramo 22.....	59
Gráfico 2.39. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	60
Gráfico 2.40. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	60
Gráfico 2.41. IMDM vs accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	61
Gráfico 2.42. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 22.....	61
Gráfico 2.43. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 22.....	61
Gráfico 2.44. Índice de gravedad del sub-tramo 22.....	62
Gráfico 2.45. Accidentes según su tipo del sub-tramo 24.....	64
Gráfico 2.46. Accidentes de tránsito según factores intervinientes del sub-tramo 24.....	65

Gráfico 2.47. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 24.....	67
Gráfico 2.48. Accidentes de tránsito según clasificación vehicular del sub-tramo 24.....	68
Gráfico 2.49. Histograma de accidentes de tránsito del sub-tramo 24.....	70
Gráfico 2.50. Histograma de accidentes de tránsito del 2010-2011 del sub-tramo 24.....	70
Gráfico 2.51. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 24.....	71
Gráfico 2.52. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 24.....	71
Gráfico 2.53. IMDM vs accidentes de tránsito del sub-tramo 24.....	72
Gráfico 2.54. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 24.....	72
Gráfico 2.55. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 24.....	72
Gráfico 2.56. Índice de gravedad del sub-tramo 24.....	73
Gráfico 3.1. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 2.....	77
Gráfico 3.2. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 2.....	78
Gráfico 3.3. Accidentes vs longitud en centros poblados del sub-tramo 2.....	78
Gráfico 3.4. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 2.....	78
Gráfico 3.5. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 2.....	79
Gráfico 3.6. Histograma de accidentes de tránsito en Cps del 2010-2011 del sub-tramo 2.....	79
Gráfico 3.7. Frecuencia de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 2.....	80
Gráfico 3.8. Tasa de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 2.....	80
Gráfico 3.9. Índice de peligrosidad 1 de las zonas pobladas del sub-tramo 2.....	81
Gráfico 3.10. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 2.....	81
Gráfico 3.11. Índice de gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 2.....	82
Gráfico 3.12. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 3.....	84
Gráfico 3.13. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 3.....	84
Gráfico 3.14. Accidentes vs longitud de los centros poblados del sub-tramo 3.....	84
Gráfico 3.15. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 3.....	85
Gráfico 3.16. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 3.....	85
Gráfico 3.17. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del 2010-2011 del sub-tramo 3.....	86
Gráfico 3.18. Frecuencia de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 3.....	86
Gráfico 3.19. Tasa de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 3.....	87
Gráfico 3.20. Índice de peligrosidad 1 de las zonas pobladas del sub-tramo 3.....	87
Gráfico 3.21. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 3.....	88
Gráfico 3.22. Índice gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 3.....	88
Gráfico 3.23. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 22.....	90
Gráfico 3.24. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 22.....	90
Gráfico 3.25. Accidentes vs longitud de los centros poblados del sub-tramo 22.....	91
Gráfico 3.26. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 22.....	91
Gráfico 3.27. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 22.....	92
Gráfico 3.28. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del 2010-2011 del sub-tramo 22.....	92
Gráfico 3.29. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	92
Gráfico 3.30. Tasa de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 22.....	93
Gráfico 3.31. Índice de peligrosidad 1 de las zonas pobladas del sub-tramo 22.....	93
Gráfico 3.32. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 22.....	94
Gráfico 3.33. Índice gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 22.....	94
Gráfico 3.34. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 24.....	95
Gráfico 3.35. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 24.....	96
Gráfico 3.36. Accidentes vs longitud de los centros poblados del sub-tramo 24.....	97
Gráfico 3.37. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 24.....	97
Gráfico 3.38. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 24.....	98
Gráfico 3.39. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del 2010-2011 del sub-tramo 24.....	98
Gráfico 3.40. Frecuencia de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 22.....	99
Gráfico 3.41. Tasa de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 24.....	99
Gráfico 3.42. Índice de peligrosidad 1 de las zonas pobladas del sub-tramo 24.....	99
Gráfico 3.43. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 24.....	100
Gráfico 3.44. Índice gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 24.....	100

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Tamaño del parque automotor y mortalidad estimada en países de la región.....	15
Tabla 2.2. Accidentes de tránsito a nivel nacional: 2008.....	16
Tabla 2.3. Afectados en accidentes de tránsito en 2008 según género y grado de afectación... 17	17
Tabla 2.4. Accidentes de tránsito según tipo.....	17
Tabla 2.5. Accidentes de tránsito según sus causas.....	17
Tabla 2.6. Accidentes de tránsito según el vehículo participante.....	18
Tabla 2.7. Sub-tramos de la carretera.....	21
Tabla 2.8. Datos Generales de la carretera IIRSA Norte.....	21
Tabla 2.9. Accidentes de tránsito según su tipo.....	21
Tabla 2.10. Accidentes de Tránsito según las causas que lo producen.....	22
Tabla 2.11. Clasificación de las causas en factores.....	23
Tabla 2.12. Factores participantes en la ocurrencia de accidentes de tránsito.....	24
Tabla 2.13. Relación entre el tipo y causas de los accidentes de tránsito.....	24
Tabla 2.14. Accidentes de tránsito en IIRSA Norte según la zona geométrica.....	25
Tabla 2.15. Accidentes de tránsito según los vehículos participantes.....	26
Tabla 2.16. Clasificación vehicular.....	27
Tabla 2.17. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular.....	27
Tabla 2.18. Relación entre vehículos y daños en los accidentes de tránsito.....	28
Tabla 2.19. Datos Generales del Sub-tramo 2.....	30
Tabla 2.20. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 2.....	31
Tabla 2.21. Accidentes según sus causas del sub-tramo 2.....	31
Tabla 2.22. Factores que interactúan en la ocurrencia de accidentes de tránsito.....	32
Tabla 2.23. Accidentes de tránsito según factores de sub-tramo 2.....	33
Tabla 2.24. Relación entre el tipo y la causa de los accidentes de tránsito del sub-tramo 2.....	33
Tabla 2.25. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 2.....	34
Tabla 2.26. Accidentes de tránsito según en vehículo participante del sub-tramo 2.....	35
Tabla 2.27. Accidentes de tránsito según la clasificación vehicular del sub-tramo 2.....	35
Tabla 2.28. Relación entre vehículo y daño en accidentes de tránsito del sub-tramo 2.....	36
Tabla 2.29. Frecuencia de ocurrencia de accidentes de tránsito por mes del sub-tramo 2.....	37
Tabla 2.30. Datos Generales del sub-tramo 3.....	42
Tabla 2.31. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 3.....	42
Tabla 2.32. Accidentes de tránsito según sus causas del sub-tramo 3.....	43
Tabla 2.33. Accidentes según sus factores intervinientes del sub-tramo 3.....	44
Tabla 2.34. Relación entre tipo y causa de los accidentes de tránsito del sub-tramo 3.....	44
Tabla 2.35. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 3.....	45
Tabla 2.36. Accidentes de tránsito según el vehículo participante del sub-tramo 3.....	46
Tabla 2.37. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 3.....	46
Tabla 2.38. Relación entre vehículos y daño ocasionado en los accidentes de tránsito del sub-tramo 3.....	47
Tabla 2.39. Frecuencia de accidentes por meses del sub-tramo 3.....	48
Tabla 2.40. Datos generales del sub-tramo 22.....	52
Tabla 2.41. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 22.....	52
Tabla 2.42. Accidentes de tránsito según sus causas del sub-tramo 22.....	53
Tabla 2.43. Accidentes según sus factores intervinientes del sub-tramo 22.....	54
Tabla 2.44. Relación entre tipo y causa de los accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	55
Tabla 2.45. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 22.....	56
Tabla 2.46. Accidentes de tránsito según el vehículo participante.....	56
Tabla 2.47. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 22.....	57
Tabla 2.48. Relación entre vehículos y daño en los accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	58
Tabla 2.49. Frecuencia por meses de los accidentes de tránsito del sub-tramo 22.....	59
Tabla 2.50. Datos generales del sub-tramo 24.....	63
Tabla 2.51. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 24.....	63
Tabla 2.52. Accidentes de tránsito según sus causas del sub-tramo 24.....	64

Tabla 2.53. Accidentes de tránsito según sus factores intervinientes del sub-tramo 24.....	65
Tabla 2.54. Relación entre tipo y causa de los accidentes de tránsito del sub-tramo 24.....	65
Tabla 2.55. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 24.....	66
Tabla 2.56. Accidentes de tránsito según el vehículo participante del sub-tramo 24.....	67
Tabla 2.57. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 24.....	68
Tabla 2.58. Relación entre vehículos y daño en accidentes de tránsito del sub-tramo 24.....	68
Tabla 2.59. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito del sub-tramo 24.....	69
Tabla 2.60. Resumen de resultados obtenidos (1).....	74
Tabla 2.61. Resumen de resultados obtenidos (2).....	75
Tabla 3.1. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 2.....	76
Tabla 3.2. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo 2...77	77
Tabla 3.3. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 2.....	79
Tabla 3.4. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 3.....	82
Tabla 3.5. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo 3...83	83
Tabla 3.7. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 22.....	89
Tabla 3.8. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo 22...89	89
Tabla 3.9. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 22.....	91
Tabla 3.10. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 24.....	95
Tabla 3.11. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo 24.....	95
Tabla 3.12. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 24.....	98
Tabla 3.13. Resumen de los valores obtenidos del análisis de las zonas de centros poblados.....	102
Tabla 3.14. Cuadro comparativo de la clasificación de tipos de accidentes.....	105
Tabla 3.15. Cuadro comparativo de la clasificación de tipos de accidentes.....	107

Índice de Imágenes

Imagen 2.1. Tramos de la Carretera.....	20
Imagen 2.2. Perfil de la zona Geográfica de la carretera.....	20
Imagen 2.3. Ubicación de Sub-tramo 2.....	30
Imagen 2.4. Ubicación del sub-tramo 3.....	42
Imagen 2.5. Ubicación del sub-tramo 22.....	52
Imagen 2.6. Ubicación del sub-tramo 24.....	63

Introducción

Todos los años en el mundo, más de 1,2 millones de personas fallecen como consecuencia de accidentes en las vías de tránsito y otros 50 millones sufren traumatismos. Más del 90% de las defunciones se producen en los países de ingresos bajos y medios, que tan sólo tienen el 48% de los vehículos del mundo. (Datos obtenidos del *Informe sobre la situación Mundial de la Seguridad Vial*, hecho por la Organización de la Salud en el 2008.)

Históricamente, muchas de las medidas establecidas para reducir las víctimas mortales y los traumatismos por accidentes de tránsito, están orientadas a proteger a los ocupantes de los vehículos. Sin embargo, cerca de la mitad de las personas que fallecen cada año en accidentes de tránsito son peatones, motociclistas, ciclistas y pasajeros de transporte público. Esta cifra es mayor en los países más pobres.

El Perú en la actualidad se encuentra en un notorio crecimiento, el cual trae consigo mayores problemas como el aumento de accidentes de tránsito, debido a su relación directa con el crecimiento poblacional, el crecimiento económico (más carreteras y mayor importación de vehículos), el crecimiento urbano, etc. Dado esto se ve la necesidad de hacer correcciones en la infraestructura vial existente, así como prevenir problemas de accidentes de tránsito en los futuros proyectos viales.

La educación es uno de los principales factores a intervenir para lograr una verdadera mejora en las estadísticas de accidentes de tránsito a nivel nacional.

La presente tesis se enfocará en el estudio y análisis en 4 tramos de la carretera IIRSA Norte y sus sectores poblados existentes a lo largo de ellos.

Capítulo 1

Seguridad Vial

1.1. Definiciones y Antecedentes

1.1.1. Seguridad Vial

Es aquella que debe garantizar el bienestar de los usuarios del sistema vial, conductor, peatón, ciclista y pasajeros, mediante mejoras en la infraestructura de la carretera o por medio campañas de concientización y educación vial, con el fin de introducir en la mente de las personas una cultura vial basada en la prevención.

Este es un trabajo donde debemos participar todos, no sólo los involucrados directos en un accidente (conductor, peatón, etc.), sino también las autoridades públicas competentes, las instituciones educativas y de la salud, entre otros.

1.1.2. Factores contribuyentes en la ocurrencia de un accidente

Distintas instituciones internacionales se han dedicado hace varios años al estudio de posibles soluciones a las ocurrencias de accidentes de tránsito en las vías. Como se ha mencionado anteriormente, la falla en el sistema de EL HOMBRE – LA MAQUINA y LA VIA, ha sido siempre la razón de estos eventos trágicos.

Es así como se ha logrado identificar al menos tres grandes factores protagonistas de la operación vial:

- ✓ **Factor Humano** (Peatón, Conductor).
- ✓ **Factor Vehículo** (Características funcionales y mantenimiento del mismo).
- ✓ **Factor entorno o vía** (Relacionado con la infraestructura vial y del Medio Ambiente).

Cuando uno de estos factores, presenta alguna debilidad o falla, es que se generan los accidentes de tránsito. En este ámbito, países como Australia han invertido en el desarrollo de estudios sobre la relación y presencia de estos factores como causa en los accidentes de tránsito, con la finalidad de poder comprender el porqué de la ocurrencia de los mismos y poder realizar las medidas correctivas o de concientización que sean necesarias. Como resultado de estos estudios, se llegó a una proporción teórica de la influencia que presentan los mismos sobre los factores, resultado que coincide con la estadística de otros países.

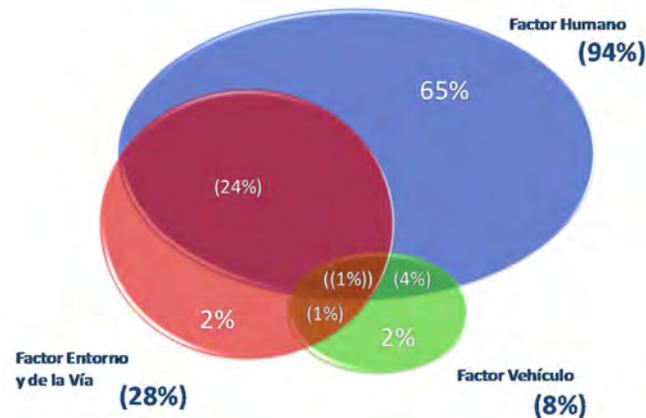


Gráfico 1.1. Distribución de los factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito¹

Como se aprecia en el gráfico anterior, el gran preponderante en los accidentes es el **Factor Humano**, debido a que muchas de las acciones sub-estándares (que finalmente terminan con un resultado de accidente), son perfectamente evitables o corregibles. Sin embargo, la combinación del **Factor Entorno o de la Vía con el Factor Humano** es también bastante potente en relación al resto de combinaciones restantes.

Es precisamente por esta razón que es necesario un trabajo de educación vial y concientización de los usuarios, además de la realización de un análisis de seguridad vial sobre la interacción que tiene nuestra Infraestructura y el medio ambiente con el factor humano, representado tanto por peatones como por conductores.

1.2. Situación a nivel mundial de la Seguridad Vial

Todos los años en el mundo, más de 1,2 millones de personas fallecen como consecuencia de accidentes en las vías de tránsito y otros 50 millones sufren traumatismos. Más del 90% de las defunciones se producen en los países de ingresos bajos y medios, que tan sólo tienen el 48% de los vehículos del mundo. (Datos obtenidos del *Informe sobre la situación Mundial de la Seguridad Vial*, hecho por la Organización Mundial de la Salud en el 2008).

Históricamente, muchas de las medidas establecidas para reducir las víctimas mortales y los traumatismos por accidentes de tránsito, están orientadas a proteger a los ocupantes de los vehículos. Sin embargo, cerca de la mitad de las personas que fallecen cada año en accidentes de tránsito son peatones, motociclistas, ciclistas y ocupantes del transporte público. Esta cifra es mayor en los países más pobres.

Los traumatismos por accidentes de tránsito siguen siendo un problema mundial, regional y nacional de la salud pública. Aunque en muchos países se están dando pasos para aumentar la seguridad en las vías, aún queda mucho por hacer para detener o invertir la tendencia creciente al número de víctimas de accidentes de tránsito.

¹ Fuente: Main Roads Western Australia, Investigación de Seguridad Vial, Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente (www.mrwa.wa.gov.au)

1.3. Metodologías de análisis y estudio de Seguridad Vial

En la actualidad el estudio de seguridad vial ha ido creciendo considerablemente, esto de la mano con la preocupación sobre la incidencia de accidentes de tránsito en el aumento de heridos y muertos a nivel mundial. A continuación se mostrarán algunas de las alternativas de análisis de Seguridad vial clasificadas según su carácter preventivo o reactivo, las cuales deberían realizarse de forma complementaria en el desarrollo de un proyecto vial.

1.3.1. Auditorías de Seguridad Vial (ASV)

Cuyo estudio y aplicación es de carácter preventivo, es decir, analiza todas las condiciones de seguridad presentes en una determinada vía, sin que ésta haya sido considerada como zona de alta concentración de accidentes. Como aporte a la investigación de la presente tesis y por ser un tema de gran importancia a implementar en nuestro país, se enfatizará este tema a mayor detalle en el apartado 1.4, para que sea aplicada por aquellas personas que diseñan nuestras carreteras, ya que de tenerse en cuenta el desarrollo de esta auditoría desde la concepción de un proyecto, son muchas las vidas que se estarían salvando, además del ahorro en atención médica y reconstrucción de la infraestructura dañada.

1.3.2. Análisis de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA)

Este estudio y análisis es de carácter reactivo, es decir, analiza todas las condiciones de seguridad vial y alternativas de solución de problemas, generalmente graves, ya existentes en la vía de estudio. Estas zonas son declaradas como TCA, cuando cuentan con un amplio registro de accidentes de tránsito, resultado de problemas serios de seguridad vial. Para ello es necesario de un pronto y profundo estudio de seguridad, pudiendo incluir, análisis vehicular y peatonal, análisis de velocidades de los vehículos, análisis de los movimientos realizados por los usuarios, etc.

1.4. Auditorías de Seguridad Vial, según estudios realizados por el Consejo Nacional de Tránsito de Chile y por la Universidad de Costa Rica

Una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) es un procedimiento sistemático en el que un auditor independiente y calificado comprueba las condiciones de seguridad en un proyecto de carretera nueva, existente o cualquier otro proyecto que pueda estar afectando la vía o a los usuarios.

Mediante las ASV se pretende garantizar que las carreteras, desde su primera fase de planeamiento, se diseñen con los criterios óptimos de seguridad para los usuarios verificando luego que estos se cumplan en las siguientes fases de construcción, puesta a punto y en mantenimiento.

Los aspectos claves de la realización de una ASV se incluyen en el siguiente listado:

- ✓ Se trata de un procedimiento formal, nunca una comprobación informal, para lo cual los auditores deben tener la adecuada formación y experiencia en la materia.
- ✓ Los auditores deben ser personas independientes de la fase de diseño.
- ✓ La auditoría debe estar limitada a aspectos relacionados con la seguridad.
- ✓ En el proceso deben tenerse en cuenta las necesidades de seguridad de todos los posibles usuarios de la vía.

Por otro lado hay que tener en cuenta que una ASV:

- ✓ No es una comprobación del cumplimiento de la normativa.

- ✓ No sustituye a las comprobaciones en la fase de diseño.
- ✓ No es una investigación de accidentes.
- ✓ No es un proceso de rediseño del proyecto.
- ✓ No es un procedimiento para aplicar exclusivamente a proyectos de grandes presupuestos o a proyectos con problemas de seguridad vial a priori.
- ✓ No es una comprobación informal de la seguridad.

El objetivo de la ASV es asegurar que las vías operen en sus máximas condiciones de seguridad, para ello ésta debe ser considerada desde la planificación, la construcción de la obra y en su mantenimiento, para minimizar la posibilidad de aparición de situaciones de riesgo que puedan implicar la ocurrencia de un accidente. Además que si se realizara en las primeras fases de un proyecto reduciría no sólo los costos socioeconómicos que implican las víctimas de los accidentes sino también los costos de la implementación de medidas de solución para reducir accidentes.

Entre los principales requisitos para la realización de ASV están:

- ✓ El equipo auditor debe ser pluridisciplinario, con presencia de expertos en seguridad vial, diseño de carreteras y accidentalidad.
- ✓ Es preferible, que el equipo esté formado por al menos 2 a 3 auditores.
- ✓ Imparcialidad del equipo auditor, que debe ser independiente del organismo gestor o propietario de la infraestructura e independiente del equipo encargado del diseño de la carretera.
- ✓ Compromiso de optimización de los recursos entre los auditores y los gestores, haciendo prevalecer los criterios de seguridad.
- ✓ Claridad en la asignación de responsabilidades, el responsable último de la infraestructura seguirá siendo la administración gestora.
- ✓ Gran capacidad de diálogo y acuerdo entre los auditores y los gestores, de forma que todas las decisiones se tomen teniendo en cuenta la seguridad de los usuarios de la carretera.
- ✓ La documentación sobre los elementos relacionados con la infraestructura, el entorno, los usos, tipos de tráfico y sus intensidades, usuarios, datos climáticos, incluyendo planos, croquis, fotografías, sin olvidar la normativa utilizada en el diseño.

Mediante el siguiente gráfico se podrá apreciar las etapas en las que se puede realizar las ASV en carreteras nuevas no abiertas al tráfico, es decir antes y durante su construcción y puesta a punto:



Gráfico 1.2. Etapas para la realización de Auditorías de Seguridad Vial

1.4.1. Auditorías de Seguridad Vial realizadas a carreteras abiertas al tránsito

La potencialidad de las ASV en carreteras nuevas como una de las principales herramientas preventivas para disminuir la accidentalidad no se pone en duda. Sin embargo su aplicación a carreteras abiertas al tráfico o en servicio (después de su construcción y puesta a punto), permite diferenciar entre políticas a favor y políticas en contra.

Parece claro que las ASV en carreteras en servicio permitirían identificar problemas que podrían ser pasados por alto en tramos que no han sido catalogados como tramos de concentración de accidentes, aun así en las condiciones habituales de restricciones presupuestarias, puede resultar más rentable invertir en la identificación y mejora de los tramo de concentración de accidentes.

La aplicación de esta metodología a carreteras ya abiertas al tráfico constituye un intento por aprovechar la potencialidad de las ASV en un contexto diferente a aquel para el que fueron en principio planteadas, pero que se considera igualmente válido para la obtención de buenos resultados de la seguridad de la circulación.

Es necesario poner de manifiesto que la aplicación de las ASV en carreteras existentes no supone en ningún caso una propuesta de abandono de los procesos de gestión de tramos de concentración de accidentes (TCA), sino que se trata de metodologías que se deberían aplicar de manera complementaria dentro de un plan amplio de mejora de la seguridad vial, incluyendo planteamientos paliativos, basados en gestión de TCA y preventivos, basados en la aplicación de ASV tanto en carreteras nuevas como en carreteras abiertas al tráfico.

Aproximadamente el 20% de los accidentes ocurren en TCA, por lo que sería razonable emplear metodologías que permitan identificar situaciones peligrosas, reales o potenciales, en las que puedan suceder los otros 80% de accidentes restantes. Si bien es cierto que la rentabilidad económica de las actuaciones de TCA es máxima, no se debe olvidar la representatividad de los accidentes que ocurren fuera de estos tramos.

Generalmente la red de carreteras abiertas al tráfico cuenta con una existencia de muchos años y cuenta con problemas básicos: se diseñaron cuando los criterios básicos no eran tan rigurosos y el volumen de tráfico y su composición han evolucionado sustancialmente durante los años, además a todo esto se le agrega que los programas de mantenimiento no siempre tienen en cuenta la seguridad de la mejor manera posible.

Las ASV no se realizan en tramos que ya han sido considerados TCA, porque en esos casos se deben analizar con más detalle las particularidades de ese tramo, pero si se puede realizar en casos como:

- ✓ Tramos en los que se han producido accidentes durante los últimos años, aunque no hayan sido catalogados como TCA.
- ✓ En carreteras donde se esté realizando operaciones de renovación y refuerzo o acondicionamiento.
- ✓ En carreteras en las que se hayan implementado soluciones para mitigar un TCA.
- ✓ En carreteras aparentemente sin problemas de seguridad y que las limitaciones temporales y presupuestarias dificultan la realización de ellas.

1.4.1.1. Procesos de realización a ASV

En este proceso la realización de un exhaustivo trabajo de campo cobra una importancia fundamental, teniendo como pasos principales los siguientes:

- ✓ Seleccionar la carretera a la que se va a realizar la ASV, lo ideal sería que la red de carreteras tenga una revisión regular, para asegurar en la medida posible, la máxima reducción de los accidentes.
- ✓ Seleccionar al equipo auditor, este debe garantizar su capacidad para la realización de ASV (conocimiento en Accidentalidad, diseño de carreteras, análisis de datos) y además ser independiente del equipo de diseño, construcción y mantenimiento vial.
- ✓ Análisis preliminar de los datos, como los datos de tráfico, accidentes y demás características de la vía.
- ✓ Trabajo de campo, las inspecciones de campo constituyen un punto clave y estas deben realizarse de día y de noche, a diferentes velocidades e incluso a pie, para evitar se pasen por alto algún aspecto importante. Las intersecciones, enlaces y otros puntos similares deben ser analizadas independientemente, es necesaria la ayuda de equipos tecnológicos, tales como, filmadoras y cámara fotográficas; además la ASV no sólo debe contemplar exclusivamente la carretera del análisis, sino también que se deben analizar las carreteras y vías adyacentes a ella.
- ✓ Discusión, es en este paso que se deben poner en común los aspectos analizados, se discuten temas como la identificación de potenciales zonas de accidentes; cada auditor independientemente anota los problemas de Seguridad vial vistos para luego ser discutidos con los demás auditores y se realicen las recomendaciones del caso analizando el costo-beneficio de las posibles soluciones.
- ✓ Evaluación de riesgos, debido a las probables limitaciones presupuestarias se analizan los riesgos potenciales, teniendo en cuenta la frecuencia o gravedad de los accidentes, para determinar la prioridad de los problemas identificados.
- ✓ Elaboración del Informe de Auditoría, el formato típico para este informe es del tipo problema-recomendación, en el que deben incluir los siguientes campos:
 - Nombre de la carretera y localización
 - Fechas del trabajo de campo y la realización del resto de las fases.
 - Miembros del equipo auditor y su calificación.

- Nombre del cliente y su dirección.
 - Actas de las reuniones celebradas.
 - Datos aportados por el cliente.
 - Descripción del proceso optado para la realización de la revisión.
 - Declaración de responsabilidad limitada del equipo auditor.
 - Descripción de los problemas de seguridad y potenciales accidentes que puedan producirse.
 - Descripción de las recomendaciones para solucionar los problemas detectados.
 - Resumen de problemas y recomendaciones.
 - Declaración Final
 - Nombres y firmas de los miembros del equipo auditor.
- ✓ Elaboración de Informe Respuesta, en donde se debe colocar las medidas que se van a tomar para solucionar el problema de seguridad vial; el cliente puede no aceptar el problema detectado, puede aceptar el problema pero no la solución y finalmente aceptar el problema e implementar la solución, en los dos primeros casos se deben justificar las razones de esa decisión.
 - ✓ Control del funcionamiento de las medidas implementadas, se recomienda hacer un seguimiento de las soluciones implementadas, un año después, 3 años después y 5 años después.

1.4.1.2. Razones para realizar una Auditoría de Seguridad Vial

A continuación se incluyen un listado de razones para las que puede ser útil una ASV:

- ✓ Los usos de una determinada vía pueden cambiar con el tiempo, así como los usos de los terrenos colindantes a la carretera, lo que genera cambios en la propia vía.
- ✓ Adelantarse a los efectos de los cambios sobre la seguridad antes que estos deriven en accidentes.
- ✓ El entorno evoluciona no sólo en el ámbito urbano sino también en el rural, donde el medio ambiente está en constante cambio.
- ✓ Incorporar las novedades que se derivan de las nuevas experiencias en materia de Seguridad Vial.
- ✓ Comprobar la consistencia de las características de la vía.
- ✓ El equipamiento envejece y sufre de desgaste en retro-reflexión, coloración, visibilidad y parámetros que se van degenerando con el tiempo.
- ✓ El equipamiento se deteriora se debe comprobar su estado de conservación y su influencia en la seguridad.
- ✓ Es necesario prestar una atención específica a la seguridad de la circulación, superando los planteamientos basados en operaciones rutinarias de mantenimiento.
- ✓ Rentabilidad económica.
- ✓ Y por último, como aspectos más representativos de la metodología de ASV, permite detectar las siguientes situaciones:
 - Los aspectos peligrosos obvios.
 - Las situaciones peligrosas reales.
 - Las ausencias y carencias en cuanto a equipamiento.
 - Las situaciones potencialmente peligrosas.
 - Las situaciones por debajo de los estándares.

1.4.1.3. Aspecto que hay que considerar para la realización de una Auditoría de Seguridad Vial en carreteras en servicio

- ✓ Caracterización de tráfico.
 - Intensidad media diaria.
 - Tráfico de vehículos pesados.
 - Otros tráficos: peatones, ciclistas, motociclistas, vehículos agrícolas, etc.
- ✓ Caracterización de la accidentalidad.
 - Revisión de la accidentalidad de la carretera.
 - Tipología y ubicación de accidentes más recurrentes.
- ✓ Caracterización geométrica de la carretera
 - Trazado horizontal y vertical.
 - Sección transversal.
 - Márgenes de la vía
 - Equipamiento: señalización vertical, horizontal, sistemas de contención, iluminación, etc.
 - Elementos de drenaje.
 - Puntos singulares: intersecciones, accesos, pasos a nivel, travesías, túneles.
- ✓ Características climáticas.
 - Días de lluvia, nieve, hielo, viento, otros.
- ✓ Análisis de velocidades
 - Medición de velocidades.
 - Estimación de incrementos de velocidad esperada.
 - Identificación de puntos con velocidad de diseño estricta.

1.5. Metodologías de análisis de Datos.

1.5.1. Frecuencia de Accidentes

La medida de la frecuencia de los accidentes de tránsito (CF por sus siglas en inglés), se define como el número de accidentes por sitio o ubicación durante un periodo de tiempo específico. Si los CF observados se igualan o exceden un valor predefinido, la ubicación se considera peligrosa. Suelen usarse numerosas y diferentes longitudes y/o años de data. El criterio predefinido de frecuencia usualmente varía por tipo de área (urbana / rural) u otras variables como clase de la vía, en este caso se aplica a una carretera interoceánica y a sus centros poblados de cuatro diferentes tramos de la carretera IIRSA Norte en donde sus frecuencias se compararán entre tramos.

El uso de un mapa de accidentes con pines ha sido uno de los 5 métodos más antiguos de identificar sitios peligrosos. Cada accidente se representa por un pin en el mapa. Se pueden utilizar diferentes colores y tamaños de pines para indicar tipo y severidad de los accidentes. Desde el mapa, los sitios que tienen aglomeraciones de accidentes (alta frecuencia) se pueden identificar fácilmente. Además, el uso de dos mapas de pines, uno para el año actual y otro para el año precedente puede ser útil para fines comparativos. Este proceso puede automatizarse utilizando un Software de Sistema de Información Geográfica (GIS).

Los defensores de usar la medida de la frecuencia para identificar sitios peligrosos, argumentan que los sitios identificados por este método tienen un alto número de accidentes y consecuentemente tienen una alto potencial de reducción de accidentes. El problema con usar el método de la frecuencia, sin embargo, es que éste no considera el efecto de la exposición al tránsito. Por ejemplo, 10 accidentes por kilómetro podrían considerarse “alto” para una sección que soporta 15,000 veh/día, y “bajo” para otra

sección que soporta 40,000 veh/día.

IIRSA Norte cuenta con una central de atención y control de actividades en la carretera, del tipo atención al usuario, accidentes de tránsito, auxilio mecánico, etc. Esta central se le conoce como el Centro de Control de Operaciones, que en abreviaturas es el CCO, de donde se puede extraer todo tipo de información.

Para el desarrollo de la presente tesis, se tomarán todos los accidentes registrados desde el inicio de la concesión hasta setiembre de 2011, esta información cuenta además de otros datos con la fecha y hora en la que sucedieron dichos accidentes, con lo que se podrá obtener la diferencia en horas entre cada accidente y así saber un promedio de cada cuanto sucede un accidentes de tránsito en los tramos y sectores poblados de estudio.

Adicionalmente se puede realizar un análisis de los dos últimos años, considerando que la frecuencia tiende a disminuir conforme aumentan los accidentes de tránsito.

1.5.2. Tasa de Accidentalidad (TA)

La medida de la tasa de accidentes se define como la cantidad de accidentes por millón-vehículos-kilómetros registrados, es decir, los accidentes que suceden en un tramo (Km) por donde pasan un número de vehículos promedio diario anual (IMDA) multiplicado por un millón (Índice tomado de referencia del libro “*Elementos de Ingeniería del Tráfico*” de la Universidad Politécnica de Madrid, elaborado en 1995).

$$TA = \frac{N \times 10^6}{L \times IMDA \times t \times 365} \quad (1)$$

Dónde:

TA = Tasa de Accidentes

N = Número de accidentes

L = Longitud del tramo (Km)

IMDA = Índice medio diario anual

t = número de años

El cálculo de la tasa de accidentes depende de la posibilidad de contar con una base de datos del volumen de tráfico del tramo a analizar. Los sectores que muestren una mayor tasa de accidentes pueden ser considerados como tramos de concentración de accidentes, aunque para ello es necesario que el análisis sea comparado con la tasa de accidentes de otras zonas de similares características, pero con niveles diferentes de exposición al tráfico.

Sin embargo aunque la tasa de accidentes permite ver los efectos y niveles de exposición al tráfico de un sector, uno de los problemas emergentes en su cálculo, es cuando el nivel de tráfico es pequeño y la cantidad de accidentes pueda reflejar un índice alto, que lleve a considerar a un tramo como TCA a pesar de no serlo, este error es minimizado y prácticamente erradicado mientras más datos de accidentes se tengan, en un mayor intervalo de tiempo y con una longitud de tramo de mayor tamaño, como lo que sucede en carreteras (ver apartado 1.5.6).

En el CCO se pueden encontrar los datos de la cantidad de accidentes por tramos, sus causas, el tipo de accidentes, los vehículos participantes, entre otros datos. Y gracias a

que existen a lo largo de la carretera un total de nueve unidades de peajes, se puede contar con un valor tentativo de la cantidad de vehículos que pasan por las diversas regiones de la carretera. Mensualmente se obtiene un promedio del flujo de vehículos que transitan diariamente, a este valor se le llamara índice medio diario mensual (IMDM), a continuación se presenta la siguiente fórmula:

$$TA = \frac{N \times 10^6}{L \times IMDM_{prom} \times D_{acum}} \quad (2)$$

Dónde:

TA = Tasa de Accidentes

N = Número de accidentes acumulados en un periodo de tiempo t.

L = Longitud del tramo (Km)

IMDM_{prom} = Índice medio diario mensual promedio de todos los meses desde el inicio octubre de 2006 hasta setiembre de 2011.

t = número de días acumulados desde octubre de 2006 hasta setiembre del 2011 (1826 días).

Con esta fórmula se calculará mes a mes la tasa de accidentes de los tramos que son parte del análisis de esta tesis, cabe mencionar que conforme pasa el tiempo y más datos se tengan, esta tasa se hace más representativa del tramo analizado en un periodo de tiempo t.

1.5.3. Índices de Accidentalidad

1.5.3.1. Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

Este índice refleja el comportamiento de los accidentes de tránsito con lesionados y heridos, es similar a la tasa de accidentes vista en el punto anterior, con la diferencia que ahora sólo toma todos los accidentes de tránsito en donde por lo menos haya habido un herido, sea leve o grave. (Índice tomado de referencia del libro “*Elementos de Ingeniería del Tráfico*” de la Universidad Politécnica de Madrid, elaborado en 1995):

$$IP1 = \frac{N_L \times 10^6}{L \times IMDM_{prom} \times D_{acum}} \quad (3)$$

Dónde:

IP1 = Índice de peligrosidad 1

N_L = Número de accidentes con lesionados acontecidos en un periodo de tiempo t.

L = Longitud del tramo (Km)

IMDM_{prom} = Índice medio diario mensual promedio de todos los meses desde el inicio octubre de 2006 hasta setiembre de 2011.

t = Número de días acumulados desde octubre de 2006 hasta setiembre de 2011 (1826 días).

1.5.3.2. Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

Este índice refleja el comportamiento de los accidentes de tránsito con muertos, es similar a la tasa de accidentes vista anteriormente, con la diferencia que ahora toma sólo todos los accidentes de tránsito en donde por lo menos haya habido un fallecido, cabe mencionar que están incluidos los casos en los que a pesar de haber muchos heridos al menos hay una víctima mortal. (Índice tomado de referencia del libro “*Elementos de Ingeniería del Tráfico*” de la Universidad Politécnica de Madrid, elaborado en 1995):

$$IP2 = \frac{N_M \times 10^6}{L \times IMDM_{prom} \times D_{acum}} \quad (4)$$

Dónde:

IP2 = Índice de peligrosidad 2

N_M = Número de accidentes con muertos acontecidos en un periodo de tiempo t.

L = Longitud del tramo (Km)

IMDA = Índice medio diario mensual promedio de todos los meses desde el inicio octubre de 2006 hasta setiembre de 2011.

t = Número de días acumulados desde octubre de 2006 hasta setiembre de 2011 (1826 días).

1.5.4. Índice de Gravedad

Este índice es la relación que existe entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1, muestra la proporción existente entre los accidentes de tránsito con muertos respecto de los accidentes de tránsito con heridos, con lo que se podrá ver la evolución en el tiempo de la gravedad de los accidentes.

Cuando este indicador crece, puede ser por un aumento en el índice de peligrosidad 2, una disminución en el índice de peligrosidad 1 o la ocurrencia de ambos sucesos. Por otro lado cuando este indicador disminuye, puede ser por un aumento en el índice de peligrosidad 1, una disminución en el índice de peligrosidad 2 o la ocurrencia de ambos casos.

Cabe mencionar que hay casos en los que se generan cambios bruscos en la gráfica llamados quiebres estructurales, que pueden darse por la ocurrencia de un acontecimiento mayor, como lo es un accidente que involucre muchos heridos y/o muertos, como lo sucedido en mayo del 2009 cerca del caserío de Hualapampa, distrito de Huarmaca – Ayabaca, que un bus de la empresa Movil Tours con 44 pasajeros cae a un abismo de más de 100m de altura, dejando al menos 21 muertos (ejemplo fuera de la zona de estudio de esta tesis).

$$IG = \frac{IP2}{IP1} \quad (5)$$

Cuando este índice crece, supondría un aumento en la gravedad de los accidentes de tránsito en el tramo de análisis. Por otro lado y de manera contraria, cuando este índice decrece, revelaría una disminución en la gravedad de los accidentes.

También hay casos en los que este índice se mantiene casi constante, esto sucede cuando los IP1 e IP2 aumentan o disminuyen en la misma proporción, posiblemente cuando no hay sucesos notables ni de gran envergadura. (Índice tomado de referencia del libro “*Elementos de Ingeniería del Tráfico*” de la Universidad Politécnica de Madrid, elaborado en 1995).

1.5.5. Índices de Severidad (IS)

Método por el cual se da un peso a los accidentes de tránsito, dependiendo de la gravedad de los mismos, teniendo accidentes sin lesionado o con daños materiales (D), accidentes con lesionados o heridos (L) y accidentes fatales (F), a los cuales se les da un peso de 1, 10 y 100 respectivamente.

(Índice obtenido de la publicación “*Técnicas Estadísticas para la identificación de las localizaciones más propensas a sufrir accidentes de tránsito: Puntos Negros*” del Ing. Rafael F. Feria Torres, Ing. Jorge Timaná Rojas).

$$IS = \frac{100 \times F + 10 \times L + D}{N} \quad (6)$$

Este índice ayudará a hacer una comparación entre la severidad de los distintos tramos y zonas pobladas.

1.5.6. Periodo de tiempo y longitud de la sección

La selección de la longitud de la sección y el periodo de tiempo de la data acumulada para el cual se calcularán los indicadores de los accidentes es hasta el momento un tema polémico. Por ejemplo, cuando la longitud de una vía se considera muy pequeña, la probabilidad de cero o un accidente tiende hacia la unidad. Cuando la longitud de la vía es larga, el efecto aislado del peligro podría perderse, no se puede apreciar con mayor detalle los TCA. Zegger (1982), formula que “las tasas de accidentes por millón de vehículos devienen en valores inestables y cuestionables para segmentos de autopistas de corta longitud (menos de 0.3 millas ó 0.48 km) incluso cuando se usan muchos datos de años de accidentes y volúmenes.”

Nicholson (1980) recomendaba dejar de lado las secciones menores a un kilómetro, para evitar incurrir en error.

En cuanto al periodo de tiempo, mientras mayor sea es mejor, es decir, que mientras más cantidad de datos se tenga, el análisis es más representativo de la zona y permite mostrar una evolución y comportamiento de los accidentes de tránsito en el tiempo.

En la presente tesis todos los tramos que son parte de este estudio tienen más de 1 km, pero algunas de las secciones de centros poblados que se ubican a lo largo de la carretera IIRSA NORTE, tienen menos de 1000m, lo que dificulta su análisis y en algunos casos lleva a la poca correlación de los valores. Es por ello que para hallar los indicadores de análisis, tales como, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, severidad, gravedad y frecuencia, se toma como una sección todas las zonas pobladas presentes en cada tramo de estudio (ver capítulo 3). Además comprende todos los accidentes registrados por el CCO de IIRSA Norte desde octubre del 2006 hasta setiembre del 2011.

Capítulo 2

Análisis General de la Carretera

2.1. Red Vial Nacional

2.1.1. Clasificación de la Red Vial (Según EG-2001)

2.1.1.1. Según su Función

A. Red Vial Primaria o Sistema Nacional

Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.

B. Red Vial Secundaria o Sistema Departamental

Constituyen la red vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división política de la nación, o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales del departamento.

C. Red Vial terciaria, local o Sistema Vecinal

- Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones.
- Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblaciones.

2.1.1.2. Según su demanda

A. Autopistas

Carretera de IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos (ingresos y salidas) que proporciona flujo vehicular completamente continuo. Se le denominará con la sigla A.P.

B. Carreteras duales o multicarril.

De IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles; con control parcial de accesos. Se le denominará con la sigla MC (Multicarril).

C. Carreteras de 1era clase

Son aquellas con un IMDA entre 4000-2001 veh/día de una calzada de dos carriles (DC).

D. Carreteras de 2da clase

Son aquellas de una calzada de dos carriles (DC) que soportan entre 2000-400 veh/día.

E. Carreteras de 3era clase

Son aquellas de una calzada que soportan menos de 400 veh/día. El diseño de caminos del sistema vecinal < 200 veh/día se rigen por las Normas emitidas por el MTC para dicho fin y que no forman parte del presente Manual.

F. Trochas carrozables

Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores. Construido con un mínimo de movimiento de tierras, que permite el paso de un solo vehículo.

2.1.1.3. Según su condición orográfica

A. Carreteras de tipo 1

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es menor o igual a 10%.

B. Carreteras de tipo 2

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

C. Carreteras de tipo 3

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

D. Carreteras de tipo 4

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 100%.

2.1.2. Problemas de Seguridad Vial en las redes viales del Perú

El Perú se encuentra en el segundo lugar, a nivel de Sudamérica, entre los países con mayor tasa de mortalidad, superado sólo por Venezuela.

Tabla 2.1. Tamaño del parque automotor y mortalidad estimada en países de la región¹

País	Total población (millones)	Vehículos (millones)	víctimas mortales	mortalidad estimada por 10,000 habitantes	Mortalidad de usuarios de vías de tránsito				
					Conductor/Pasajeros de vehículos de cuatro ruedas	dos y tres ruedas	ciclistas	peatones	otros sin especificar
Argentina	39.5	12.4	5,281	13.7	41.7	9.5	6.2	19.4	23.2
Brasil	191.8	49.6	35,155	18.3	9.8	20.0	4.6	27.9	37.7
Bolivia	9.5	0.7	1,394	16.7	59.0	4.0	1.0	35.0	1.0
Chile	16.6	2.8	2,280	13.7	24.3	2.6	6.5	40.1	26.6
Colombia	46.2	5.0	5,409	11.7	17.2	36.1	7.7	33.6	5.5
Ecuador	13.3	1.0	2,341	11.7	13.5	0.8	0.5	43.2	42.0
Paraguay	6.1	0.6	854	19.7	2.8	24.2	1.1	36.9	35.0
Perú	27.9	1.4	3,510	21.5	18.0	-	3.0	78.0	1.0
Uruguay	3.3	1.0	145	4.3	-	-	-	-	-
Venezuela	27.7	4.0	6,031	21.8	74.7	-	-	24.6	0.7

Una variable fuertemente relacionada a la ocurrencia de accidentes de tránsito, es el nivel de ingresos del país, por ejemplo si comparamos al Perú con otros países de

¹ *Fuente: Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial. OMS 2009.

mayores ingresos, que por consiguiente cuentan con un parque automotor mayor, se encuentra que el Perú es un país con parque automotor pequeño en comparación a esos países, pero tiene una tasa de mortalidad muy alta.

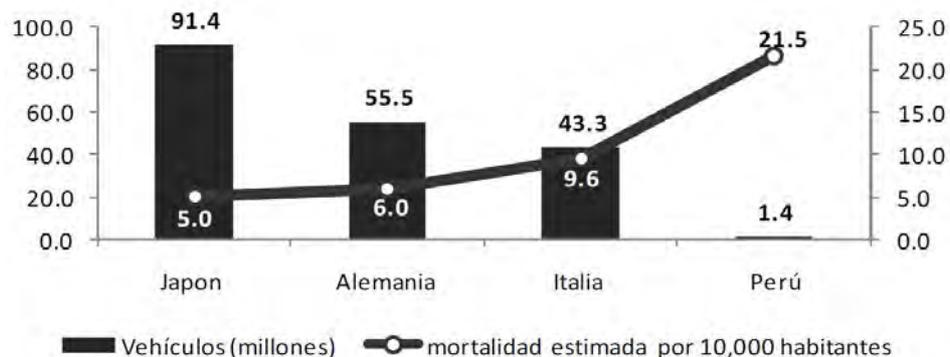


Gráfico 2.1. Tamaño del parque automotor y mortalidad estimada comparada con países de ingresos altos²

En el Perú en el 2008, se registraron a nivel Nacional 85,337 accidentes de tránsito y 55,9983 ocurren dentro de Lima y Callao (65,5% del total), los accidentes se han convertido en un problema que atenta contra el derecho a la vida y el Estado de Derecho.

Tabla 2.2. Accidentes de tránsito a nivel nacional: 2008³

TOTAL	CANTIDAD	PORCENTAJE
Amazonas	271	0.3%
Ancash	1,616	1.9%
Apurímac	428	0.5%
Arequipa	5,594	6.6%
Ayacucho	752	0.9%
Cajamarca	3,070	3.6%
Cuzco	2,514	2.9%
Huancavelica	47	0.1%
Huánuco	462	0.5%
Ica	1,404	1.6%
Junín	1,889	2.2%
La libertad	4,020	4.7%
Lambayeque	597	0.7%
Lima y Callao	55,983	65.6%
Loreto	1,081	1.3%
Madre de dios	112	0.1%
Moquegua	554	0.6%
Pasco	90	0.1%
Piura	1,593	1.9%
Puno	929	1.1%
San Martín	382	0.4%
Tacna	243	0.3%
Tumbes	309	0.4%
Ucayali	1,397	1.6%
TOTAL	85,337	100.0%

Los accidentes registrados en el 2008 dieron un total de 53,548 afectados, de los cuales 50,059 fueron lesionados y 3,489 fueron muertos.

² *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

³ *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

A continuación se muestra un cuadro del análisis de las cifras anteriores, agrupadas también por género:

Tabla 2.3. Afectados en accidentes de tránsito en 2008 según género y grado de afectación⁴

GENERO	MUERTOS	HERIDOS	TOTAL AFECTADOS
HOMBRES	2,733	35,268	38,001
MUJERES	756	14,791	15,547
TOTAL AFECTADOS	3,489	50,059	53,548

En el siguiente cuadro se muestra una clasificación según el tipo de accidente:

Tabla 2.4. Accidentes de tránsito según tipo⁵

TIPO DE ACCIDENTE	FATALES		NO FATALES		TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD	PORCENTAJE
ATROPELLO	1,008	33.9%	17,710	21.5%	18,718	21.9%
ATROPELLO Y FUGA	318	10.7%	4,321	5.2%	4,639	5.4%
CHOQUE	847	28.5%	35,479	43.1%	36,326	42.6%
CHOQUE Y FUGA	144	4.8%	12,122	14.7%	12,266	14.4%
VOLCADURA	269	9.1%	2,354	2.9%	2,623	3.1%
CAIDA DEL PASAJERO	130	4.4%	2,881	3.5%	3,011	3.5%
INCENDIO	23	0.8%	372	0.5%	395	0.5%
OTROS	232	7.8%	7,127	8.7%	7,359	8.6%
TOTAL	2,971	100.0%	82,366	100.0%	85,337	100.0%

Como se puede ver el atropello tiene un mayor porcentaje de accidentes fatales, esto se debe a que los peatones son los menos protegidos dentro del sistema vial, además indica que la mayoría de los accidentes fatales suceden en zonas urbanas.

El siguiente cuadro mostrará la clasificación de los accidentes de tránsito según su causa, aquellas designadas por la Policía Nacional del Perú.

Tabla 2.5. Accidentes de tránsito según sus causas⁶

CAUSA DEL ACCIDENTE	CANTIDAD	PORCENTAJE
Exceso de velocidad	25,543	29.9%
Imprudencia del conductor	22,165	26.0%
Ebriedad conductor	8,536	10.0%
Imprudencia del peatón	7,332	8.6%
Imprudencia del pasajero	2,590	3.0%
Falla mecánica	2,547	3.0%
Desacato de señales de tránsito	1,602	1.9%
Pista en mal estado	1,505	1.8%
Señalización defectuosa	921	1.1%
Exceso de carga	738	0.9%
Falta de luces	715	0.8%
Otros	11,143	13.1%
TOTAL	85,337	100.0%

En el cuadro anterior se puede ver que la principal causa de accidentes de tránsito es el exceso de velocidad (Factor Humano), seguido de la imprudencia del conductor, esta última puede ser considerada como una causa engañosa, debido a que muchas de las maniobras de riesgo que realiza el hombre puede ser consideradas imprudencias del conductor, por ejemplo, el exceso de velocidad es una imprudencia del conductor, así

⁴ *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

⁵ *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

⁶ *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

como manejar en estado de ebriedad; adicionalmente se puede apreciar que no existe en la data de accidentes de la PNP, la causa de conductor cansado o exhausto, el cruce de animales, causas ambientales, entre otras.

Continuando con el análisis de accidentes según estadísticas de la PNP del 2008, se presenta el siguiente cuadro donde muestran los accidentes de tránsito separados por vehículo participante.

Tabla 2.6. Accidentes de tránsito según el vehículo participante⁷

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	PORCENTAJE
AUTO	45,204	39.5%
CAMIONETA	24,919	21.8%
MOTOKAR	12,382	10.8%
MICROBUS	6,724	5.9%
OMNIBUS	5,889	5.1%
MOTO	5,436	4.7%
CAMION	4,304	3.8%
BICICLETA	1,711	1.5%
TRAYLER	1,363	1.2%
TRICICLO	740	0.6%
VOLQUETE	587	0.5%
FURGONETA	443	0.4%
OTRO	4,810	4.2%
TOTAL	114,512	100.0%

Es importante resaltar el incremento en el parque automotor de los autos en esta última década, siendo principalmente el “station wagon” el de mayor crecimiento, además hasta el momento no se cuenta con un registro sistematizado y ordenado del parque de moto-taxis (motokar), a pesar de estar éste en el tercer lugar de los vehículos que participan en la ocurrencia de accidentes, esta data ayudaría como herramienta que permita tomar decisiones del tipo político, principalmente municipal, en cuanto al otorgamiento de permisos de circulación, esto de la mano con el compromiso de la Policía de Tránsito para hacer cumplir estas normas.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el Perú posee uno de los parques automotores más pequeños del mundo, que a su vez es uno de los más mortales.



Gráfico 2.2. Comparativo de la tasa de motorización y muertes por cada 10,000 vehículos del Perú y otros países al 2006⁸

⁷ *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

⁸ *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

Entonces, ¿por qué sucede esto? Según lo visto hasta el momento se puede afirmar que en la ocurrencia de un accidente de tránsito influyen Factores Directos y Factores Indirectos, los directos son aquellos que participan e influyen de manera presencial en la ocurrencia de un accidente, tales como, el factor humano, el factor vehículo y el factor entorno y vía. Factores indirectos, son aquellas fallas institucionales y de normativas, que si bien no participan en el suceso directo del accidente, sus cambios, alteraciones e ineficiencia, son determinísticos en el aumento o disminución de accidentes de tránsito, una demostración clave de lo mencionado es el quiebre estructural que se vio en la serie de los accidentes por año en el Perú.

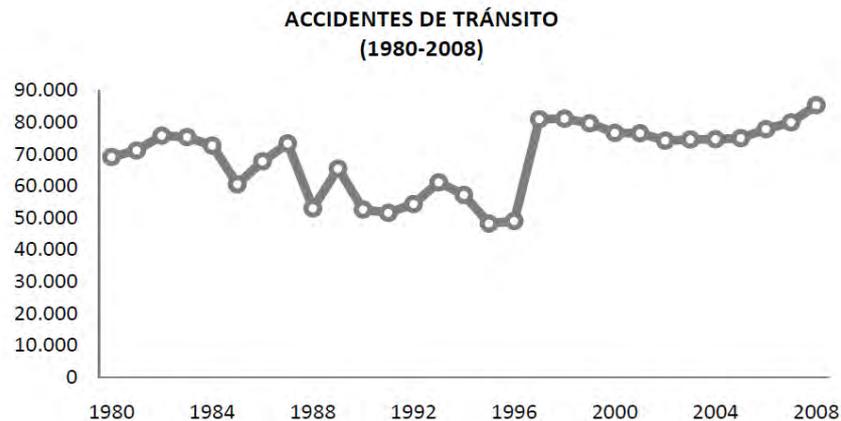


Gráfico 2.3. Accidentes de tránsito (1980-2008)⁹

Como se puede apreciar que el año 1995 fue el menor record de accidentes de tránsito (48,235). Para el siguiente año esta cifra aumento en un 1.75% o 746 accidentes, es decir, los accidentes aumentaron a 49,081, esta variación se considera estadísticamente estable, dado el comportamiento de los años anteriores. Pero en el año 1997 los accidentes aumentaron un 64.95% provocando un quiebre estructural en la serie.

Se especula que las principales causas se debieron a un cambio de política, para ser más específicos tres cambios, a los que se les conoce como el “combo”.

El primero es la importación de vehículos usados que se dan con el Decreto Supremo N°076-91-EF de 1991; el segundo se da en 1996 con la creación de la Zona Franca en Tacna con el Decreto Legislativo 842, en la que además se permite la reparación, reacondicionamiento y modificación de mercancías; y el tercero el Decreto Legislativo 843 también de 1996 en la que se restablece la importación de vehículos usados.

Estas tres normas son las que permiten desde 1991 hasta la fecha, la importación de vehículos de segunda mano, aquellos que han sido declarados como pérdida total por las compañías de seguros en sus países de origen y que además fueron modificados en su estructura, por ejemplo pasando el timón del lado derecho al izquierdo, cambiando el centro de gravedad con el que fue diseñado el vehículo originalmente, generando graves problemas para la conducción.

2.2. Análisis de Accidentalidad en la Carretera IIRSA Norte

⁹ *Fuente: Accidentes de Tránsito en el Perú. Luís Chía Ramirez / Sandro Huamaní Antonio 2010.

La Carretera IIRSA Norte comprende los 955Km de Eje Multimodal Amazonas Norte, desde el puerto marítimo de Paita hasta la ciudad de Yurimaguas, con 6 Tramos contractuales. (El presente análisis es parte del trabajo realizado por iniciativa de la autora, tomando como base el registro de accidentes de la carretera IIRSA Norte)



Imagen 2.1. Tramos de la Carretera



Imagen 2.2. Perfil de la zona Geográfica de la carretera

Estos tramos a su vez se dividen en 28 sub-tramos los cuales se detallan en donde sólo se han tomado como base para este estudio 4 de ellos:

Tabla 2.7. Sub-tramos de la carretera

Tramo	Ruta	Localidad		Progresiva (Km)		Longitud (Km)
		Desde	Hasta	Inicio	Fin	
1	002 y 001 N	Ovalo Caceres	Paita (Puerto muelle)		048+800	55,800
2	001B	Piura (cruce Av. Caceres)	Noria zapata	254+271	172+000	82,771
3	001B	Noria zapata	Dv. Olmos	172+000	086+392	86,108
4	004 A	Dv. Olmos	El Chinche	000+000	032+000	32,000
5	004 A	El Chinche	El tambo	032+000	065+400	33,400
6	003 N	El tambo	Km. 79	065+400	079+000	13,600
7	003 N	Km. 79	El arenal	079+000	091+750	12,750
8	003 N	El arenal	Pucara	091+750	117+000	26,250
9	003 N	Pucara	Cavico	117+000	150+600	34,112
10	004 B	Cavico	Pte. Chamaya II	150+600	166+000	15,400
11	004 B	Pte. Chamaya II	Chamaya	166+000	182+320	16,320
12	005 N	Chamaya	Corral Quemado	182+320	194+688	12,368
13	005 N	Corral Quemado	Bagua	194+688	227+000	32,312
14	005 N	Bagua	Naranjitos	227+000	249+000	22,000
15	005 N	Naranjitos	El tingo	249+000	278+000	28,700
16	005 N	El tingo	Corontachaca	278+000	288+500	10,500
17	005 N	Corontachaca	Pedro Ruiz	288+500	294+500	6,000
18	005 N	Pedro Ruiz	Pte. Vilcaniza (Balsapata)	294+500	342+000	47,000
19	005 N	Pte. Vilcaniza (Balsapata)	Pte. Nieva	342+000	371+500	29,260
20	005 N	Pte. Nieva	Aguas Verdes	371+500	405+000	33,500
21	005 N	Aguas Verdes	Nvo. Cajamarca	405+000	425+000	20,000
22	005 N	Nvo. Cajamarca	Rioja	425+000	470+229	44,729
23	005 N	Rioja	Dv. Moyobamba	470+500	494+500	24,000
24	005 N	Dv. Moyobamba	Pte. Bolivia	494+500	574+510	80,010
25	005 N	Pte. Bolivia	Tarapoto (Pte. Cumbazal)	574+510	603+500	28,990
26	008 Y 005 N	Tarapoto (ovalo marginal)	Pongo Cainarachi	000+000	064+750	66,350
27	008	Pongo Cainarachi	Km. 115	064+750	114+590	49,840
28	008	Km. 115	Yurimaguas	114+590	125+590	11,000
						955,070

Los tramos en estudio son 2, 3, 22 y 24; los dos primeros de zonas semiáridas de la costa y las dos restantes de zonas lluviosas de la Selva.

A continuación se muestra las características tomadas para el análisis general de toda la carretera:

Tabla 2.8. Datos Generales de la carretera IIRSA Norte

Datos de Generales de Toda la Carretera	
Tamaño de la muestra	2618 Acc.
Longitud de la carretera	955 km
Fechas de inicio del registro	12/10/2006
Fechas de fin del registro	25/09/2011
Días transcurridos	1809 días
Meses transcurridos	60 meses
Años transcurridos	5 años
Cantidad De Muertos	340
Cantidad De Heridos	2289

2.2.1. Resultados de Análisis

Según el tipo de accidente, el CCO mantiene esta clasificación de 9 tipos de accidentes, cada accidentes sólo es registrado con un solo tipo y una sola causa, los que dificulta poder hacer un estudio más profundizado de la estadística de los accidentes que suceden por dos o más factores.

Análisis según el tipo de accidente:

Tabla 2.9. Accidentes de tránsito según su tipo

Tipo de Accidentes	Cantidad	%
Despiste	988	37.74%
Choque por alcance	201	7.68%
Choque frontal	263	10.05%
Choque lateral	195	7.45%
Choque múltiple	27	1.03%
Volcadura	765	29.22%
Atropello	147	5.61%
Incendio del vehículo	20	0.76%

Tipo de Accidentes	Cantidad	%
Otro	12	0.46%
	2618	100.00%

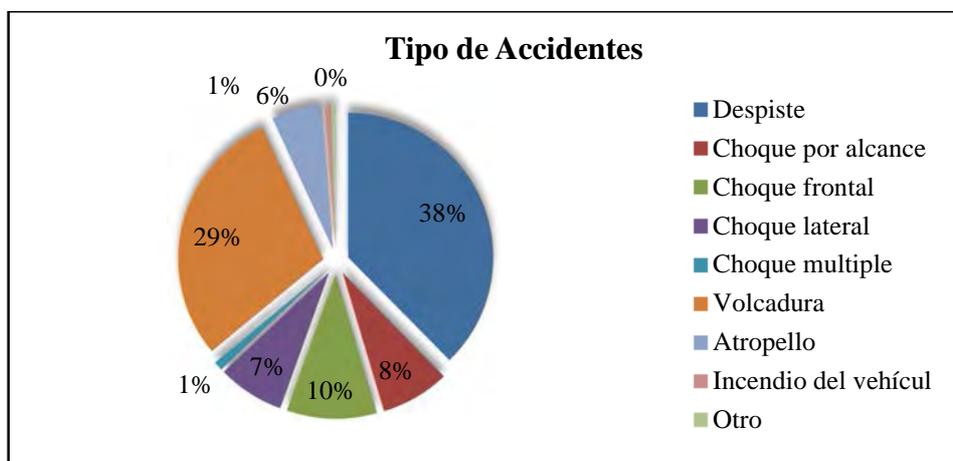


Gráfico 2.4. Accidentes de tránsito según su tipo

Con lo anterior podemos constatar el tipo de accidentes más frecuente en la carretera, es el de Despiste con un 38% seguido de un 29% de Volcaduras.

Según las causas que producen un accidente de tránsito, el CCO mantiene la siguiente clasificación de 21 causas probables de ocurrencia de accidentes de tránsito:

Tabla 2.10. Accidentes de Tránsito según las causas que lo producen

Causa de los Accidentes	Cantidad	%
Falla mecánica	538	20.55%
Presencia de lluvias	84	3.21%
Presencia de neblina	21	0.80%
Exceso de velocidad	454	17.34%
Invasión carril	113	4.32%
Invasión carril contrario	383	14.63%
Conductor exhausto	412	15.74%
Conductor distraído	58	2.22%
Conductor ebrio o drogado	117	4.47%
Deslizamiento material	10	0.38%
Estacionamiento inadecuado	25	0.96%
Deslumbramiento	22	0.84%
Maniobra evasiva o temeraria	121	4.62%
Peatón ebrio o drogado	16	0.61%
Caminar o descansar en la vía	49	1.87%
Exceso de carga	33	1.26%
Mal estado de la vía	2	0.08%
Cruce de Animales	83	3.17%
Desacato de señales	2	0.08%
Falta elementos seguridad del vehículo	9	0.34%
Otros	66	2.52%
	2618	100.00%

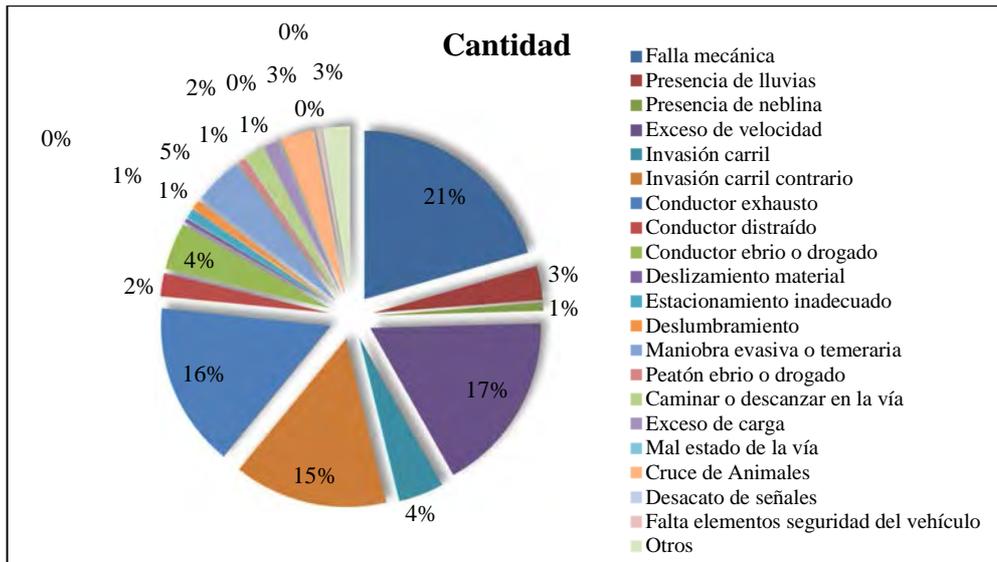


Gráfico 2.5. Accidentes de tránsito según sus causas

Como se puede apreciar la causa más común de un accidente de tránsito en la carretera IIRSA Norte, es por falla mecánica con un 21% seguida de un 17% de exceso de velocidad y en tercer lugar con un 16% de conductor exhausto.

El CCO muestra una buena gama de opciones, lo que ayuda a determinar y a analizar con gran certeza las verdaderas causas en un accidente de tránsito.

Las diversas causas de un accidente de tránsito pueden ser agrupadas y clasificadas en factores, tales como se menciona en el punto 1.1.2, a continuación se presenta un cuadro donde se muestra esta agrupación:

Tabla 2.11. Clasificación de las causas en factores

Causa de los Accidentes	Factor
Falla mecánica	F. Vehículo
Presencia de lluvias	F. Vía
Presencia de neblina	F. Vía
Exceso de velocidad	F. Humana C
Invasión carril	F. Humana C
Invasión carril contrario	F. Humana C
Conductor exhausto	F. Humana C
Conductor distraído	F. Humana C
Conductor ebrio o drogado	F. Humana C
Deslizamiento material	F. Vía
Estacionamiento inadecuado	F. Humana C
Deslumbramiento	F. Humana C
Maniobra evasiva o temeraria	F. Humana C
Peatón ebrio o drogado	F. Humana P
Caminar o descansar en la vía	F. Humana P
Exceso de carga	F. Humana C
Mal estado de la vía	F. Vía
Cruce de Animales	F. Vía
Desacato de señales	F. Humana C
Falta elementos seguridad del vehículo	F. Humana C
Otros	Otros

Teniendo entonces la siguiente distribución de porcentajes:

Tabla 2.12. Factores participantes en la ocurrencia de accidentes de tránsito

Factores intervinientes en un accidente de tránsito			
Otros	Otros	66	2.52%
Falla de vía	F. Vía	200	7.64%
Falla del vehículo	F. Vehículo	538	20.55%
Falla humana	F. Humana Conductor	1749	66.81%
Falla humana	F. Humana Peatón	65	2.48%
		2618	100.00%

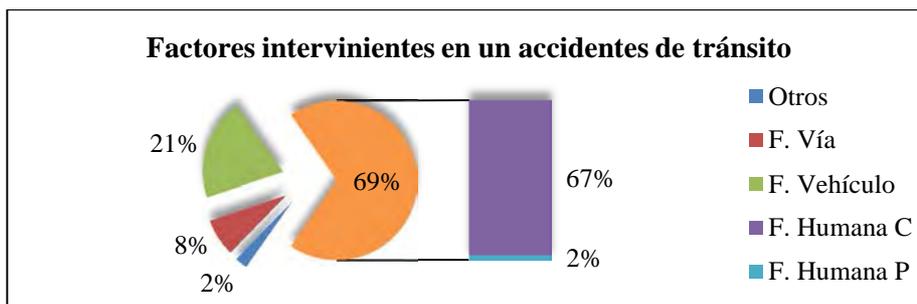


Gráfico 2.6. Factores intervinientes en la ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera IIRSA Norte

En el gráfico anterior se puede apreciar que el factor predominante es el Humano, este comportamiento es muy semejante al estudio realizado en Australia. (Ver gráfico 1.1. Distribución de los factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito)

En el siguiente cuadro se podrá ver como es la relación que existe entre el tipo de accidentes y las causas que lo producen.

Tabla 2.13. Relación entre el tipo y causas de los accidentes de tránsito

Causa\Tipo	Despiste	Choque por alcance	Choque frontal	Choque lateral	Choque múltiple	Volcadura	Atropello	Incendio del vehículo	Otro	
Falla mecánica	264	18	11	5	3	217		19	1	538
Presencia de lluvias	52	3	4	4		18			3	84
Presencia de neblina	16					5				21
Exceso de velocidad	149	76	24	35	12	140	18			454
Invasión carril	26	14	17	26	1	29				113
Invasión carril contrario	86	6	155	74	6	54	2			383
Conductor exhausto	230	6	8	7		159	2			412
Conductor distraído	10	16	2	10	1	10	8		1	58
Conductor ebrio o drogado	36	18	30	10	1	16	6			117
Deslizamiento material	4					5			1	10
Estacionamiento inadecuado		11	2	4		8				25
Deslumbramiento	10	4		1		7				22

Causa\Tipo	Despiste	Choque por alcance	Choque frontal	Choque lateral	Choque múltiple	Volcadura	Atropello	Incendio del vehículo	Otro	
Maniobra evasiva o temeraria	48	11	5	14	1	36	2		4	121
Peatón ebrio o drogado		1				1	14			16
Caminar o descansar en la vía	5					1	43			49
Exceso de carga	8					25				33
Mal estado de la vía	1					1				2
Cruce de Animales	24	2	1			17	39			83
Desacato de señales			1	1						2
Falta elementos seguridad del vehículo		7		1	1					9
Otros	19	8	3	3	1	16	13	1	2	66
	988	201	263	195	27	765	147	20	12	

Como se puede apreciar, los despistes y volcaduras se encuentran directamente relacionados a las fallas mecánicas, al conductor exhausto y al exceso de velocidad. Además de un pico en los choques frontales, debido a los adelantamientos riesgosos invadiendo el carril contrario sin tener la suficiente visibilidad del tránsito que viene en el otro sentido.

Entonces se ve que de todos los 2618 accidentes de tránsito, el 20.6% de ellos suceden por causas de fallas mecánicas, un 17.3% por exceso de velocidad y en tercer lugar un 15.7% por cansancio del conductor; sumadas estas 3 causas se obtiene un 53.6% de la cantidad de los accidentes, es decir, más de la mitad de los accidentes de tránsito suceden por estas 3 causas.

Por otro lado según la zona geométrica en la que sucede el accidente el CCO mantiene la siguiente clasificación:

Tabla 2.14. Accidentes de tránsito en IIRSA Norte según la zona geométrica

Accidentes según su zona geométrica		
Curva	885	33.80%
Recta	886	33.84%
Intersección	7	0.27%
Puente	5	0.19%
Paso a Nivel	1	0.04%
Sin Definir	834	31.86%
	2618	100.00%

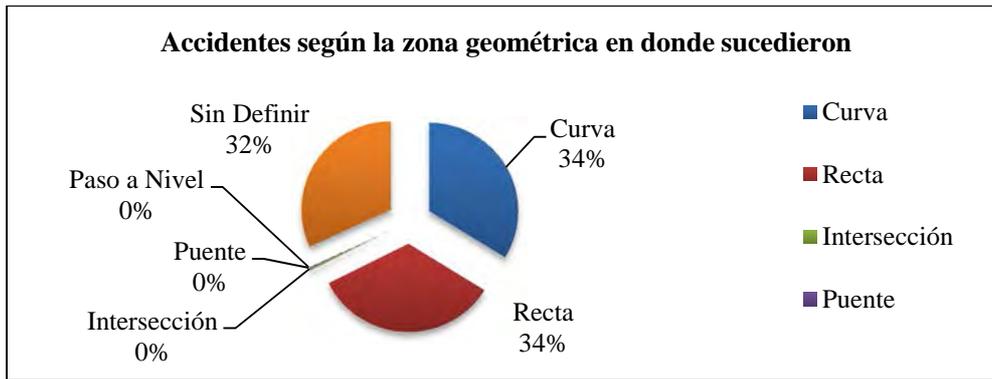


Gráfico 2.7. Accidentes de tránsito según su zona geométrica

Dado los porcentajes anteriores, se puede apreciar que la cantidad de accidentes no necesariamente está relacionada con la zona geométrica en la que suceden.

Ahora según los vehículos participantes en un accidente de tránsito, el CCO mantiene la siguiente clasificación, aquella que se muestra a continuación, cabe resaltar que en un accidente de tránsito pueden participar de uno a más vehículos (en el siguiente cuadro sólo se mostrarán los casos en los que participan hasta dos vehículos):

Tabla 2.15. Accidentes de tránsito según los vehículos participantes

Tipo de Vehículo	Vehículo 1	Vehículo 2	Total Veh.	% participación
Camioneta	402	52	454	14.68%
Auto	298	73	371	12.00%
Moto-taxi	80	73	153	4.95%
Station wagon	105	22	127	4.11%
Moto	100	50	150	4.85%
Camioneta Rural	83	20	103	3.33%
Grúa pesada	3	0	3	0.10%
Camión	796	75	871	28.17%
Tráiler	110	13	123	3.98%
Semi-tráiler	321	38	359	11.61%
Ómnibus	205	33	238	7.70%
Volquete de 15m ³	20	2	22	0.71%
Volquete de 7m ³	1	0	1	0.03%
Volquete de 4m ³	2	0	2	0.07%
Mini-cargador	1	0	1	0.03%
Ambulancia	38	8	46	1.49%
Cama baja	5	0	5	0.16%
Bicicleta	3	5	8	0.26%
Grúa Liviana	2	0	2	0.07%
Tractor	3	3	6	0.19%
Otros	9	2	11	0.36%
Sin Datos	9	0	9	0.29%
Motofurgoneta	8	4	12	0.39%
Tracto Camión	1	0	1	0.03%
Motoniveladora	1	0	1	0.03%
Cargador Frontal	2	1	3	0.10%
Ciclo-moto	1	0	1	0.03%
	9	0	9	0.29%
	2618	474	3092	100.00%

De clasificación vista en la Tabla 2.15., se puede realizar una sub-clasificación, dividiendo a los tipos de vehículos en las siguientes clases:

Tabla 2.16. Clasificación vehicular

Tipo de Vehículo	Clasificación de vehículo
Camioneta	V. Livianos
Auto	V. Livianos
Moto-taxi	V. De 2 o 3 ruedas
Station wagon	V. Livianos
Moto	V. De 2 o 3 ruedas
Camioneta Rural	V. Livianos
Grúa pesada	Camiones
Camión	Camiones
Tráiler	Tráileres
Semi-tráiler	Tráileres
Ómnibus	Bus
Volquete de 15m ³	Camiones
Volquete de 7m ³	Camiones
Volquete de 4m ³	Camiones
Mini-cargador	Máquina Pesada
Ambulancia	V. Livianos
Cama baja	Tráileres
Bicicleta	V. De 2 o 3 ruedas
Grúa Liviana	Camiones
Tractor	Máquina Pesada
Otros	Otro
Sin Datos	Otro
Motofurgoneta	V. De 2 o 3 ruedas
Tracto Camión	Camión
Motoniveladora	Máquina Pesada
Cargador Frontal	Máquina Pesada
Ciclo-moto	V. De 2 o 3 ruedas
	Por definir

Para un mejor detalle se ha clasificado los vehículos en 3 grupos importantes, el de los vehículos pesados (subdivididos en Camiones, Buses, Maquinaria Pesada y Tráileres para mayor detalle), el de los vehículos livianos y el vehículo de 2 ó 3 ruedas (motos y moto-taxis), a continuación se ve el siguiente cuadro:

Tabla 2.17. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular

Tipo de Vehículo	Cantidad	%
V. De 2 o 3 ruedas	323	10.45%
V. Livianos	1110	28.17%
Otro	11	0.36%
Por definir	10	0.61%
Camiones	898	32.37%
Bus	238	7.70%
Máquina Pesada	12	0.39%
Tráileres	490	19.96%
	3092	100.00%

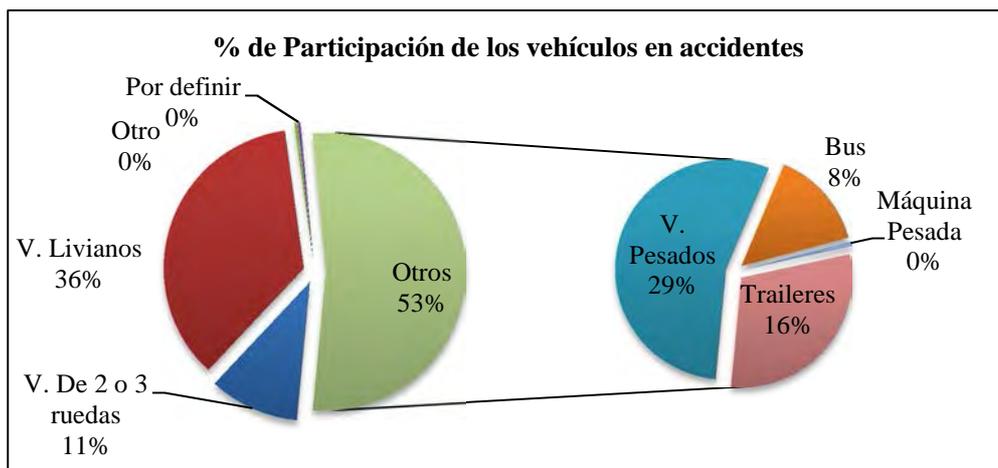


Gráfico 2.8. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular

En el anterior gráfico se puede apreciar que existe un 53% de participación de vehículos pesados en accidentes, esto está relacionado con el nivel comercial que la carretera IIRSA Norte tiene, en donde la mayor cantidad de vehículos son los de transportes de materiales, alimentos y pasajeros.

El CCO clasifica los daños de los accidentes de tránsito en tres tipos, teniendo que los accidentes sin lesionado y/o con daños materiales se clasifican en la categoría “A”, los accidentes con lesionados o heridos en la categoría “B” y los accidentes con consecuencias de al menos un muerto en la categoría “C”. En el siguiente cuadro se muestra la representación en porcentaje de los accidentes de tránsito de un tipo de vehículo con una categoría de daño respecto del total de los accidentes suscitados con ese tipo de categoría.

Tabla 2.18. Relación entre vehículos y daños en los accidentes de tránsito

Vehículo/Daño	A	B	C	%A	%B	%C
Camioneta	284	146	24	15.43%	14.81%	9.38%
Auto	216	132	23	11.73%	13.39%	8.98%
Moto-taxi	29	104	20	1.58%	10.55%	7.81%
Station wagon	79	43	5	4.29%	4.36%	1.95%
Moto	13	98	39	0.71%	9.94%	15.23%
Camioneta Rural	54	43	6	2.93%	4.36%	2.34%
Grúa pesada	1	1	1	0.05%	0.10%	0.39%
Camión	616	191	64	33.46%	19.37%	25.00%
Tráiler	92	23	8	5.00%	2.33%	3.13%
Semi-tráiler	276	67	16	14.99%	6.80%	6.25%
Ómnibus	114	95	29	6.19%	9.64%	11.33%
Volquete de 15m ³	12	10		0.65%	1.01%	0.00%
Volquete de 7m ³	1			0.05%	0.00%	0.00%
Volquete de 4m ³	1	1		0.05%	0.10%	0.00%
Mini-cargador	1			0.05%	0.00%	0.00%
Ambulancia	30	11	5	1.63%	1.12%	1.95%
Cama baja	4	1		0.22%	0.10%	0.00%
Bicicleta	1	2	5	0.05%	0.20%	1.95%
Grúa Liviana	2			0.11%	0.00%	0.00%
Tractor	3	2	1	0.16%	0.20%	0.39%

Vehículo\Daño	A	B	C	%A	%B	%C
Otros	2	3	6	0.11%	0.30%	2.34%
Sin Datos	3	3	3	0.16%	0.30%	1.17%
Motofurgoneta	2	9	1	0.11%	0.91%	0.39%
Tracto camión	1			0.05%	0.00%	0.00%
Motoniveladora	1			0.05%	0.00%	0.00%
Cargador Frontal	3			0.16%	0.00%	0.00%
Ciclo-moto		1		0.00%	0.10%	0.00%
	1841	986	256	100.00%	100.00%	100.00%

2.3. Análisis de Accidentalidad en los cuatro tramos seleccionados de la carretera IIRSA Norte.

El presente análisis es parte del trabajo realizado por iniciativa de la autora, tomando como apoyo el registro de accidentes de la carretera IIRSA Norte, además elaborando también el levantamiento de campo de donde se obtuvieron datos como la longitud del tramo, número de habitantes, ubicación geográfica, ubicación de iglesias, centro comunitarios, plazas, parques, comisarias, escuelas, etc.

Esta información se encuentra organizada mediante fichas de cada uno de los centros poblados visitados y estudiados y se pueden ver en los anexos 25, 26, 27 y 28.

De estas fichas se pudo obtener aportes importantes, uno de ellos es el tema cultural y religioso principalmente visto en los tramos de la zona de selva, donde se pudo apreciar que muchas de las personas consideran la carretera como su calle principal, usando las bermas e incluso la misma calzada como veredas, aumentando drásticamente el índice de accidentes. Además se pudo observar en estos tramos que existe una predominancia de la religión evangelista (de 70% a 90%), aquellos que tienen por costumbre realizar sus cultos por la noche, no sólo usando la vía como calle sino que incluso arriesgándose a no ser visto por los conductores.

Por otro lado, no se puede pasar por alto el hecho que muchos de los transportistas no respetan los límites máximos de velocidad, cuando se está pasando por una zona poblada, inclusive no disminuyen en lo absoluto su velocidad, poniendo en riesgo la seguridad pública.

En la actualidad existe un creciente conflicto entre pobladores y transportista, debido a estos desacuerdos.

Otro punto importante que se pudo apreciar en las visitas a campo, es respecto al espacio geográfico que se tiene en los cuatro tramos, mientras que los tramos de la costa cuentan con una vía y un derecho de vía lo suficientemente ancho, siendo aproximadamente más de 25m medidos desde el eje de la calzada hasta la vivienda más cercana, en los tramos de la selva no sucede esto, debido a que muchas de las viviendas son construidas justo al borde de la berma, no dejando espacio alguno de derecho de vía. Esta particularidad puede ser un factor determinante en la ocurrencia de accidentes de tránsito.

Con respecto al clima y a la geometría, los tramos pueden ser separados en dos grupos los de la zona costera y los de la Selva. Ambos con características diferentes y similares.

Los tramos ubicados en la costa, muestran un clima caluroso y de bosque semi-árido seco, con temperatura que puede llegar hasta los 32°C, sólo teniendo presencia de lluvias fuertes en los meses de marzo y abril.

Los tramos ubicados en la zona de selva alta y baja, muestran un clima caluroso y húmedo. La presencia de lluvias es constante, siendo éstas de mayor intensidad y frecuencia en las épocas de marzo y abril. El factor climático en esta zona puede ser un elemento favorable para la ocurrencia de muchos de los accidentes de tránsito.

2.3.1. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 2

Este tramo está ubicado en su totalidad en el departamento de Piura y comprende de la ciudad de Piura hasta Noria Zapata, específicamente desde la zona poblada de Castilla Km 254+271 (Puente Cáceres del canal Biaggio Arbulú) hasta la zona de Noria Zapata en el Km 172+000, zona de bosque seco.



Imagen 2.3. Ubicación de Sub-tramo 2

Como se puede apreciar en este tramo cuenta con un total del 82.77km y además en él se encuentra ubicada una unidad de peaje, específicamente la U.P de Chulucanas, de donde se ha podido extraer el dato del flujo vehicular en esa zona, conocido como el IMD (Índice Medio Diario), que me indica la cantidad de vehículos promedio que transita por este tramo en un día.

Tabla 2.19. Datos Generales del Sub-tramo 2

Datos de Generales del Sub-tramo 2	
Tamaño de la muestra	166
Fecha de inicio del registro	19/10/2006
Fecha de fin del registro	25/09/2011
Días transcurridos	6
Meses transcurridos	11
Años transcurridos	4
Han transcurrido 4 años, 11 meses, 6 días	
Cantidad de Muertos	17
Cantidad de Heridos	137
Longitud (Km)	82.77

Resultado del análisis del sub-tramo 2

Gracias a la base de datos del CCO, se ha podido realizar el análisis de cada uno de los sub-tramos, aquellos que son estudio de la presente tesis, comenzando por el análisis de los accidentes según su tipo:

Tabla 2.20. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 2

Accidentes según su tipo	Cantidad	%
Despiste	52	31.33%
Choque por alcance	11	6.63%
Choque frontal	14	8.43%
Choque lateral	6	3.61%
Choque múltiple	1	0.60%
Volcadura	43	25.90%
Atropello	37	22.29%
Incendio del vehículo	2	1.21%
Otro	0	0.00%
	166	100.00%

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los despistes ocupan el primer lugar de los accidentes según su tipo (31.33%), seguidos de las Volcaduras (25.9%); cabe resaltar en este tramo se tiene que el 22.29% de los accidentes son atropellos, los cuales no necesariamente involucran personas sino también animales, como caballos, burros, ovejas, cabras, perros, etc.

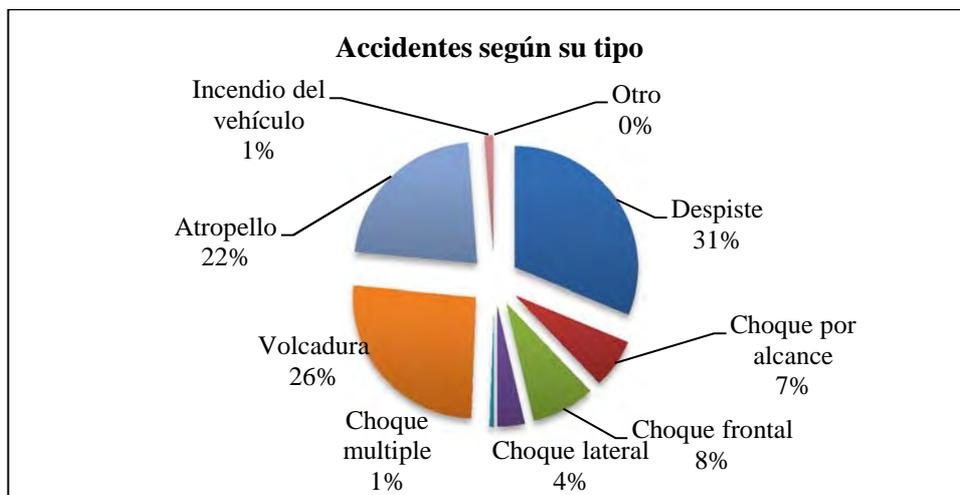


Gráfico 2.9. Accidentes según su tipo del Sub-tramo 2

El CCO ha identificado un grupo de 21 causas posibles en accidentes, esto hace que se puedan identificar mejor cual es el factor predominante en la ocurrencia de accidentes.

Tabla 2.21. Accidentes según sus causas del sub-tramo 2

Causa de los Accidentes	Cantidad	%
Falla mecánica	47	28.31%
Presencia de lluvias	0	0.00%
Presencia de neblina	0	0.00%
Exceso de velocidad	5	3.01%
Invasión carril	2	1.21%
Invasión carril contrario	13	7.83%

Causa de los Accidentes	Cantidad	%
Conductor exhausto	18	10.84%
Conductor distraído	6	3.61%
Conductor ebrio o drogado	10	6.02%
Deslizamiento material	0	0.00%
Estacionamiento inadecuado	0	0.00%
Deslumbramiento	1	0.60%
Maniobra evasiva o temeraria	11	6.63%
Peatón ebrio o drogado	1	0.60%
Caminar o descansar en la vía	4	2.41%
Exceso de carga	1	0.60%
Mal estado de la vía	0	0.00%
Cruce de Animales	43	25.90%
Desacato de señales	0	0.00%
Falta elementos seguridad del vehículo	1	0.60%
Otros	3	1.81%
	166	100.00%

Del cuadro anterior se puede apreciar que la causa predominante es el de Falla Mecánica (Factor Vehículo), esto se debe al uso de vehículos en mal estado, vehículos que no se les da un debido mantenimiento y revisión, esto puede ser reflejo del deficiente parque automotor en el Perú. Adicionalmente se ve que la segunda causa más frecuente, es el cruce de animales en la vía (Factor Entorno y Vía), esta causa no se encuentra especificada en las causas de accidentes de la PNP, pero sin embargo podemos apreciar que en la zona norte del Perú es una de sus principales causantes de accidentes, esto puede deber a que este sub-tramo de la carretera, atraviesa un bosque seco donde los pastos y la comida para los animales es escasa generando que los criadores dejen libres a sus animales para que busquen pastizales más lejanos, cruzando constantemente por la calzada.

Estas causas se pueden agrupar en 3 factores principales (ver apartado 1.1.2), como se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 2.22. Factores que interactúan en la ocurrencia de accidentes de tránsito

Causas de los Accidentes	Factor
Falla mecánica	F. Vehículo
Presencia de lluvias	F. Vía
Presencia de neblina	F. Vía
Exceso de velocidad	F. Humana C
Invasión carril	F. Humana C
Invasión carril contrario	F. Humana C
Conductor exhausto	F. Humana C
Conductor distraído	F. Humana C
Conductor ebrio o drogado	F. Humana C
Deslizamiento material	F. Vía
Estacionamiento inadecuado	F. Humana C
Deslumbramiento	F. Humana C
Maniobra evasiva o temeraria	F. Humana C
Peatón ebrio o drogado	F. Humana P
Caminar o descansar en la vía	F. Humana P

Causa\Tipo	Despiste	Choque por alcance	Choque frontal	Choque lateral	Choque múltiple	Volcadura	Atropello	Incendio del vehículo	Otro
Estacionamiento inadecuado									
Deslumbramiento		1							
Maniobra evasiva o temeraria	4		1	1		5			
Peatón ebrio o drogado							1		
Caminar o descansar en la vía							4		
Exceso de carga						1			
Mal estado de la vía									
Cruce de Animales	11					6	26		
Desacato de señales									
Falta elementos seguridad del vehículo		1							
Otros							3		

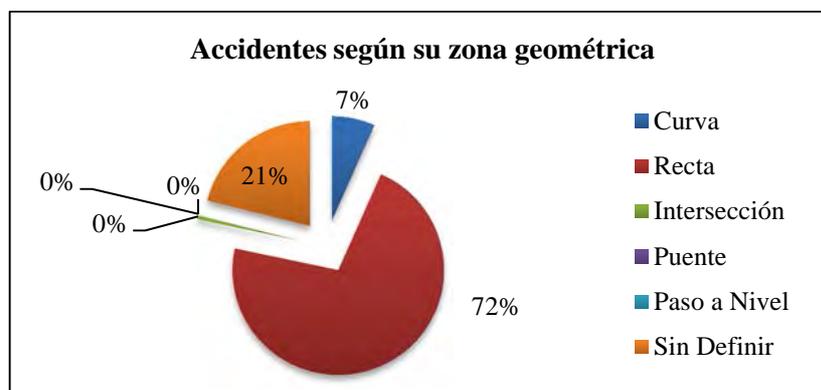
Como se puede apreciar, los despistes y volcaduras están relacionadas directamente a las fallas mecánicas, cruce de animales y al conductor exhausto; teniendo el tipo más frecuente los atropellos por cruce de animales.

Análisis de accidentes de Tránsito según su zona geométrica:

Cabe resaltar que por la geometría de la zona, Bosque seco de Costa, el diseño de la carretera es principalmente recto, por lo que en el siguiente cuadro se ve reflejado el predominio de los accidentes de tránsito en zona de recta.

Tabla 2.25. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 2

Accidentes según su zona geométrica		
Curva	11	6.63%
Recta	119	71.69%
Intersección	1	0.60%
Puente	0	0.00%
Paso a Nivel	0	0.00%
Sin Definir	35	21.08%
	166	100.00%



Gráfica 2.11. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 2

Análisis de accidentes de Tránsito según el vehículo participante:

De la siguiente tabla se puede apreciar que el vehículo con mayor frecuencia de participación en accidentes de tránsito es la camioneta (30%), ésta por lo general puede desarrollar altas velocidades, siendo aún más altas en zonas rectas, pudiéndosele atribuir a este hecho la alta incidencia de accidentes de este tipo de vehículo.

Hay que tener en cuenta un hecho importante, que a mayor velocidad, mayor es la probabilidad de tener un accidente de tránsito, esto debido principalmente a dos principios importantes, primero que el tiempo de reacción para realizar alguna maniobra preventiva o reactiva es más corto, y segundo que la fuerza de impacto es mayor a mayores velocidades.

Tabla 2.26. Accidentes de tránsito según en vehículo participante del sub-tramo 2

Tipo de Vehículo	Vehículo 1	Vehículo 2	Total Veh	% participación
Camioneta	52	5	57	30.00%
Auto	13	6	19	10.00%
Moto-taxi	1	2	3	1.58%
Station wagon	11	0	11	5.79%
Moto	7	1	8	4.21%
Camioneta Rural	7	0	7	3.68%
Grúa pesada	0	0	0	0.00%
Camión	40	4	44	23.16%
Tráiler	2	0	2	1.05%
Semi-tráiler	11	0	11	5.79%
Ómnibus	11	1	12	6.32%
Volquete de 15m ³	4	1	5	2.63%
Volquete de 7m ³	0	0	0	0.00%
Volquete de 4m ³	1	0	1	0.53%
Mini-cargador	0	0	0	0.00%
Ambulancia	3	1	4	2.11%
Cama baja	0	0	0	0.00%
Bicicleta	0	0	0	0.00%
Grúa Liviana	0	0	0	0.00%
Tractor	0	0	0	0.00%
Otros	0	1	1	0.53%
Sin Datos	3	0	3	1.58%
Motofurgoneta	0	2	2	1.05%
Tracto camión	0	0	0	0.00%
Motoniveladora	0	0	0	0.00%
Cargador Frontal	0	0	0	0.00%
Ciclo-moto	0	0	0	0.00%
	0	0	0	0.00%
	166	24	190	100.00%

Tabla 2.27. Accidentes de tránsito según la clasificación vehicular del sub-tramo 2

Tipo de Vehículo	Cantidad	%
V. De 2 o 3 ruedas	13	6.84%
V. Livianos	98	51.58%
Otro	4	2.11%
Por definir	0	0.00%

Tipo de Vehículo	Cantidad	%
Camiones	50	26.32%
Bus	12	6.32%
Máquina Pesada	0	0.00%
Tráileres	13	6.84%
	190	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver la alta participación del vehículo liviano (51.58%), esto está directamente relacionado al predominio de este vehículos en el tramo, pero cabe mencionar, que existe un 39% de participación de los vehículos pesados, principalmente del Camión.

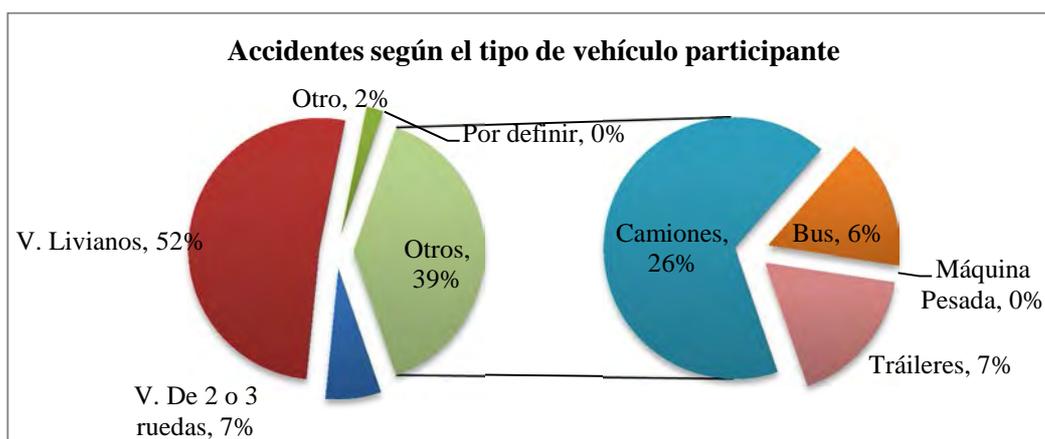


Gráfico 2.12. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del Sub-tramo 2

Continuando con lo mencionado líneas arriba, se puede distinguir que un 39% existe participación de vehículo pesado (Buses, Camiones, maquinaria pesada, tráileres, etc.), un 52% de Vehículos livianos (autos, camionetas, station wagon, etc.) y un 7% de vehículos menores (motos, moto-taxis, motofurgonetas, etc.), esto a pesar de no estar su circulación permitida por carreteras.

Tabla 2.28. Relación entre vehículo y daño en accidentes de tránsito del sub-tramo 2

Veh\Daño	A	B	C	% A	% B	% C
Camioneta	33	18	5	32.04%	26.09%	31.25%
Auto	9	8	2	8.74%	11.59%	12.50%
Moto-taxi		3		0.00%	4.35%	0.00%
Station wagon	8	3		7.77%	4.35%	0.00%
Moto	2	6		1.94%	8.70%	0.00%
Camioneta Rural	3	4		2.91%	5.80%	0.00%
Grúa pesada				0.00%	0.00%	0.00%
Camión	29	10	4	28.16%	14.49%	25.00%
Tráiler	1	1		0.97%	1.45%	0.00%
Semi-tráiler	7	2	2	6.80%	2.90%	12.50%
Ómnibus	5	6	1	4.85%	8.70%	6.25%
Volquete de 15m ³	2	3		1.94%	4.35%	0.00%
Volquete de 7m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Volquete de 4m ³		1		0.00%	1.45%	0.00%
Mini-cargador				0.00%	0.00%	0.00%
Ambulancia	3	1		2.91%	1.45%	0.00%
Cama baja				0.00%	0.00%	0.00%

Veh\Daño	A	B	C	%A	%B	%C
Bicicleta				0.00%	0.00%	0.00%
Grúa Liviana				0.00%	0.00%	0.00%
Tractor				0.00%	0.00%	0.00%
Otros			1	0.00%	0.00%	6.25%
Sin Datos	1	2		0.97%	2.90%	0.00%
Motofurgoneta		1	1	0.00%	1.45%	6.25%
Tracto Camión				0.00%	0.00%	0.00%
Motoniveladora				0.00%	0.00%	0.00%
Cargador Frontal				0.00%	0.00%	0.00%
Ciclo-moto				0.00%	0.00%	0.00%
	103	69	16	100.00%	100.00%	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver que en el 32.04% de los accidentes de tránsito sin lesionados (daño A), el 26.09% de los accidentes de tránsito con lesionados (daño B) y el 31.25% de los accidentes de tránsito con muertos, ha habido la participación de Camionetas.

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar en número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

Tabla 2.29. Frecuencia de ocurrencia de accidentes de tránsito por mes del sub-tramo 2

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0	5
1	9
2	18
3	12
4	5
5	6
6	2
7	2
9	1
Moda	2

En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han visto el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Del cuadro anterior entonces se puede concluir que este sub-tramo presenta con más frecuencia la ocurrencia de 2 accidentes en un mes.

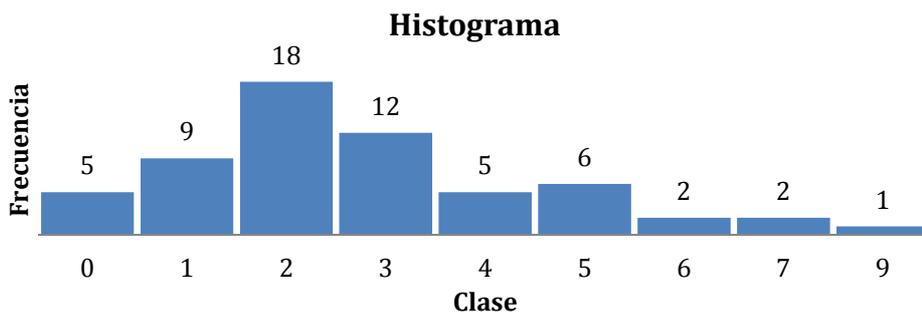


Gráfico 2.13. Histogramas de Accidentes de tránsito del sub-tramo 2

Sin embargo si se tomaran sólo los datos desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, se ve en el siguiente histograma, que en los últimos años la moda es de 5 accidentes por mes.

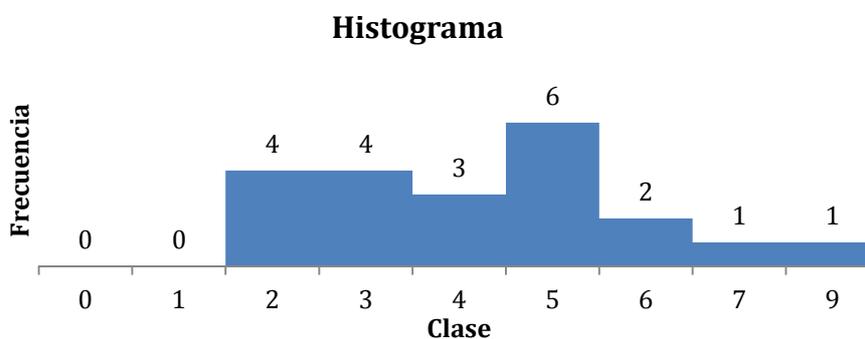


Gráfico 2.14. Histograma de accidentes de tránsito de los datos entre el año 2010 y 2011 del sub-tramo 2

Ahora si analizamos la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos, tomando como tiempo los días transcurridos entre evento y evento, obtenemos que en promedio cada 10.92 días sucede un accidentes de tránsito en este tramo de la carretera (ver el Anexo N°9), pero si sólo se toman los datos desde el 2010 se obtiene un promedio de **7.18 días**, que indicaría que los accidentes están siendo cada vez más frecuentes, el siguiente gráfico explica mejor este comportamiento.

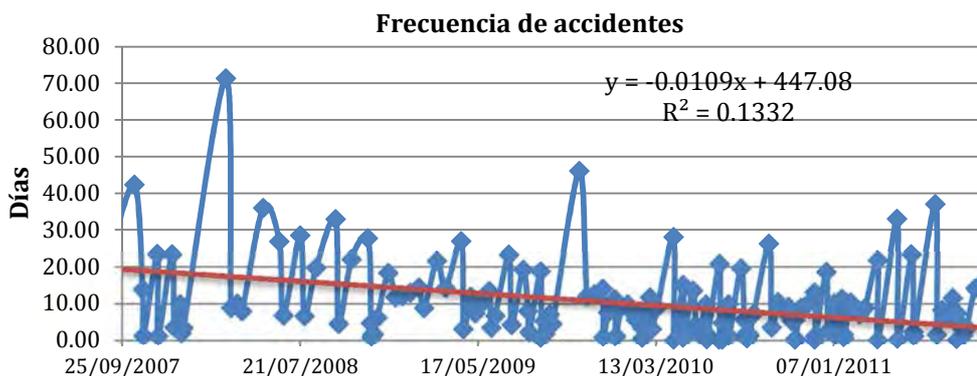


Gráfico 2.15. Frecuencia de los accidentes de tránsito del sub-tramo 2

Del gráfico anterior, dada la poca correlación de los valores no se puede concluir que la tendencia de la frecuencia es negativa, pero observando el comportamiento general de los valores, se ve que las oscilaciones se hacen cada vez más cortas, teniendo amplitudes de menor magnitud en los últimos años, lo que hace ver una reducción en el tiempo transcurrido entre accidentes continuos.

B. Tasa de Accidentalidad

Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (ver fórmula 2)

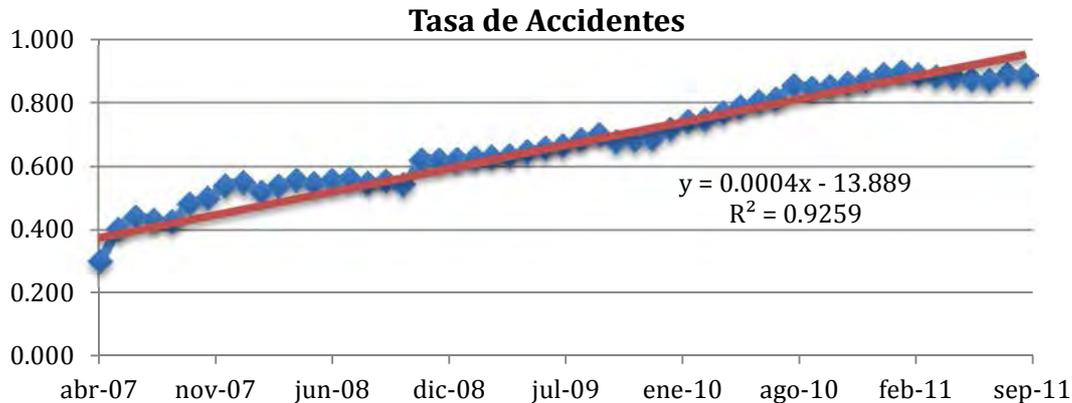


Gráfico 2.16. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 2

En el gráfico anterior, se puede ver la evolución de la tasa de accidentes con una tendencia al crecimiento, iniciando con valores pequeños, debido a varios factores, tales como, la poca información de la ocurrencia de accidentes obtenida por el CCO, que la carretera aún no estaba construida en su totalidad, entre otros factores. Para setiembre de 2011 se tiene una tasa de accidente de **0.886**. (Ver Anexo N°1, tabla de índices de sub-tramo 2)

Con la cantidad de accidentes de tránsito sucedidos en un mes y el IMD, se puede hacer el siguiente gráfico, en donde por la poca correlación entre los valores no se puede definir una tendencia, pero si indicar que los accidentes por mes fluctúan mayormente entre 1 y 3.

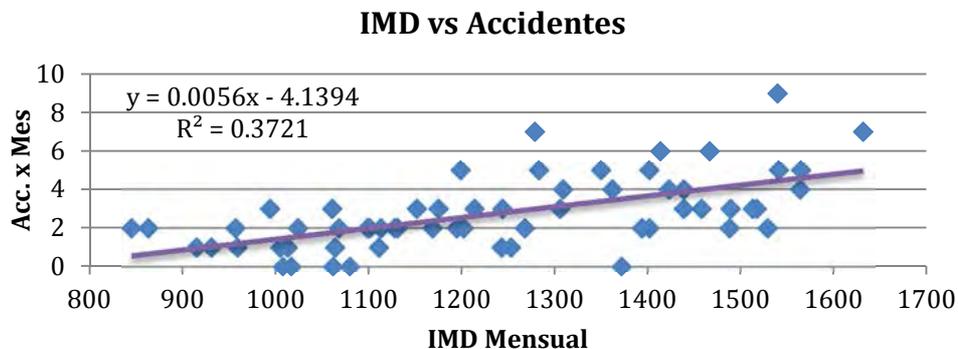


Gráfico 2.17. IMDM vs accidentes por mes del sub-tramo 2

C. Índices de Peligrosidad

Como ya se ha explicado anteriormente, existen dos tipos de índices de peligrosidad, el primero depende directamente de la cantidad de accidentes con heridos o lesionados y el segundo de la cantidad de accidentes fatales. (Ver fórmula 3 y 4).

- ✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

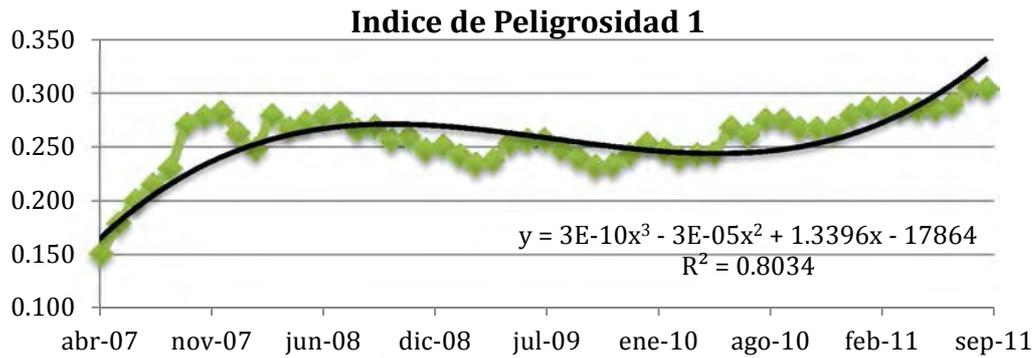


Gráfico 2.18. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 2

En este caso, a pesar que la variabilidad de los datos y principalmente a que los registros de accidentes al inicio de la concesión no eran confiables, se han aproximado a una polinómica, en donde se puede observar que para el último año los valores están en aumento, es decir, que existe un aumento en la cantidad de accidentes con lesionados, que hasta setiembre de 2011 el índice mostraba una cifra de **0.304**. (Ver Anexo N°1, tabla de índices de sub-tramo 2).

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

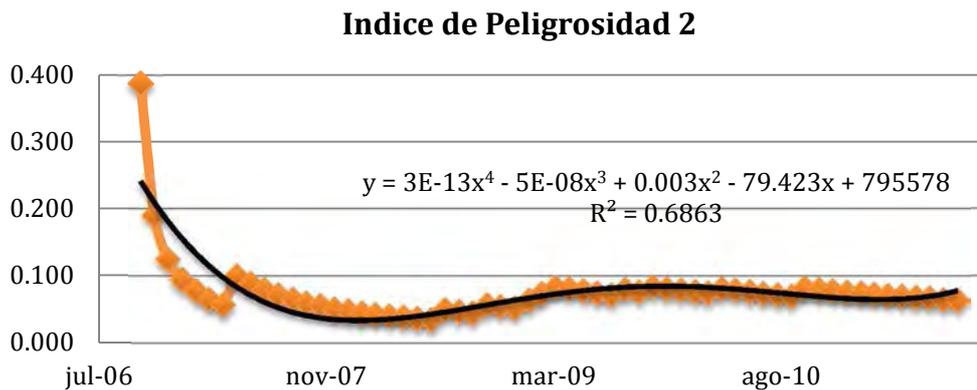


Gráfico 2.19. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 2

En este caso, se ha aproximado la gráfica a una tendencia polinómica, que muestra una mejor correlación de sus valores, en donde se puede observar que a partir de marzo del 2009 los valores se mantienen casi constantes y estables, lo que nos da un indicio que si bien puede haber un aumento en la ocurrencia de accidentes de tránsito, esto no representa necesariamente mayores muertos. El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.064**. (Ver Anexo N°1, tabla de índices de sub-tramo 2).

D. Índice de Gravedad

Este índice es la relación entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1.

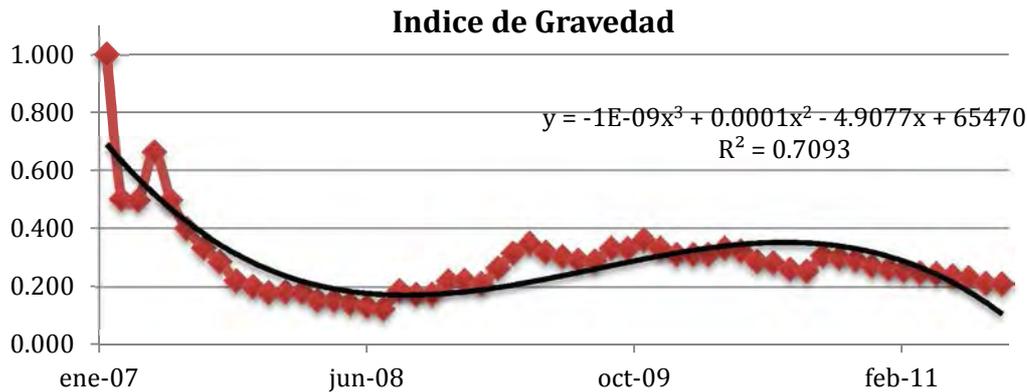


Gráfico 2.20. Índice de gravedad del sub-tramo 2

Al igual que las gráficas anteriores este índice de gravedad ha sido aproximado a una tendencia polinómica, de donde se puede mencionar que a partir del 2009 aproximadamente, estos valores han descendido casi imperceptiblemente, un comportamiento muy similar al índice de peligrosidad 2, es decir, que a pesar que la cantidad de accidentes aumente, no necesariamente la gravedad de ellos lo hace, el índice de gravedad obtenido hasta setiembre de 2011 es **0.211**. (Ver Anexo N°1, tabla de índices de sub-tramo 2).

E. Índice de Severidad

Es aquel índice que da una puntuación a cada accidente de tránsito registrado, de acuerdo a los daños o la gravedad de los mismos, por ejemplo, a los accidentes sin lesionados (daño A) 1 punto, a los accidentes con lesionados (daño B) 10 puntos y finalmente a los accidentes con muertos (daño C) 100 puntos.

En el Anexo N°13, se puede apreciar con mayor detalle la tabla con todos los accidentes de tránsito registrados por el CCO en el sub-tramo 2 desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, con sus respectivas puntuaciones de acuerdo a la gravedad de los accidentes.

En este sub-tramo se obtiene una puntuación total de **1867 puntos**, entonces si la cantidad de accidentes fueron de 166, el índice de severidad es **11.25**. (Ver fórmula 6).

2.3.2. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 3

Este tramo comprende desde Noria Zapata en el Km 172+000, es la continuación del sub-tramo 2 hasta el Dv. Olmos en el Km 086+392, pasando la ciudad de Olmos, en lo que comúnmente se conoce como “el cruce a Jaén”, este sub-tramo aún continúa siendo bosque seco.



Imagen 2.4. Ubicación del sub-tramo 3

Tabla 2.30. Datos Generales del sub-tramo 3

Datos de Generales de Toda la Carretera	
Tamaño de la muestra	70
Fechas de inicio del registro	09/06/2007
Fechas de fin del registro	13/08/2011
Días transcurridos	4
Meses transcurridos	2
Años transcurridos	4
Han transcurrido 4 años, 2 meses, 4 días	
Cantidad de Muertos	4
Cantidad de Heridos	40
Longitud (Km)	86.12

Resultados del Análisis

Análisis de accidentes de Tránsito según su tipo:

Tabla 2.31. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 3

Tipo de Accidentes	Cantidad	%
Despiste	32	45.71%
Choque por alcance	2	2.86%
Choque frontal	3	4.29%
Choque lateral	3	4.29%
Choque múltiple	0	0.00%
Volcadura	25	35.71%
Atropello	4	5.71%
Incendio del vehículo	1	1.43%
Otro	0	0.00%
	70	100.00%

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los despistes ocupan el primer lugar de los accidentes según su tipo (45.71%), seguidos de las Volcaduras (35.71%).

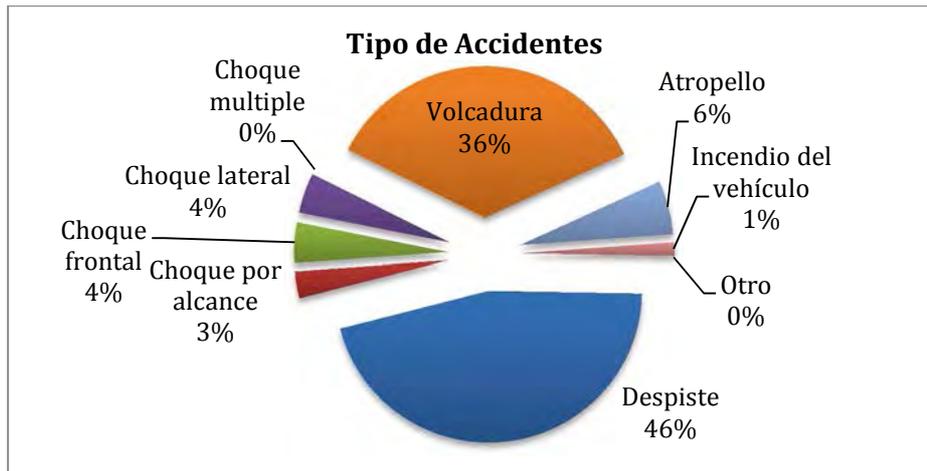


Gráfico 2.21. Accidentes según su tipo del sub-tramo 3

Análisis de accidentes de Tránsito según sus causas:

El CCO ha identificado un grupo de 21 causas posibles en accidentes, esto hace que se puedan identificar mejor cual es el factor predominante en la ocurrencia de accidentes:

Tabla 2.32. Accidentes de tránsito según sus causas del sub-tramo 3

Causa de los Accidentes	Cantidad	%	Falla
Falla mecánica	24	34.29%	F. Vehículo
Presencia de lluvias	0	0.00%	F. Vía
Presencia de neblina	0	0.00%	F. Vía
Exceso de velocidad	4	5.71%	F. Humana C
Invasión carril	0	0.00%	F. Humana C
Invasión carril contrario	6	8.57%	F. Humana C
Conductor exhausto	12	17.14%	F. Humana C
Conductor distraído	3	4.29%	F. Humana C
Conductor ebrio o drogado	1	1.43%	F. Humana C
Deslizamiento material	0	0.00%	F. Vía
Estacionamiento inadecuado	1	1.43%	F. Humana C
Deslumbramiento	0	0.00%	F. Humana C
Maniobra evasiva o temeraria	4	5.71%	F. Humana C
Peatón ebrio o drogado	0	0.00%	F. Humana P
Caminar o descansar en la vía	0	0.00%	F. Humana P
Exceso de carga	0	0.00%	F. Humana C
Mal estado de la vía	0	0.00%	F. Vía
Cruce de Animales	11	15.71%	F. Vía
Desacato de señales	0	0.00%	F. Humana C
Falta elementos seguridad del vehículo	0	0.00%	F. Humana C
Otros	4	5.71%	Otros
	70	100.00%	

Del cuadro anterior, nuevamente se puede apreciar como causa predominante a la Falla Mecánica (Factor Vehículo), dada principalmente por vehículos en mal estado, a los cuales no se les dan un debido mantenimiento y revisión. Además se ve que la segunda causa más frecuente, es conductor exhausto (Falla humana con 17.14%) y finalmente se puede ver la alta influencia del cruce de animales en la vía (Factor Entorno y Vía con 15.71%) en la ocurrencia de accidentes.

Estas causas se pueden agrupar en 3 factores principales (ver apartado 1.1.2). Obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 2.33. Accidentes según sus factores intervinientes del sub-tramo 3

Factores intervinientes en un accidente de tránsito		
Otros	4	5.71%
Factor Vía: falla de la vía o el entorno	11	15.71%
Factor Vehículo: falla del vehículo	24	34.29%
Factor Humano: Falla del conductor	31	44.29%
Factor Humano: Falla del peatón	0	0.00%
	70	100.00%

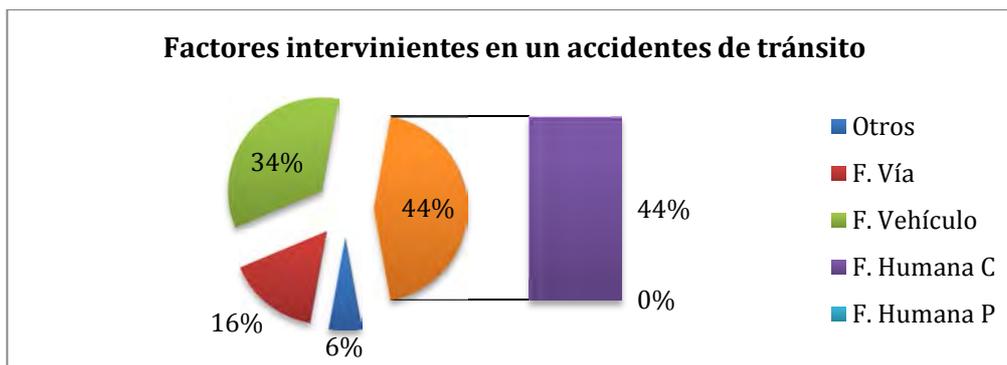


Gráfico 2.22. Factores intervinientes en un accidente de tránsito del sub-tramo 3

Del gráfico anterior, se puede decir que ya agrupadas las causas, el factor predominante es el humano, seguido del factor vehículo, con su principal y única causa, fallas mecánicas.

En el siguiente cuadro se podrá ver como es la relación que existe entre el tipo de accidentes y las causas que lo producen.

Tabla 2.34. Relación entre tipo y causa de los accidentes de tránsito del sub-tramo 3

Causa\Tipo	Despiste	Choque por alcance	Choque frontal	Choque lateral	Choque múltiple	Volcadura	Atropello	Incendio del vehículo	Otro
Falla mecánica	10					13		1	
Presencia de lluvias									
Presencia de neblina									
Exceso de velocidad		2				2			
Invasión carril									
Invasión carril contrario	2		2	1			1		
Conductor exhausto	9			1		2			
Conductor distraído	1		1				1		
Conductor ebrio o drogado				1					
Deslizamiento material									
Estacionamiento inadecuado						1			
Deslumbramiento									
Maniobra evasiva o temeraria	2					2			

Causa\Tipo	Despiste	Choque por alcance	Choque frontal	Choque lateral	Choque múltiple	Volcadura	Atropello	Incendio del vehículo	Otro
Peatón ebrio o drogado									
Caminar o descansar en la vía									
Exceso de carga									
Mal estado de la vía									
Cruce de Animales	6					4	1		
Desacato de señales									
Falta elementos seguridad del vehículo									
Otros	2					1	1		

Como se puede apreciar, los despistes están relacionados a la falla mecánica, seguido del conductor exhausto y finalmente al cruce de animales. Por otro lado las volcaduras, que son el segundo tipo más frecuente, se relacionan principalmente con las fallas mecánicas y al cruce de animales.

Análisis de accidentes de Tránsito según su zona geométrica:

Cabe resaltar que por la geometría de la zona, Bosque seco de Costa, el diseño de la carretera es principalmente recto, por lo que en el siguiente cuadro se ve reflejado el predominio de los accidentes de tránsito en zona de recta.

Tabla 2.35. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 3

Accidentes según su zona geométrica		
Curva	19	27.14%
Recta	34	48.57%
Intersección	0	0.00%
Puente	0	0.00%
Paso a Nivel	0	0.00%
Sin Definir	17	24.29%
70	100.00%	



Gráfico 2.23. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 3

Análisis de accidentes de Tránsito según el vehículo participante:

El CCO mantiene 27 clasificaciones de vehículos, de los cuales en el Sub-tramo 3 se registran el 36.84% de accidentes con participación de Camiones, seguido de un 23.68% con participación de semi-tráileres y como se puede ver, ambos son vehículos pesados.

Tabla 2.36. Accidentes de tránsito según el vehículo participante del sub-tramo 3

Tipo de Vehículo	Vehículo 1	Vehículo 2	Total Veh	% Partic.	Clasificación
Camioneta	9	1	10	13.16%	V. Livianos
Auto	4	0	4	5.26%	V. Livianos
Moto-taxi	1	0	1	1.32%	V. De 2 o 3 ruedas
Station wagon	2	0	2	2.63%	V. Livianos
Moto	2	1	3	3.95%	V. De 2 o 3 ruedas
Camioneta Rural	3	0	3	3.95%	V. Livianos
Grúa pesada	0	0	0	0.00%	Camiones
Camión	27	1	28	36.84%	Camiones
Tráiler	4	0	4	5.26%	Tráileres
Semi-tráiler	16	2	18	23.68%	Tráileres
Ómnibus	0	0	0	0.00%	Bus
Volquete de 15m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Volquete de 7m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Volquete de 4m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Mini-cargador	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Ambulancia	1	0	1	1.32%	V. Livianos
Cama baja	0	0	0	0.00%	Tráileres
Bicicleta	1	1	2	2.63%	V. De 2 o 3 ruedas
Grúa Liviana	0	0	0	0.00%	Camiones
Tractor	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Otros	0	0	0	0.00%	Otro
Sin Datos	0	0	0	0.00%	Otro
Motofurgoneta	0	0	0	0.00%	V. De 2 o 3 ruedas
Tracto camión	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Motoniveladora	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Cargador Frontal	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Ciclo-moto	0	0	0	0.00%	V. De 2 o 3 ruedas
	0	0	0	0.00%	Por definir
	70	6	76	100.00%	

Según la clasificación vehicular (ver tabla 2.16 “clasificación vehicular”), obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 2.37. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 3

Tipo de Vehículo	Cantidad	%
V. De 2 o 3 ruedas	6	7.90%
V. Livianos	20	26.32%
Otro	0	0.00%
Por definir	0	0.00%
Camiones	28	36.84%
Bus	0	0.00%
Máquina Pesada	0	0.00%
Tráileres	22	28.95%
	76	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver la alta participación de los camiones (36.84%), esto puede ser directamente relacionado al predominio en la circulación de este vehículos en el tramo. Cabe resaltar que el número de accidentes es mayor debido a que en un solo accidentes pueden participar más de un vehículo.

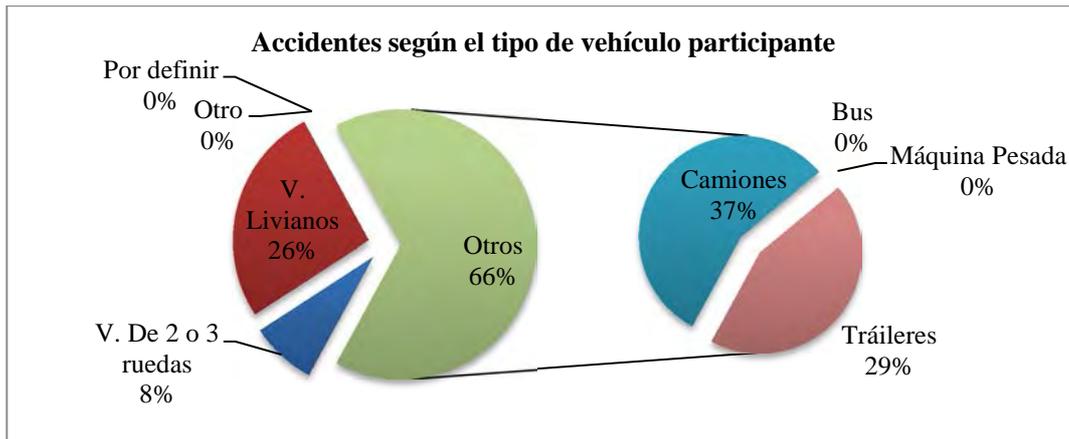


Gráfico 2.24. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 3

Ya teniendo los vehículos agrupado por clases, se puede distinguir que un 66% existe participación de vehículo pesado (Buses, Camiones, maquinaria pesada, tráileres, etc.), un 26% de Vehículos livianos (autos, camionetas, station wagon, etc.) y un 8% de vehículos menores (motos, moto-taxis, motofurgonetas, etc.), a pesar de no estar su circulación por carreteras permitida.

Tabla 2.38. Relación entre vehículos y daño ocasionado en los accidentes de tránsito del sub-tramo 3

Veh\Daño	A	B	C	% A	% B	% C
Camioneta	7	3		13.46%	15.00%	0.00%
Auto	4			7.69%	0.00%	0.00%
Moto-taxi		1		0.00%	5.00%	0.00%
Station wagon	1	1		1.92%	5.00%	0.00%
Moto		3		0.00%	15.00%	0.00%
Camioneta Rural	1	2		1.92%	10.00%	0.00%
Grúa pesada				0.00%	0.00%	0.00%
Camión	20	5	3	38.46%	25.00%	75.00%
Tráiler	4			7.69%	0.00%	0.00%
Semi-tráiler	14	4		26.92%	20.00%	0.00%
Ómnibus				0.00%	0.00%	0.00%
Volquete de 15m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Volquete de 7m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Volquete de 4m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Mini-cargador				0.00%	0.00%	0.00%
Ambulancia	1			1.92%	0.00%	0.00%
Cama baja				0.00%	0.00%	0.00%
Bicicleta		1	1	0.00%	5.00%	25.00%
Grúa Liviana				0.00%	0.00%	0.00%
Tractor				0.00%	0.00%	0.00%
Otros				0.00%	0.00%	0.00%
Sin Datos				0.00%	0.00%	0.00%
Motofurgoneta				0.00%	0.00%	0.00%
Tracto camión				0.00%	0.00%	0.00%
Motoniveladora				0.00%	0.00%	0.00%
Cargador Frontal				0.00%	0.00%	0.00%
Ciclo-moto				0.00%	0.00%	0.00%
	52	20	4	100.00%	100.00%	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver que en el 38.46% de los accidentes de tránsito sin lesionados (daño A), el 25% de los accidentes de tránsito con lesionados (daño B) y el 75% de los accidentes de tránsito con muertos, ha habido la participación de Camiones.

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar en número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

Tabla 2.39. Frecuencia de accidentes por meses del sub-tramo 3

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0	26
1	15
2	10
3	5
4	1
5	2
6	1
7	0
9	0
Moda	0

En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han visto el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Como se puede ver lo más frecuente es que no se registren accidentes de tránsito, para visualizar mejor lo anterior se presenta el siguiente histograma.

Histograma

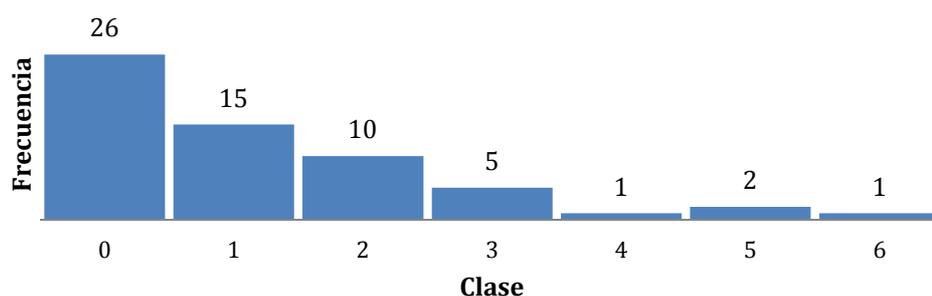


Gráfico 2.25. Histograma de accidentes de tránsito del sub-tramo 3

En cambio tomando sólo los datos desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, se ve el siguiente histograma:

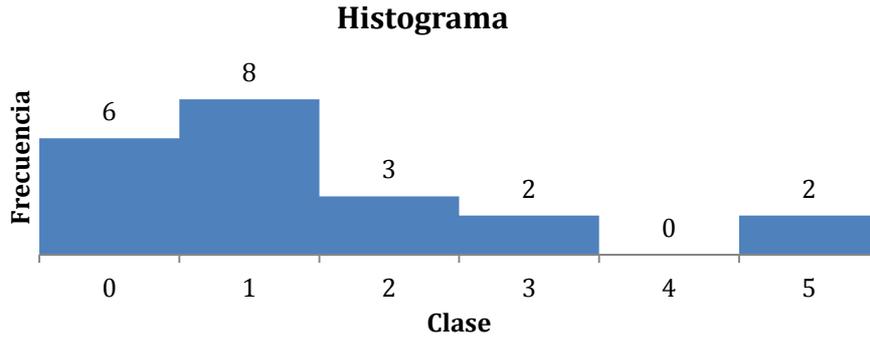


Gráfico 2.26. Histogramas de accidentes de tránsito del 2010-2011 del sub-tramo 3

Ahora si analizamos la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos, tomando como tiempo los días transcurridos entre eventos continuos, obtenemos que en promedio cada 22.12 días sucede un accidentes de tránsito en este tramo de la carretera (ver el Anexo N°10), pero tomando los datos desde el 2010 se obtiene un promedio de 19.95 días, lo que supondría que la frecuencia se está haciendo cada vez más corta, aunque dado el siguiente gráfico, en donde se ve que el comportamiento de la frecuencia tiene una muy baja correlación de sus valores y una pendiente casi constante, no se podría concluir una tendencia.

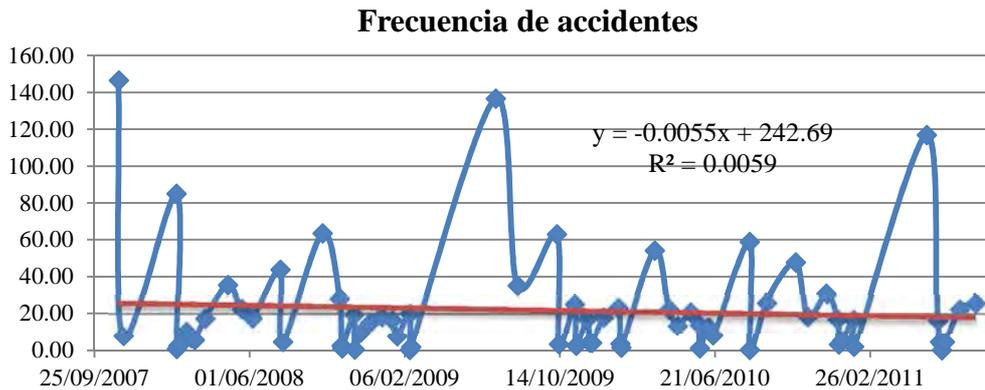


Gráfico 2.27. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 3

B. Tasa de Accidentalidad

Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (ver fórmula 2)

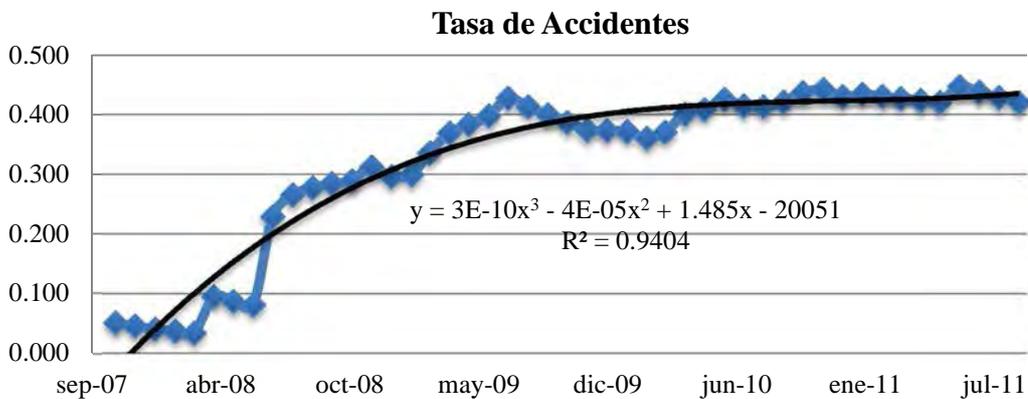


Gráfico 2.28. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 3

En el cuadro anterior se puede ver la evolución de la tasa de accidentes, que inicia con valores pequeños en noviembre de 2007, y muestra un crecimiento notable que hasta la fecha se ha seguido en aumento paulatino. Es decir, que conforme pasa el tiempo los accidentes de tránsito en este tramo también aumentan. Para setiembre de 2011 se tiene una tasa de accidente de **0.427**. (Ver Anexo N°2, tabla de índices de sub-tramo 3)

Con la cantidad de accidentes de tránsito sucedidos en un mes y el IMD, se realiza la siguiente correlación directa entre la cantidad de accidentes por mes y la cantidad de vehículos en la vía:

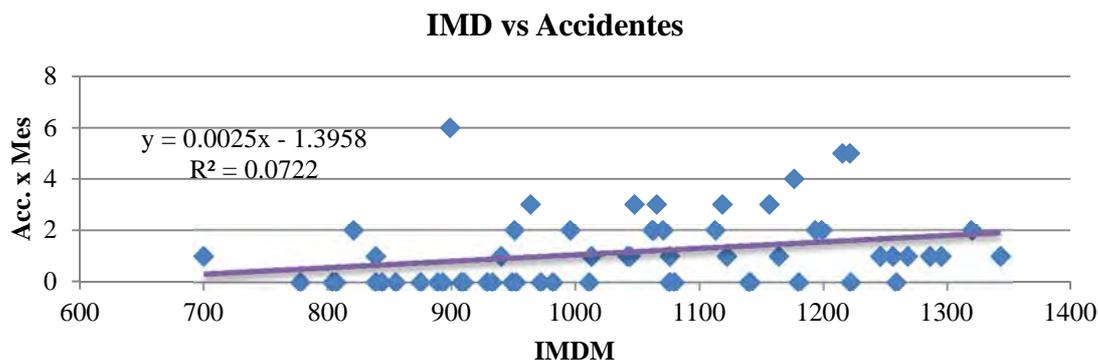


Gráfico 2.29. IMDM vs accidentes de tránsito del sub-tramo 3

Del gráfico anterior, dada la poca relación de sus datos, es decir, que existe mucha dispersión entre las variables, es que no se puede llegar a una conclusión definitiva en la que relacione los accidentes de tránsito y el IMDM, pero sí se puede comentar que la mayor concentración de accidentes por mes está entre 0 y 1.

C. Índices de Peligrosidad

Como ya se ha explicado anteriormente, existen dos tipos de índices de peligrosidad, el primero depende directamente de la cantidad de accidentes con heridos o lesionados y el segundo de la cantidad de accidentes fatales. (Ver fórmula 3 y 4)

✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

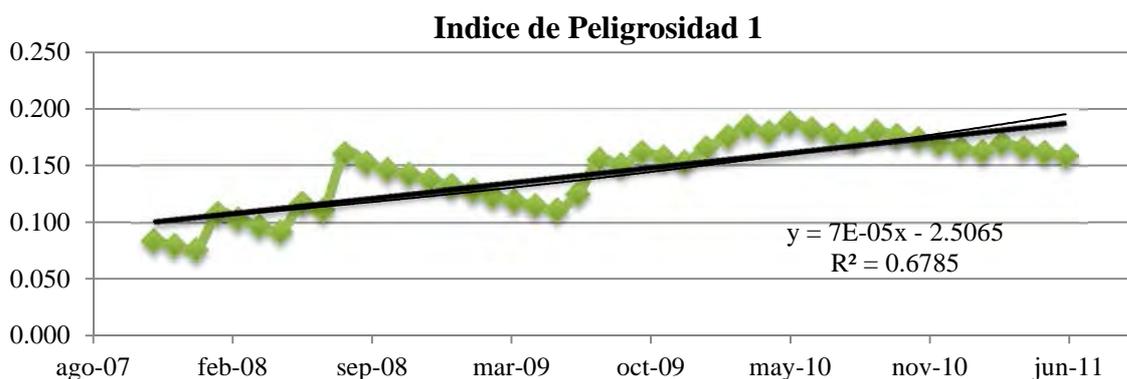


Gráfico 2.30. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 3

Este índice muestra una tendencia creciente, esto indica un aumento en la cantidad de accidentes con lesionados y hasta setiembre de 2011 el índice mostraba la cifra de **0.158**. (Ver Anexo N°2, tabla de índices de sub-tramo 3)

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

Índice de Peligrosidad 2

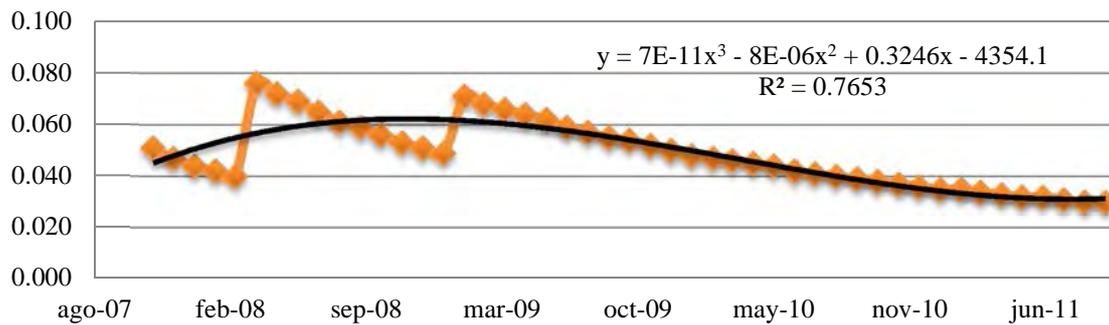


Gráfico 2.31. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 3

En este caso el índice se ha aproximado a una tendencia polinómica, en la que a partir del año 2009 muestra un comportamiento mucho más estable, armónico y que está disminuyendo con el pasar del tiempo, además se puede ver que existen dos quiebres estructurales en dos distintos periodos de tiempo, los que pueden estar de la mano con la ocurrencia de accidentes con gran cantidad de muertos, como son los casos de los buses interprovinciales que tienen muchos pasajeros a bordo (caída de buses completos a abismos), estos aumentan y cambian radicalmente la tendencia normal de este índice.

El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.030**. (Ver Anexo N°2, donde se encuentra la tabla completa)

D. Índice de Gravedad

Este índice es la relación entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1. (Ver fórmula 5)

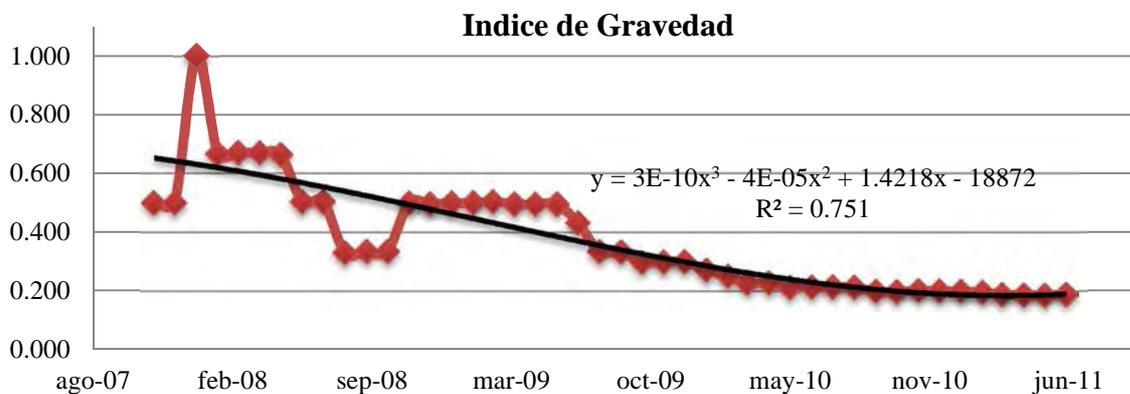


Gráfico 2.32. Índice de Gravedad del sub-tramo 3

El índice de gravedad, al igual que el IP2 ha sido aproximado a una tendencia polinómica, que al inicio se ve inestable pero a partir de julio del 2009 ya muestran una estructura mucho más armónica y con una ligera disminución en sus valores con forme pasa el tiempo, esto me indica que a pesar que la cantidad de accidentes aumente, la gravedad de ellos no necesariamente lo hace, es decir, que pueden aumentar los accidentes de tránsito pero no las consecuencias fatales de ellos, el ultimo valor registrado del índice de gravedad es **0.19**. (Ver Anexo N°2, tabla de índices de sub-tramo 3).

E. Índice de Severidad

Es aquel que da una puntuación al accidente de tránsito de acuerdo a su gravedad, en el Anexo N°14, se puede apreciar con mayor detalle la tabla con todos los accidentes de tránsito registrados por el CCO en el sub-tramo 3 desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, con sus respectivas puntuaciones.

En este sub-tramo se obtiene una puntuación total de **511 puntos**, entonces si la cantidad de accidentes fueron de 70, el índice de severidad es **7.3**. (Ver fórmula 6). Este índice como se puede ver es mucho menor que el índice obtenido en el sub-tramo 2, lo que indica que es un tramo que tiene accidentes con consecuencias menos graves.

2.3.3. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 22

Este tramo comprende desde el Km 425+000, en zona de Selva hasta la ciudad de Rioja en el Km 470+229, pasando por ciudades como Nuevo Cajamarca.



Imagen 2.5. Ubicación del sub-tramo 22

Tabla 2.40. Datos generales del sub-tramo 22

Datos de Generales de Toda la Carretera	
Tamaño de la muestra	134
Fechas de inicio del registro	15/10/2006
Fechas de fin del registro	30/09/2011
Días transcurridos	15
Meses transcurridos	11
Años transcurridos	4
Han transcurrido 4 años, 11 meses, 15 días	
Cantidad De Muertos	26
Cantidad De Heridos	125
Longitud (Km)	44.73

Resultados del Análisis

Análisis de accidentes de Tránsito según su tipo:

Tabla 2.41. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 22

Tipo de Accidentes	Cantidad	%
Despiste	34	25.37%
Choque por alcance	33	24.63%

Tipo de Accidentes	Cantidad	%
Choque frontal	19	14.18%
Choque lateral	13	9.70%
Choque múltiple	1	0.75%
Volcadura	19	14.18%
Atropello	14	10.45%
Incendio del vehículo	0	0.00%
Otro	1	0.75%
	134	100.01%

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los despistes ocupan el primer lugar de los accidentes según su tipo (25.37%), seguidos muy de cerca de los choques por alcance (24.63%). Esto puede ser por la geometría propia de la carretera, que no permite el adelantamiento muchas de las zonas de este tramo por falta de visibilidad, especialmente en zonas de curva, haciendo que los conductores se impacienten y realicen maniobras de riesgo.

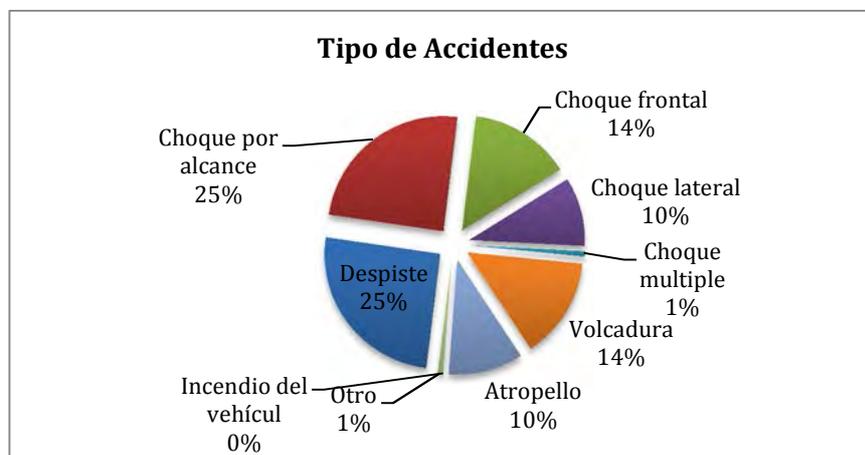


Gráfico 2.33. Accidentes según su tipo del sub-tramo 22

Análisis de accidentes de Tránsito según sus causas:

Según la clasificación del CCO (21 causales de accidentes), se han podido identificar de mejor manera los factores de mayor predominancia en la ocurrencia de accidentes de la carretera IIRSA Norte:

Tabla 2.42. Accidentes de tránsito según sus causas del sub-tramo 22

Causa de los Accidentes	Cantidad	%	Falla
Falla mecánica	21	15.67%	F. Vehículo
Presencia de lluvias	6	4.48%	F. Vía
Presencia de neblina	0	0.00%	F. Vía
Exceso de velocidad	30	22.39%	F. Humana C
Invasión carril	6	4.48%	F. Humana C
Invasión carril contrario	18	13.43%	F. Humana C
Conductor exhausto	9	6.72%	F. Humana C
Conductor distraído	4	2.99%	F. Humana C
Conductor ebrio o drogado	16	11.94%	F. Humana C
Deslizamiento material	0	0.00%	F. Vía
Estacionamiento inadecuado	2	1.49%	F. Humana C
Deslumbramiento	2	1.49%	F. Humana C
Maniobra evasiva o temeraria	8	5.97%	F. Humana C

Causa de los Accidentes	Cantidad	%	Falla
Peatón ebrio o drogado	3	2.24%	F. Humana P
Caminar o descansar en la vía	6	4.48%	F. Humana P
Exceso de carga	0	0.00%	F. Humana C
Mal estado de la vía	0	0.00%	F. Vía
Cruce de Animales	1	0.75%	F. Vía
Desacato de señales	1	0.75%	F. Humana C
Falta elementos seguridad del vehículo	0	0.00%	F. Humana C
Otros	1	0.75%	Otros
	134	100.00%	

Del cuadro anterior se puede apreciar que la causa predominante es el Exceso de Velocidad (Factor Humano), falla asociada específicamente al conductor. Adicionalmente se ve que la segunda causa más frecuente, es el Falla Mecánica (Factor Vehículo). Esto se debe al deficiente cuidado e importancia que se le da al mantenimiento del vehículo, además de sumarle el hecho que existen muchos vehículos circulando con un deficiente parque automotor, aquellos que en algunos casos son importados de países donde han sido desechados.

Estas causas se pueden agrupar en 3 factores principales (ver apartado 1.1.2). Obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 2.43. Accidentes según sus factores intervinientes del sub-tramo 22

Factores intervinientes en un accidente de tránsito		
Otros	1	0.75%
Factor Vía: falla de la vía o el entorno	5.22%	5.22%
Factor Vehículo: falla del vehículo	21	15.67%
Factor Humano: Falla del conductor	96	71.64%
Factor Humano: Falla del peatón	9	6.72%
	134	100.00%

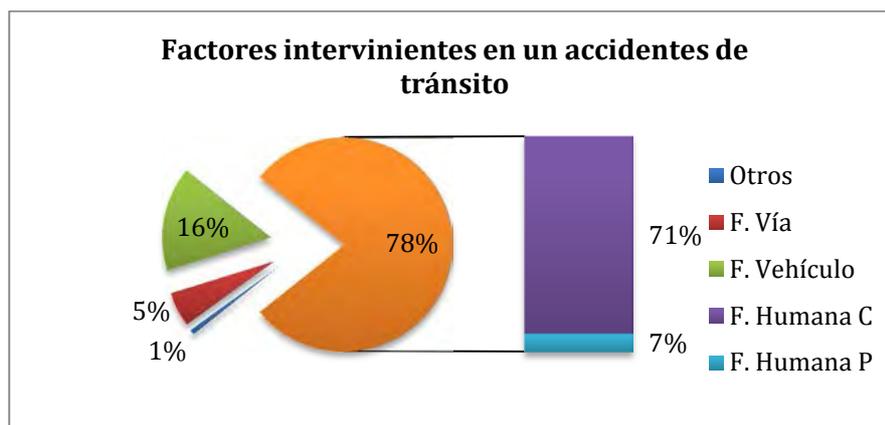


Gráfico 2.34. Accidentes según sus factores intervinientes del sub-tramo 22

Del gráfico anterior, se puede apreciar rotundamente el predominio del factor Humano en un 78%, seguido del Factor Vehículo.

En el siguiente cuadro se podrá ver como es la relación que existe entre el tipo de accidentes y las causas que lo producen.

Tabla 2.44. Relación entre tipo y causa de los accidentes de tránsito del sub-tramo 22

Causa\Tipo	Despiste	Choque por alcance	Choque frontal	Choque lateral	Choque múltiple	Volcadura	Atropello	Incendio del vehículo	Otro
Falla mecánica	11	2	1		1	6			
Presencia de lluvias	5	1							
Presencia de neblina									
Exceso de velocidad	3	17	5	1		1	3		
Invasión carril		3	1	1		1			
Invasión carril contrario	2	2	6	4		4			
Conductor exhausto	6					3			
Conductor distraído		2		1			1		
Conductor ebrio o drogado	4	3	4	3			2		
Deslizamiento material									
Estacionamiento inadecuado		1	1						
Deslumbramiento				1		1			
Maniobra evasiva o temeraria	3	1		2		1			1
Peatón ebrio o drogado		1					2		
Caminar o descansar en la vía						1	5		
Exceso de carga									
Mal estado de la vía									
Cruce de Animales							1		
Desacato de señales			1						
Falta elementos seguridad del vehículo									
Otros						1			

Como se puede observar, este tramo tiene un alto porcentaje de choques por alcance, éstos están relacionados directamente al exceso de velocidad.

Un análisis de la causa principal de este tipo de choque es, que el conductor del vehículo trasero, no mantiene una distancia de seguridad prudente respecto del vehículo que le precede, esta falta de prevención puede ocasionar problemas dado que reduce el tiempo de reacción del conductor ante cualquier evento no premeditado que protagonice el vehículo antecesor.

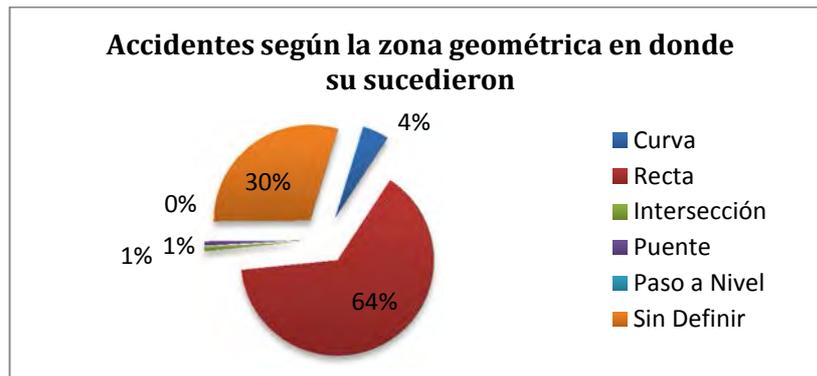
Por otro lado, los despistes y volcaduras están relacionados a las fallas mecánicas y al conductor exhausto.

Análisis de accidentes de Tránsito según su zona geométrica:

Cabe resaltar que la geometría de la zona es típica de la Selva Baja, con zonas rectas y zonas curvas. A continuación se verá el predominio de los accidentes en zona recta, esto puede ser un reflejo de la principal causa de accidentes, el exceso de velocidad, que se lleva a cabo especialmente en zonas rectas.

Tabla 2.45. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 22

Accidentes según su zona geométrica		
Curva	6	4.48%
Recta	86	64.18%
Intersección	1	0.75%
Puente	1	0.75%
Paso a Nivel	0	0.00%
Sin Definir	40	29.85%
	134	100.00%

**Gráfico 2.35.** Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 22**Análisis de accidentes de Tránsito según el vehículo participante:**

El CCO mantiene 27 clasificaciones de vehículos, de los cuales en el Sub-tramo 22 el 21.69% es de Camiones.

Tabla 2.46. Accidentes de tránsito según el vehículo participante

Tipo de Vehículo	Vehículo 1	Vehículo 2	Total Acc.	% Partic.	Clasificación
Camioneta	7	2	9	4.76%	V. Livianos
Auto	14	9	23	12.17%	V. Livianos
Moto-taxi	14	12	26	13.76%	V. De 2 o 3 ruedas
Station wagon	16	4	20	10.58%	Tráileres
Moto	12	9	21	11.11%	V. De 2 o 3 ruedas
Camioneta Rural	11	3	14	7.41%	V. Livianos
Grúa pesada	0	0	0	0.00%	Camiones
Camión	36	5	41	21.69%	Camiones
Tráiler	4	1	5	2.65%	Tráileres
Semi-tráiler	4	2	6	3.18%	Tráileres
Ómnibus	6	2	8	4.23%	Bus
Volquete de 15m ³	3	0	3	1.59%	Camiones
Volquete de 7m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Volquete de 4m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Mini-cargador	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Ambulancia	1	0	1	0.53%	V. Livianos
Cama baja	0	0	0	0.00%	Tráileres
Bicicleta	0	3	3	1.59%	V. De 2 o 3 ruedas
Grúa Liviana	0	0	0	0.00%	Camiones
Tractor	0	2	2	1.06%	Máquina Pesada
Otros	2	0	2	1.06%	Otro
Sin Datos	2	0	2	1.06%	Otro
Motofurgoneta	1	1	2	1.06%	V. De 2 o 3 ruedas
Tracto camión	0	0	0	0.00%	Camión

Motoniveladora	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Cargador Frontal	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Ciclo-moto	0	0	0	0.00%	V. De 2 o 3 ruedas
	1	0	1	0.53%	Por definir
TOTAL	134	55	189	100.00%	

Según la clasificación vehicular (ver cuadro 16 “clasificación vehicular”), obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 2.47. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 22

Tipo de Vehículo	Cantidad	%
V. De 2 o 3 ruedas	52	27.51%
V. Livianos	67	35.45%
Otro	4	2.12%
Por definir	1	0.53%
Camiones	44	23.28%
Bus	8	4.23%
Máquina Pesada	2	1.06%
Tráileres	11	5.82%
	189	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver la alta participación de los vehículos livianos (35.45%) en accidentes de tránsito, seguidos de los vehículos de 2 o 3 ruedas, como motos, moto-taxis, etc. Que si bien su circulación por carreteras no está permitida, representan el 27.51% de los vehículos participante en accidentes.

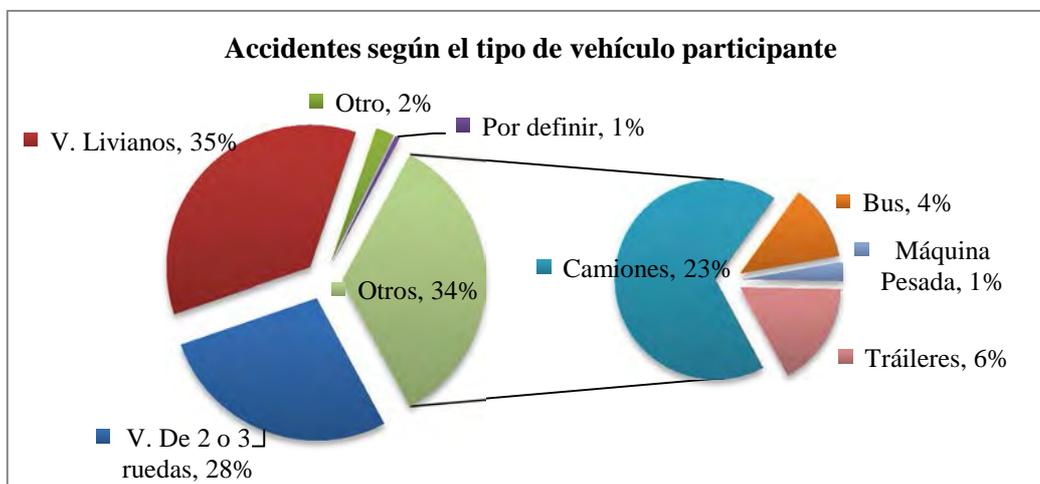


Gráfico 2.36. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 22

Ya teniendo los vehículos agrupado por clases, se puede distinguir que un 35% existe participación de vehículos livianos (autos, camionetas, station wagon, etc.), un 34% de Vehículos Pesados (Camiones, Buses, etc.) y un 28% de vehículos menores (motos, moto-taxis, motofurgonetas, etc.). Estos últimos a pesar de no estar su circulación permitida por carreteras. Este porcentaje es alarmante debido que los vehículos menores no prestan las mínimas medidas de seguridad ante la eventualidad de un accidente de tránsito en carretera.

A continuación se verá la relación de los accidentes según el vehículo participante y el daño que sufre.

Tabla 2.48. Relación entre vehículos y daño en los accidentes de tránsito del sub-tramo 22

Vehículo\Daño	A	B	C	% A	% B	% C
Camioneta	5	4		6.67%	4.76%	0.00%
Auto	14	9		18.67%	10.71%	0.00%
Moto-taxi	1	23	2	1.33%	27.38%	6.90%
Station wagon	8	11	1	10.67%	13.10%	3.45%
Moto		13	8	0.00%	15.48%	27.59%
Camioneta Rural	8	4	2	10.67%	4.76%	6.90%
Grúa pesada				0.00%	0.00%	0.00%
Camión	25	10	6	33.33%	11.91%	20.69%
Tráiler	2	2	1	2.67%	2.38%	3.45%
Semi-tráiler	5	1		6.67%	1.19%	0.00%
Ómnibus	4	2	2	5.33%	2.38%	6.90%
Volquete de 15m ³	2	1		2.67%	1.19%	0.00%
Volquete de 7m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Volquete de 4m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Mini-cargador				0.00%	0.00%	0.00%
Ambulancia		1		0.00%	1.19%	0.00%
Cama baja				0.00%	0.00%	0.00%
Bicicleta			3	0.00%	0.00%	10.35%
Grúa Liviana				0.00%	0.00%	0.00%
Tractor		2		0.00%	2.38%	0.00%
Otros			2	0.00%	0.00%	6.90%
Sin Datos			2	0.00%	0.00%	6.90%
Motofurgoneta	1	1		1.33%	1.19%	0.00%
Tracto camión				0.00%	0.00%	0.00%
Motoniveladora				0.00%	0.00%	0.00%
Cargador Frontal				0.00%	0.00%	0.00%
Ciclo-moto				0.00%	0.00%	0.00%
	75	84	29	100.00%	100.00%	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver que en el 33% de los accidentes de tránsito sin lesionados (daño A), la participación es de Camiones, esto debido a que si bien sufren constantemente accidentes no representan lesionados y/o muertos considerables, debido principalmente porque son vehículos de grandes dimensiones que protegen a sus pasajeros y al conductor. Por otro lado en el 27.38% de accidentes con lesionados (daño B), existe la participación de moto-taxis, recordando que este vehículo no cuenta con las dimensiones y medidas de seguridad necesarias para su circulación en carreteras donde el predominio es de vehículos pesados.

Y finalmente el 27.59% de accidentes de tránsito con muertos (daño C), existe una participación de motos, es de suponerse que ante la eventualidad de un accidente de tránsito con otros vehículos, que es su mayoría serían más grande, estos estarán menos protegidos y en desventaja.

Además se le agrega un tema cultural común en estas zonas, que es que no se usa correctamente el casco y en su mayoría ni lo usan. *“Llevar correctamente el casco reduce el riesgo de muerte en un 40% y los traumatismos graves en más del 70%”* Fragmento extraído del “Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial”, Organización Mundial de la Salud.

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar en número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

Tabla 2.49. Frecuencia por meses de los accidentes de tránsito del sub-tramo 22

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0	10
1	11
2	17
3	8
4	8
5	4
6	1
7	1
Moda	2

En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han visto el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Como se puede ver lo más frecuente es que no se registren accidentes de tránsito, para visualizar mejor lo anterior se presenta el siguiente histograma.

Histograma

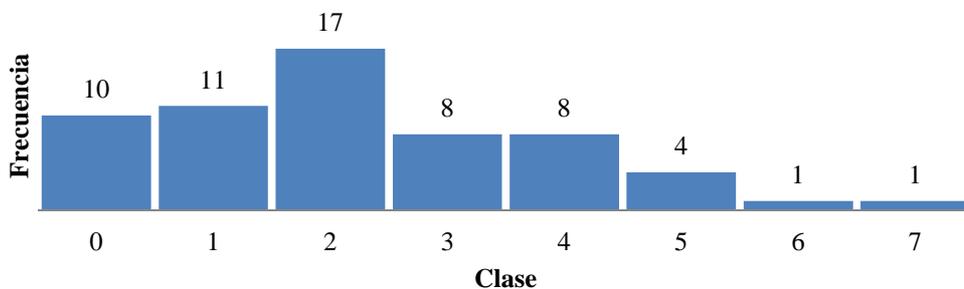


Gráfico 2.37. Histograma de accidentes de tránsito del sub-tramo 22

En cambio si se tomaran sólo los datos desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, se ve el siguiente histograma:

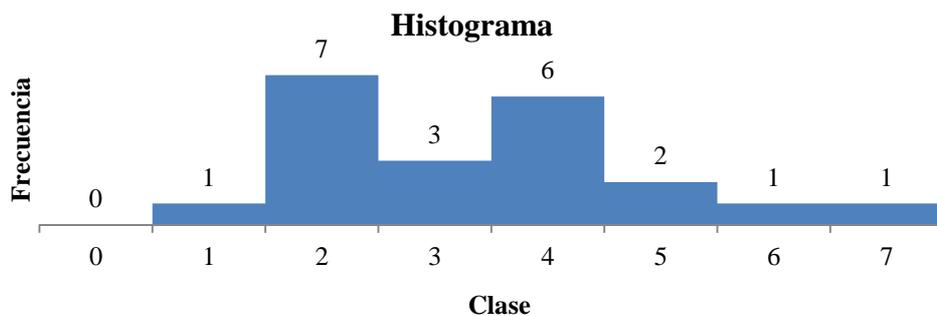


Gráfico 2.38. Histograma de accidentes de tránsito entre 2010-2011 del sub-tramo 22

Ahora si analizamos la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos, tomando como tiempo los días transcurridos entre eventos continuos, como se puede ver en el Anexo N°11, tenemos como resultado que la frecuencia de ocurrencia de un accidente de tránsito en este tramo es de 13.61 días, pero si tomamos sólo los eventos suscitados desde el 2010, se ve que en promedio la frecuencia es de **8.99** días, esto puede ser indicio que en los últimos años la frecuencia de ocurrencia accidentes se ha reducido, pero lamentablemente dada la dispersión de los datos ($R^2 \approx 0$), es que no se puede afirmar concretamente que la frecuencia de accidentes de tránsito en este tramo se está haciendo cada vez más corta.

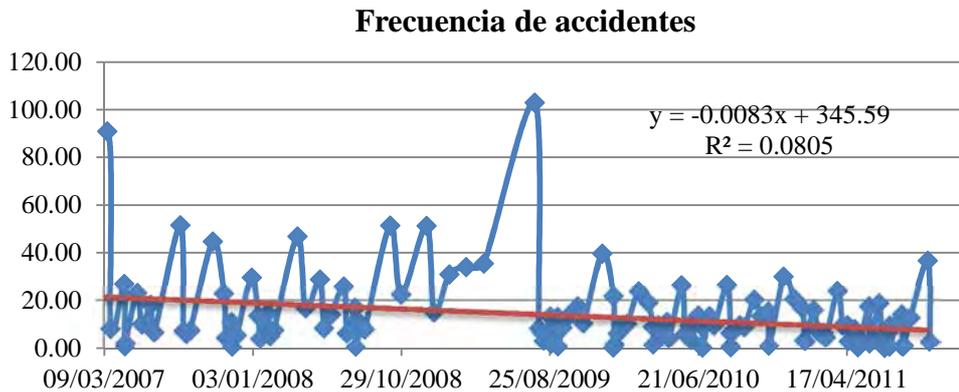


Gráfico 2.39. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 22

A. Tasa de Accidentalidad

Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (ver fórmula 2)

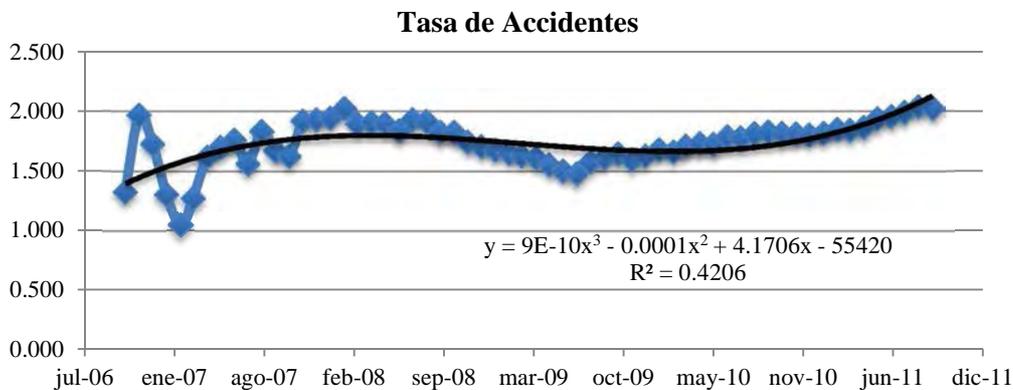


Gráfico 2.40. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 22

En el cuadro anterior, debido a la variabilidad de los datos, no se puede afirmar una tendencia positiva, esta variabilidad está dada principalmente porque al inicio de la concesión no se tenía datos precisos de esta zona, por estar muy lejana de la central y porque las personas aún desconocían de la ayuda que podían brindarles ante cualquier accidente, pero ya para noviembre de 2007 estos datos ya fueron más exactos. Notándose que a mediados del 2009, esta tasa ha ido creciendo armónica y gradualmente (sin quiebres estructurales), siendo para setiembre de 2011 la tasa de accidente de **2.024**. (Ver Anexo N°3, tabla de índices de sub-tramo 22).

Con la cantidad de accidentes de tránsito sucedidos en un mes y el IMDM, se puede hacer la siguiente correlación, que al igual que los tramos anteriores, muestra una

tendencia aparentemente positiva, pero dada la dispersión de los datos, estos no logran mantener una relación cercana, por consiguiente no se puede afirmar que a mayor cantidad de vehículos en las vías mayor cantidad de accidentes.

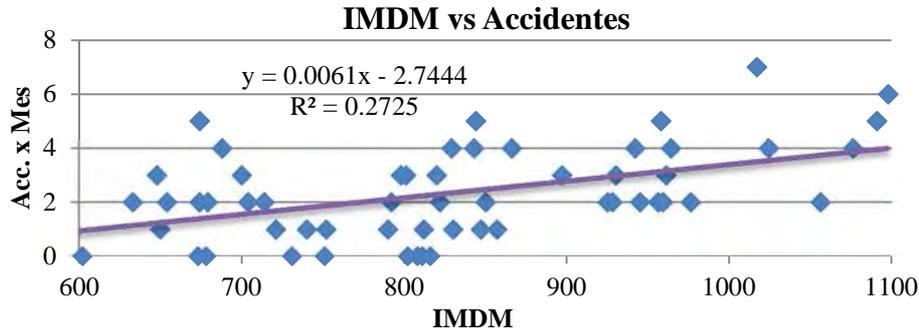


Gráfico 2.41. IMDM vs accidentes de tránsito del sub-tramo 22

B. Índices de Peligrosidad (Ver fórmula 3 y 4)

✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

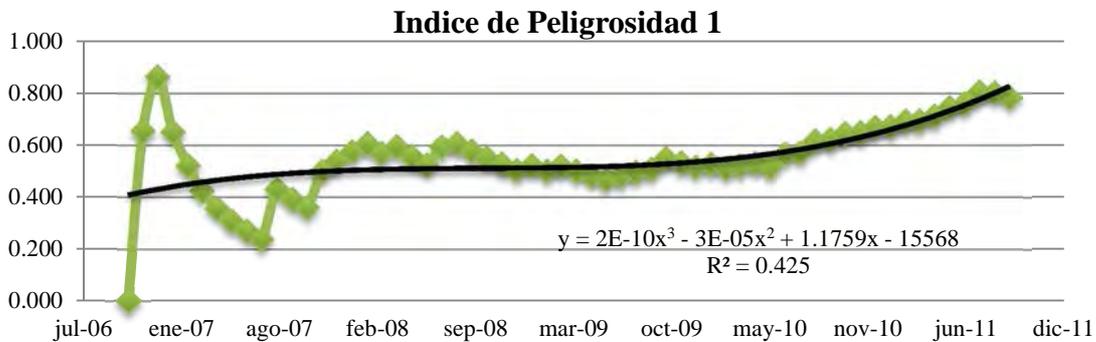


Gráfico 2.42. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 22

Si bien es cierto que no existe una buena correlación de los datos, cabe mencionar que al igual que en los tramos anteriores, al inicio de la concesión estos datos no eran precisos, debido principalmente a la poca información que se manejaba de la realidad de los accidentes en la carretera, es por ello que para mediados y finales del 2008, la gráfica recién muestra un comportamiento mucho más armónico y sin cambios bruscos en la estructura y con una notoria tendencia al crecimiento. En setiembre de 2011 el índice indicaba la cifra de **0.785**. (Ver Anexo N°3, tabla de índices de sub-tramo 22)

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

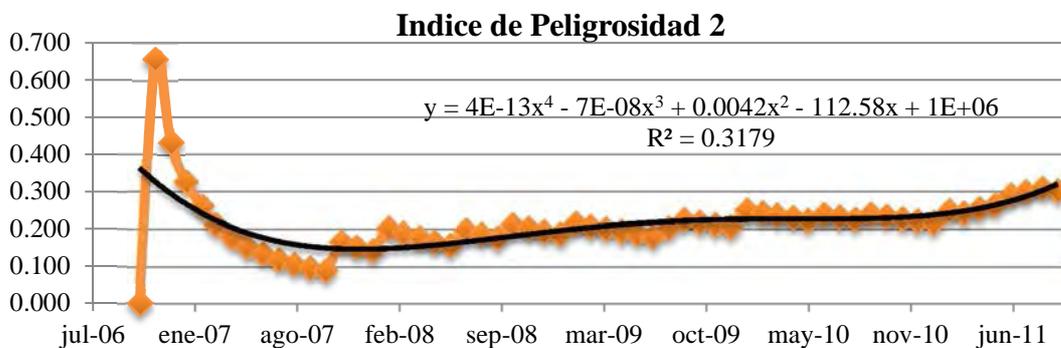


Gráfico 2.43. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 22

Como se mencionaba anteriormente, los datos al inicio de la concesión no eran precisos, es por ello que los valores no muestran una buena correlación, no obstante, si

observamos el comportamiento a partir de los inicios del 2008, estos valores muestran una conducta más estable y que va en aumento. El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.302**. (Ver Anexo N°3, tabla de índices de sub-tramo 22)

C. Índice de Gravedad

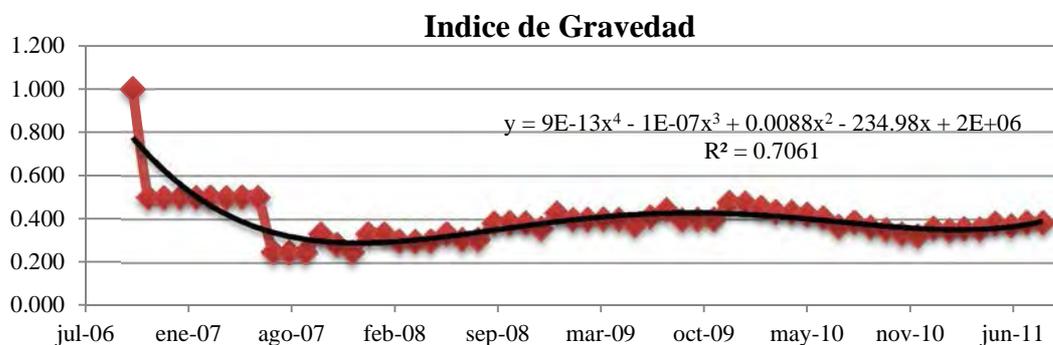


Gráfico 2.44. Índice de gravedad del sub-tramo 22

Similar a lo visto anteriormente, se puede decir que los datos son confiables a partir de los inicios del año 2008, se ha aproximado a una tendencia polinómica mostrando una aceptable correlación, que para el último año tiene un ligero aumento. El índice de gravedad obtenido hasta setiembre de 2011 es **0.385**. (Ver Anexo N°3, tabla de índices de sub-tramo 22).

D. Índice de Severidad

Como se ha mencionado anteriormente, es aquel que da una puntuación al accidente de tránsito de acuerdo a su gravedad, en el Anexo N°15 se puede apreciar como mayor detalle los accidentes registrados por el CCO en el sub-tramo 22 desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, con sus respectivos pesos.

En este sub-tramo se ha obtenido una puntuación total de 2582 puntos, entonces si la cantidad de accidentes fueron de 134, el índice de severidad es **19.27**. (Ver fórmula 6). Al comparar este índice con los anteriores se puede apreciar que es alarmantemente mayor que el resto, es decir, existen más consecuencias fatales por accidentes de tránsito.

2.3.4. Análisis de accidentalidad del Sub-tramo 24

Este tramo comprende desde el Km 494+500, desde el desvío a Moyobamba hasta el Km 574+510, donde se ubica el Puente Bolivia.



Imagen 2.6. Ubicación del sub-tramo 24

Tabla 2.50. Datos generales del sub-tramo 24

Datos de Generales de Toda la Carretera	
Tamaño de la muestra	301
Fechas de inicio del registro	20/10/2006
Fechas de fin del registro	24/09/2011
Días transcurridos	4
Meses transcurridos	11
Años transcurridos	4
Han transcurrido 4 años, 11 meses, 4 días	
Cantidad De Muertos	44
Cantidad De Heridos	322
Longitud (Km)	80.01

Resultados del Análisis

Análisis de accidentes de Tránsito según su tipo:

Tabla 2.51. Accidentes de tránsito según su tipo del sub-tramo 24

Tipo de Accidentes	Cantidad	%
Despiste	104	34.55%
Choque por alcance	33	10.96%
Choque frontal	35	11.63%
Choque lateral	25	8.31%
Choque múltiple	3	1.00%
Volcadura	79	26.25%
Atropello	20	6.64%
Incendio del vehículo	2	0.66%
Otro	0	0.00%
	301	100.00%

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los despistes ocupan el primer lugar de los accidentes según su tipo (34.55%), seguidos de las volcaduras (26.25%).

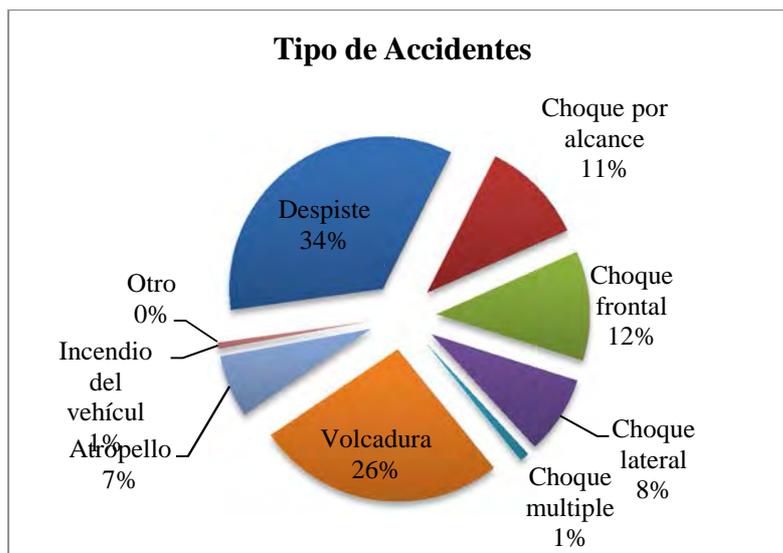


Gráfico 2.45. Accidentes según su tipo del sub-tramo 24

Análisis de accidentes de Tránsito según sus causas:

El CCO ha identificado un grupo de 21 causas posibles en accidentes, esto hace que se puedan identificar mejor cual es el factor predominante en la ocurrencia de accidentes:

Tabla 2.52. Accidentes de tránsito según sus causas del sub-tramo 24

Causa de los Accidentes	Cantidad	%	Falla
Falla mecánica	44	14.62%	F. Vehículo
Presencia de lluvias	13	4.32%	F. Vía
Presencia de neblina	2	0.66%	F. Vía
Exceso de velocidad	72	23.92%	F. Humana C
Invasión carril	21	6.98%	F. Humana C
Invasión carril contrario	45	14.95%	F. Humana C
Conductor exhausto	45	14.95%	F. Humana C
Conductor distraído	5	1.66%	F. Humana C
Conductor ebrio o drogado	9	2.99%	F. Humana C
Deslizamiento material	0	0.00%	F. Vía
Estacionamiento inadecuado	2	0.66%	F. Humana C
Deslumbramiento	5	1.66%	F. Humana C
Maniobra evasiva o temeraria	17	5.65%	F. Humana C
Peatón ebrio o drogado	2	0.66%	F. Humana P
Caminar o descansar en la vía	10	3.32%	F. Humana P
Exceso de carga	1	0.33%	F. Humana C
Mal estado de la vía	0	0.00%	F. Vía
Cruce de Animales	4	1.33%	F. Vía
Desacato de señales	1	0.33%	F. Humana C
Falta elementos seguridad del vehículo	0	0.00%	F. Humana C
Otros	3	1.00%	Otros
	301	100.00%	

Del cuadro anterior se puede apreciar que la causa predominante es el Exceso de Velocidad (Factor Humano). Dada la geometría propia de la carretera, ésta no permite el adelantamiento en muchas de sus zonas, por falta de visibilidad (especialmente en zonas

Causa\Tipo	Despiste	Choque por alcance	Choque frontal	Choque lateral	Choque múltiple	Volcadura	Atropello	Incendio del vehículo	Otro
Estacionamiento inadecuado		1				1			
Deslumbramiento	1	2				2			
Maniobra evasiva o temeraria	4	3		3		7			
Peatón ebrio o drogado							2		
Caminar o descansar en la vía	2						8		
Exceso de carga						1			
Mal estado de la vía									
Cruce de Animales	1					2	1		
Desacato de señales				1					
Falta elementos seguridad del vehículo									
Otros	2						1		

Como se puede apreciar, en este tramo se ve que el principal tipo de accidente “Despistes” está directamente relacionada al estado de cansancio del conductor, seguido del exceso de velocidad y a las fallas mecánicas, de igual manera sucede con los accidentes del tipo volcadura.

No obstante existe un pico en accidentes del tipo choque frontal, ligado a la invasión del carril contrario, esto puede tener un origen en la poca precaución de los conductores para adelantar de forma correcta en zonas rectas con buena visibilidad.

La carretera en esta zona cuenta con muchas curvas, parte de la geometría natural de la selva, esto disminuye el campo de visibilidad de los usuarios ante un adelantamiento, aquellos que imprudentemente realizan esta maniobra, sin considerar el tránsito vehicular que pueda venir en el sentido contrario.

Análisis de accidentes de Tránsito según su zona geométrica:

Como se explicaba anteriormente la geometría en zona de Selva, es generalmente curva, a continuación se podrá corroborar un predominio de los accidentes en zona curva.

Tabla 2.55. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 24

Accidentes según su zona geométrica		
Curva	103	34.22%
Recta	94	31.23%
Intersección	0	0.00%
Puente	1	0.33%
Paso a Nivel	0	0.00%
Sin Definir	103	34.22%
	301	100.00%

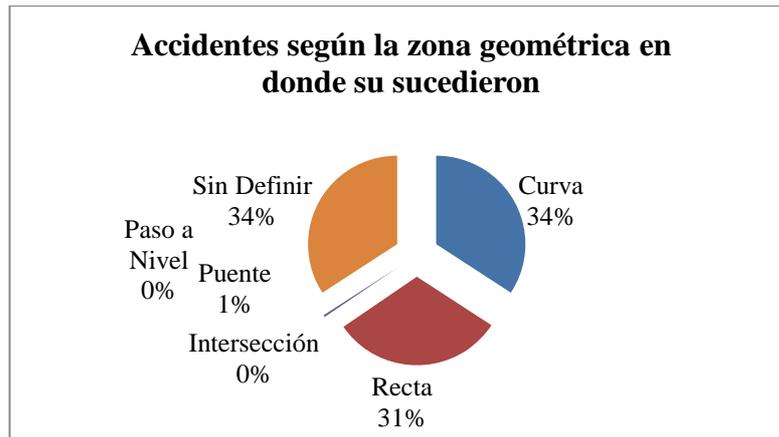


Gráfico 2.47. Accidentes de tránsito según su zona geométrica del sub-tramo 24

Análisis de accidentes de Tránsito según el vehículo participante:

El CCO mantiene 27 clasificaciones de vehículos, de los cuales en el Sub-tramo 24 el 22.4% es de Camiones.

Tabla 2.56. Accidentes de tránsito según el vehículo participante del sub-tramo 24

Tipo de Vehículo	Vehículo 1	Vehículo 2	Total Acc.	% Partic.	Clasificación
Camioneta	48	5	53	14.48%	V. Livianos
Auto	47	13	60	16.39%	V. Livianos
Moto-taxi	10	13	23	6.28%	V. De 2 o 3 ruedas
Station wagon	18	5	23	6.28%	V. Livianos
Moto	11	7	18	4.92%	V. De 2 o 3 ruedas
Camioneta Rural	12	0	12	3.28%	V. Livianos
Grúa pesada	0	0	0	0.00%	Camiones
Camión	75	7	82	22.40%	Camiones
Tráiler	10	1	11	3.01%	Tráileres
Semi-tráiler	33	7	40	10.93%	Tráileres
Ómnibus	29	5	34	9.29%	Bus
Volquete de 15m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Volquete de 7m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Volquete de 4m ³	0	0	0	0.00%	Camiones
Mini-cargador	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Ambulancia	5	2	7	1.91%	V. Livianos
Cama baja	0	0	0	0.00%	Tráileres
Bicicleta	1	0	1	0.27%	V. De 2 o 3 ruedas
Grúa Liviana	1	0	1	0.27%	Camiones
Tractor	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Otros	0	0	0	0.00%	Otro
Sin Datos	0	0	0	0.00%	Otro
Motofurgoneta	0	0	0	0.00%	V. De 2 o 3 ruedas
Tracto Camión	0	0	0	0.00%	Camión
Motoniveladora	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Cargador Frontal	0	0	0	0.00%	Máquina Pesada
Ciclo-moto	0	0	0	0.00%	V. De 2 o 3 ruedas
	1	0	1	0.27%	Por definir
TOTAL	301	65	366	100.00%	

Según la clasificación vehicular (ver cuadro 16 “Clasificación Vehicular”), obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 2.57. Accidentes de tránsito según su clasificación vehicular del sub-tramo 24

Tipo de Vehículo	Cantidad	%
V. De 2 o 3 ruedas	42	11.48%
V. Livianos	155	42.35%
Otro	0	0.00%
Por definir	1	0.27%
Camiones	83	22.68%
Bus	34	9.29%
Máquina Pesada	0	0.00%
Tráileres	51	13.93%
	366	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver la alta participación de los vehículos livianos (42.35%) en accidentes de tránsito, a pesar que el vehículo de mayor participación individual es el Camión.

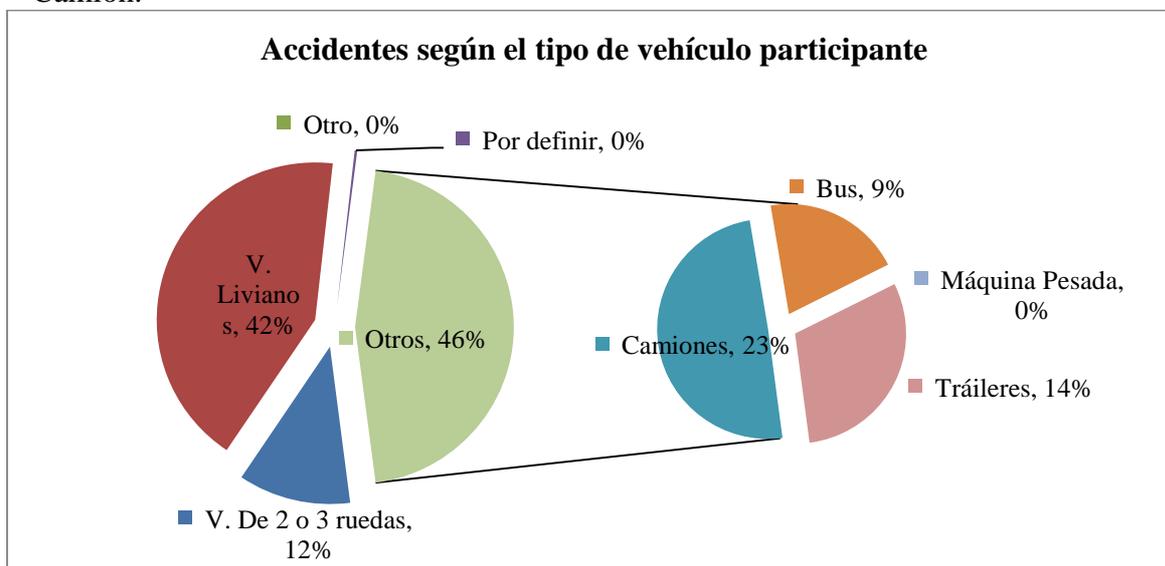


Gráfico 2.48. Accidentes de tránsito según clasificación vehicular del sub-tramo 24

Ya teniendo los vehículos agrupado por clases, se puede distinguir que un 42% existe participación de vehículos livianos (autos, camionetas, station wagon, etc.), un 46% de Vehículos Pesados (Camiones, Buses, etc.) y un 12% de vehículos menores (motos, moto-taxis, motofurgonetas, etc.).

Esta última cifra al igual que el sub-tramo 22, es alarmante debido que los vehículos menores no prestan las mínimas medidas de seguridad ante la eventualidad de un accidente de tránsito en carretera, a continuación se verá la relación de los accidentes según el vehículos participante y el daño que sufre.

Tabla 2.58. Relación entre vehículos y daño en accidentes de tránsito del sub-tramo 24

Vehículo\Daño	A	B	C	%A	%B	%C
Camioneta	26	25	2	12.94%	18.52%	6.90%
Auto	31	22	7	15.42%	16.30%	24.14%
Moto-taxi	5	16	2	2.49%	11.85%	6.90%

Vehículo\Daño	A	B	C	% A	% B	% C
Station wagon	13	9	1	6.47%	6.67%	3.45%
Moto	3	11	4	1.49%	8.15%	13.79%
Camioneta Rural	6	5	1	2.99%	3.70%	3.45%
Grúa pesada				0.00%	0.00%	0.00%
Camión	61	16	5	30.35%	11.85%	17.24%
Tráiler	8	3		3.98%	2.22%	0.00%
Semi-tráiler	29	10	1	14.43%	7.41%	3.45%
Ómnibus	14	16	4	6.97%	11.85%	13.79%
Volquete de 15m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Volquete de 7m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Volquete de 4m ³				0.00%	0.00%	0.00%
Mini-cargador				0.00%	0.00%	0.00%
Ambulancia	4	2	1	1.99%	1.48%	3.45%
Cama baja				0.00%	0.00%	0.00%
Bicicleta			1	0.00%	0.00%	3.45%
Grúa Liviana	1			0.50%	0.00%	0.00%
Tractor				0.00%	0.00%	0.00%
Otros				0.00%	0.00%	0.00%
Sin Datos				0.00%	0.00%	0.00%
Motofurgoneta				0.00%	0.00%	0.00%
Tracto camión				0.00%	0.00%	0.00%
Motoniveladora				0.00%	0.00%	0.00%
Cargador Frontal				0.00%	0.00%	0.00%
Ciclo-moto				0.00%	0.00%	0.00%
	201	135	29	100.00%	100.00%	100.00%

Del cuadro anterior se puede ver que en el 30.35% de los accidentes de tránsito sin lesionados (daño A), la participación es de Camiones, esto debido a que si bien sufren constantemente accidentes no representan lesionados y/o muertos considerables, puede ser porque son vehículos de grandes dimensiones que protegen a sus pasajeros y al conductor. Por otro lado en el 18.52% de accidentes con lesionados (daño B), existe la participación de camionetas. Y finalmente el 24.14% de accidentes de tránsito con muertos (daño C), existe una participación de autos.

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar en número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

Tabla 2.59. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito del sub-tramo 24

Clase	Frecuencia
0	3
1	2
2	4
3	9
4	10
5	8

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
6	8
7	7
8	4
9	1
10	0
11	3
12	0
13	1
Moda	4

En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han visto el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Como se puede ver lo más frecuente es que no se registren accidentes de tránsito, para visualizar mejor lo anterior se presenta el siguiente histograma. Esto es que lo más frecuente es que haya cuatro accidentes en un mes.

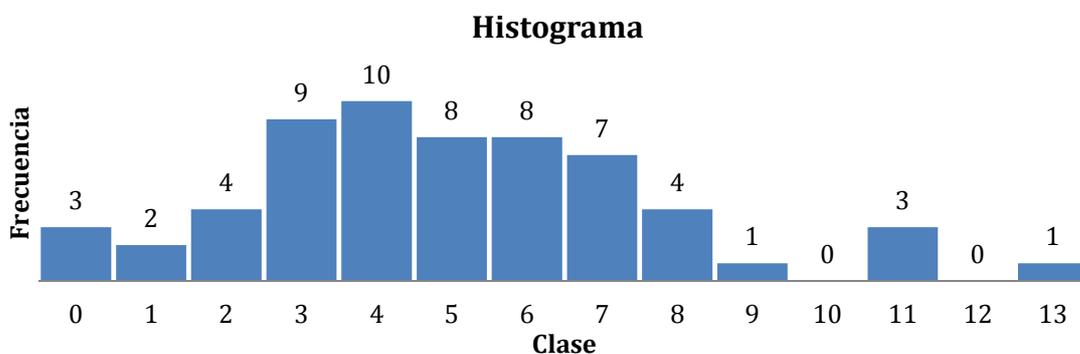


Gráfico 2.49. Histograma de accidentes de tránsito del sub-tramo 24

En cambio si se tomaran sólo los datos desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, donde se ve que ahora la moda es 5:

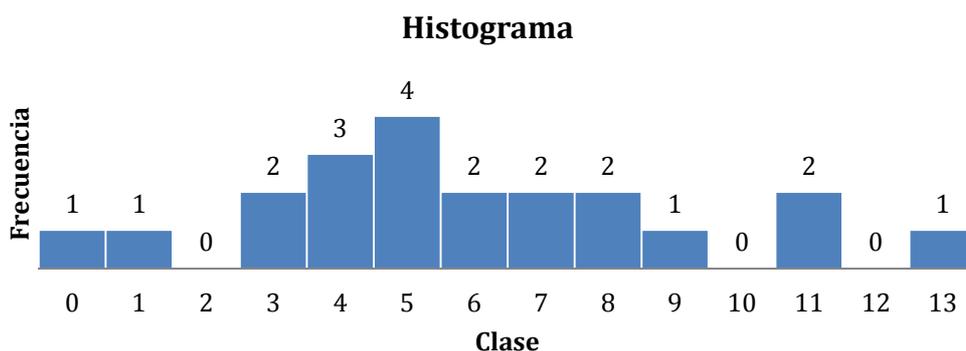


Gráfico 2.50. Histograma de accidentes de tránsito del 2010-2011 del sub-tramo 24

Ahora si analizamos, la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos, tomando como tiempo los días transcurridos entre eventos continuos, como se puede ver en el Anexo N°12. La frecuencia de ocurrencia de un accidente de tránsito en este tramo es de **6** días, pero si tomamos sólo los eventos suscitados desde el 2010, se ve que en promedio la frecuencia se reduce a **5.12** días, que comparado con los obtenidos en los sub-tramos anteriores es considerablemente menor.

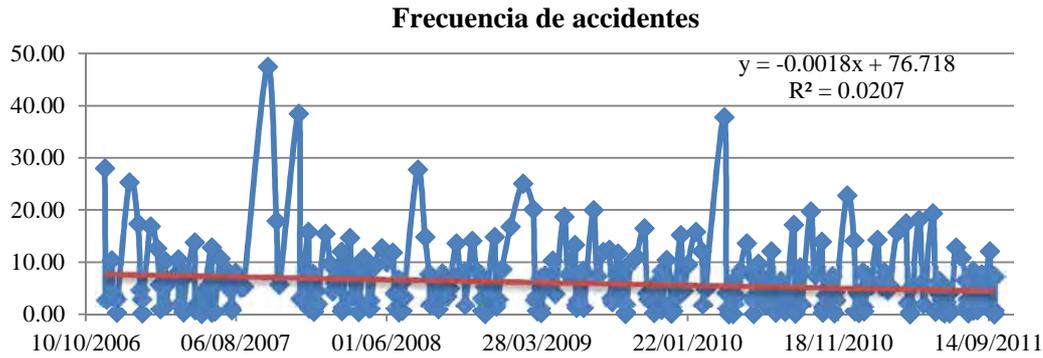


Gráfico 2.51. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 24

La frecuencia de accidentes de tránsito en este tramo muestra una baja correlación entre sus valores ($R^2 \approx 0$), por ello no se puede afirmar una tendencia, pero sí se puede comentar que estos valores en promedio son mucho menores que los hallados en los tramos anteriores, lo que muestra una ocurrencia de accidentes mucho más recurrente, consecuencia probablemente de una longitud mayor del tramo o de otros factores (humanos, vehículos o vía).

B. Tasa de Accidentalidad

Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (ver fórmula 2)

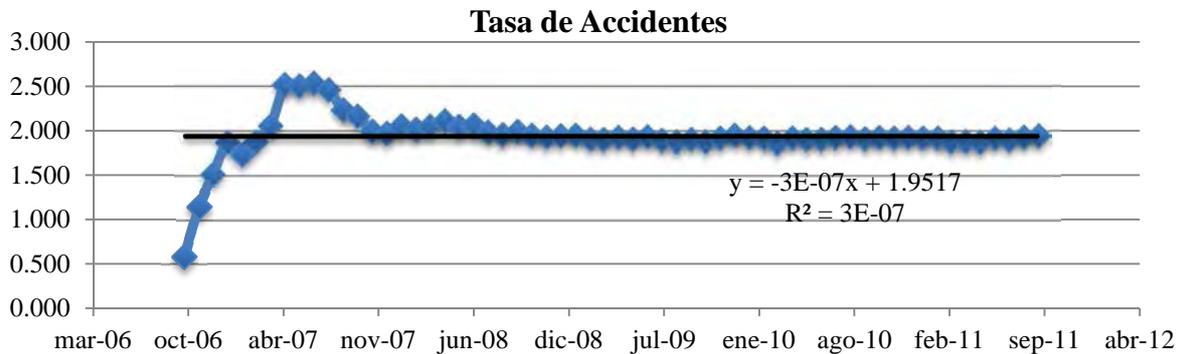


Gráfico 2.52. Tasa de accidentes de tránsito del sub-tramo 24

De igual manera que los tramos anteriores, por la imprecisión de los datos a la apertura de la concesión, es que se pueden apreciar varios quiebres estructurales al inicio de la gráfica, esto ha generado una muy baja correlación de los valores ($R^2 \approx 0$), que a pesar que desde noviembre del 2007 se ven cada vez más estables y prácticamente constantes, no permite una confiable tendencia. Para setiembre de 2011 se tiene una tasa de accidente de **1.946**. (Ver Anexo N°4, tabla de índices de sub-tramo 24)

En el siguiente gráfico se ve la relación entre los accidentes de tránsito y la cantidad de vehículos que circulan en un determinado tramo, en donde se puede apreciar, que en la mayoría de las zonas de mayor IMDM tienen la mayor cantidad de accidentes.

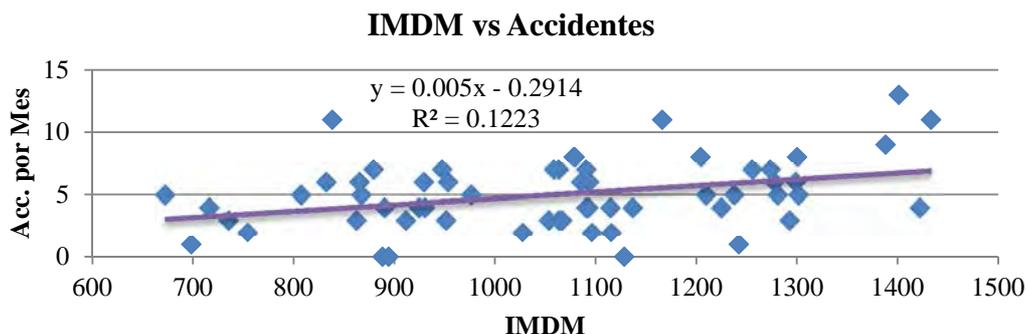


Gráfico 2.53. IMDM vs accidentes de tránsito del sub-tramo 24

Como se ha visto anteriormente, dada la dispersión de los datos es que no se puede afirmar una correlación de los datos, pero sí se puede observar que existe una mayor concentración de accidentes en la parte central de la gráfica (entre 4 y 5).

C. Índices de Peligrosidad (Fórmula 3 y 4)

✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

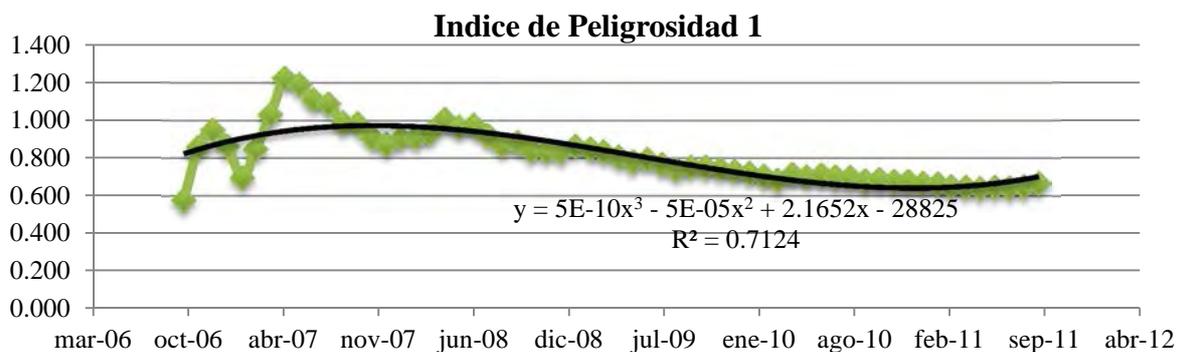


Gráfico 2.54. Índice de peligrosidad 1 del sub-tramo 24

Tomando en cuenta los valores a partir del año 2008, se puede observar que existe un comportamiento decreciente, esto indica una disminución en la cantidad de accidentes con personas heridas o lesionadas que hasta setiembre de 2011 el índice mostraba la cifra de **0.666**. (Ver Anexo N°4, tabla de índices de sub-tramo 24)

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

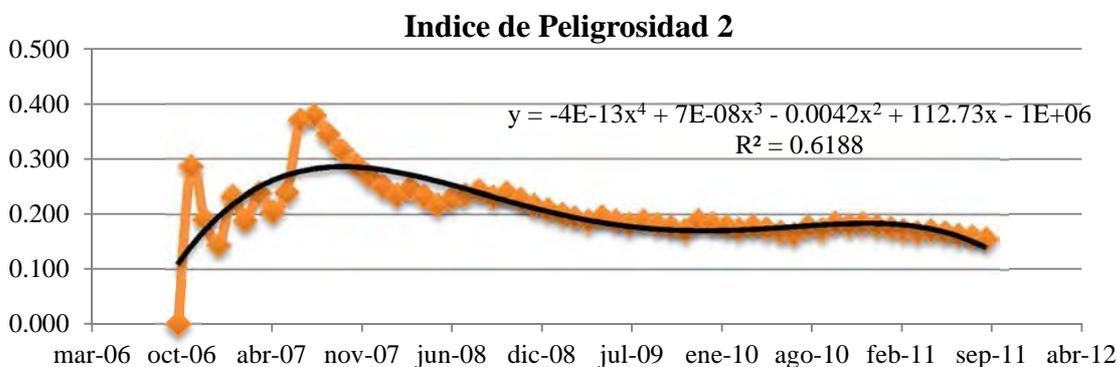


Gráfico 2.55. Índice de peligrosidad 2 del sub-tramo 24

Por otro lado el IP2 mantiene al inicio una gran dispersión de los valores, los cuales son más precisos a partir del 2008 y observando su comportamiento desde ese punto es que se ve que estos índices se mantienen prácticamente constantes, hasta el 2011 en donde se ve un ligero descenso, lo que podría indicar una disminución en la cantidad de accidentes de tránsito con muertos.

El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.155**. (Ver Anexo N°4, tabla de índices de sub-tramo 24)

D. Índice de Gravedad

Este índice es la relación entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1. (Ver fórmula 5)

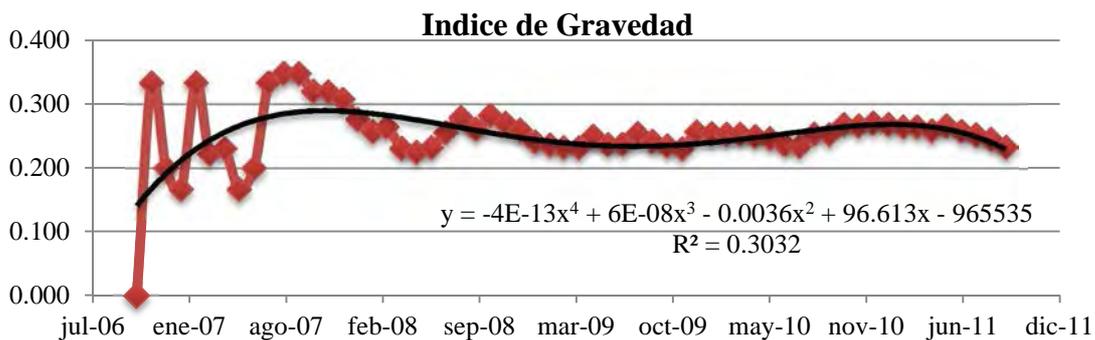


Gráfico 2.56. Índice de gravedad del sub-tramo 24

En el gráfico anterior se puede ver que al inicio los valores son bastante dispersos, esto ha generado que exista variabilidad y poca correlación en los datos, pero ya para el año 2009 éstos comienzan a ser mucho más estables y casi constantes, con una ligera disminución en los últimos indicadores, que podría indicar una disminución en la gravedad de los accidentes.

El último valor de índice de gravedad es **0.233**. (Ver Anexo N°4, tabla de índices de sub-tramo 24)

E. Índice de Severidad

Como se ha mencionado anteriormente, es aquel que da una puntuación al accidente de tránsito según su gravedad, en el Anexo N°16 se puede ver con mayor detalle los accidentes registrados por el CCO en el sub-tramo 24 desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, con sus respectivos pesos.

Es este sub-tramo se ha obtenido una puntuación total de 3604 puntos, entonces si la cantidad de accidentes fueron de 301, el índice de severidad es **11.97**. (Ver fórmula 6). Siendo un valor alto, aunque no supera al índice obtenido por el sub-tramo 22.

2.4. Resumen de los resultados obtenidos de las cuatro zonas analizadas.

Tabla 2.60. Resumen de resultados obtenidos (1)

SUB-TRAMO	ACCIDENTES	MUERTOS	HERIDOS	TIPO DE ACC	CAUSA DE ACC.	FACTORES	ZONAS DE ACC.	VEH. PARTIC.	TIPO DE VEH
2	166	17	137	DESPISTE	FALLA MECÁNICA	FACTOR HUMANO	RECTA	CAMIONETA	VEH. LIVIANO
				52 31.33%	47 28.31%	52 31.33%	119 71.69%	57 30%	51.58%
3	70	4	40	DESPISTE	FALLA MECÁNICA	FACTOR HUMANO	RECTA	CAMIÓN	VEH. PESADO
				32 45.71%	24 34.29%	31 44.29%	34 48.57%	28 36.84%	66.00%
22	134	26	125	DESPISTE	EXCESO DE VELOCIDAD	FACTOR HUMANO	RECTA	CAMIÓN	VEH. PESADO
				34 25.37%	30 22.39%	105 78.00%	86 64.18%	41 21.69%	34.00%
24	301	44	322	DESPISTE	EXCESO DE VELOCIDAD	FACTOR HUMANO	CURVA	CAMIÓN	VEH. LIVIANO
				104 34.55%	72 23.92%	235 78.00%	103 34.22%	82 22.40%	42.35%

- ✓ Del cuadro anterior se puede apreciar que el principal tipo de accidentes en todos los tramos de la carretera, son los Despistes, estos relacionados con principalmente por las fallas mecánicas, muestra del deficiente parque automotor existente.
- ✓ Las causas principales se ven agrupadas según la zona geográfica. Los tramos ubicados en la costa, presentan como principal causante de accidentes las Fallas mecánicas. Y los tramos ubicados en Selva, su causa principal es el exceso de velocidad. Esto puede estar relacionado al adelantamiento e invasión de carril contrario realizado de manera imprudente, por la impaciencia de los conductores de no esperar zonas seguras para adelantamiento.
- ✓ Al igual que los estudios realizados a nivel internacional, en este estudio se pudo constatar el predominio del factor humano como principal causante de accidentes.
- ✓ El análisis de la zona geométrica en donde suceden los accidentes, mostró que en su mayoría suceden en zonas rectas. Que a pesar de ser aparentemente una zona de mayor seguridad, el exceso de confianza en los conductores generan el aumento de velocidad en los vehículos, lo que conlleva a una mayor probabilidad de accidente de tránsito.
- ✓ El camión es uno de los vehículos con mayor participación en los accidentes de tránsito, esto debido principalmente a un deficiente parque automotor en vehículos de carga, además que por ser la carretera IIRSA Norte de uso comercial, tienen una predominancia. En el caso del Sub-tramo 2, las camionetas participan en la mayoría de los accidentes, esto asociado a que estos vehículos, debido a las condiciones geométricas de la zona, pasan por alto los límites mínimos de velocidad.

Tabla 2.61. Resumen de resultados obtenidos (2)

SUB-TRAMO	MODA	FRECUENCIA	TASA DE ACC	I.P 1	I.P 2	I. GRAVEDAD	SEVERIDAD	DAÑO A	DAÑO B	DAÑO C
2	2	10.92 días	0.886	0.3	0.06	0.211	11.25	CAMIONETA	CAMIONETA	CAMIONETA
	5	7.18 días						32.04%	26.09%	31.25%
3	0	22.12 días	0.427	0.16	0.03	0.19	7.3	CAMIÓN	CAMIÓN	CAMIÓN
	1	19.95 días						38.46%	25.00%	75.00%
22	2	13.61 días	2.024	0.79	0.3	0.385	19.27	CAMIÓN	MOTO-TAXI	MOTO
	2	8.99 días						33.33%	26.09%	31.25%
24	4	6 días	1.946	0.67	0.16	0.233	11.97	CAMIÓN	CAMIONETA	AUTO
	4	5.12 días						30.35%	18.52%	24.14%

- ✓ Si se comparan las frecuencias de ocurrencia de accidentes de tránsito por sub-tramos, se puede apreciar que en el sub-tramo 24 existe una frecuencia mucho menor que el resto, seguida por el sub-tramo 2, es decir, que los accidentes de tránsito suceden con mayor frecuencia en estos sub-tramos.
- ✓ Ahora si se analiza los indicadores de accidentalidad, se puede ver un sub-tramo que sobresale en todos los resultados, es el sub-tramo 22, este tiene la mayor tasa de accidentes, los más altos índices de peligrosidad, gravedad y severidad, estas cifras son realmente alarmante, dado que este sub-tramo es el de menor longitud y no cuenta con una frecuencia de accidentes alta, es decir, que los accidentes sucedidos tienen consecuencias de mayor gravedad, esto puede relacionarse a que en esta zona, existen gran cantidad de centros poblados ubicados justo al borde de la calzada, aumentando más el riesgo de un accidente, esto se podrá apreciar mejor en el siguiente capítulo.
- ✓ Y Finalmente una observación de gran importancia, es la presencia de vehículos menores como motos y moto-taxis en los accidentes que tiene como resultado daño B y C, esto indica que la participación de este tipo de vehículos en accidentes de tránsito aumenta considerablemente todos los indicadores de accidentalidad, tal es el caso del sub-tramo 22, que sobresale por sus altos índices.

Capítulo 3

Análisis de los Sectores Poblados de la Carretera

3.1. Análisis de Seguridad Vial de sólo los sectores poblados ubicados en los cuatro tramos.

3.1.1. Análisis de accidentalidad de las zonas poblados del sub-tramo 2.

En el sub-tramo 2, se encuentran registrados 13 centros poblados que actúan directamente con la carretera IIRSA Norte.

Tabla 3.1. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 2

CP	Desde	Hasta	Long	% de Long.	Población Aprox.	Población Estudiantil	% de estudiantes
Casa Blanca	191+500	192+200	700 m	0.9%	300	30	10.00%
Dv. La matanza	197+500	198+000	500 m	0.6%	240	25	10.42%
Dv. Vicus	200+900	201+300	400 m	0.5%	200	0	0.00%
Km 50	204+000	206+350	2350 m	2.8%	3000	700	23.33%
Km 48	208+000	209+000	1000 m	1.2%	420	60	14.29%
Virgen del Guadalupe	212+240	212+886	646 m	0.8%	180	50	27.78%
San José	214+300	215+420	1120 m	1.4%	1800	148	8.22%
Sr. Cautivo de Ayabaca	222+020	223+570	1550 m	1.9%	360	30	8.33%
Santa Rosa	224+580	225+450	870 m	1.1%	480	55	11.46%
San Martín	225+473	226+780	1307 m	1.6%	1080	117	10.83%
Sagrado Corazón de Jesús	226+860	227+350	490 m	0.6%	300	29	9.67%
Cruz de la Caña	228+820	230+000	1180 m	1.4%	900	95	10.56%
Virgen del Fátima	232+800	233+000	200 m	0.2%	200	22	11.00%
			12313 m		9460	1361	14.39%
Total CPs			12.31 Km	14.9%			
Sub-tramo			82.7 Km	100.0%			

Del cuadro anterior se pueden ver las características más resaltantes de las zonas pobladas de este tramo, el nombre, la progresiva inicio y fin, con la que se obtiene la longitud del sector poblado, ésta representa un porcentaje de la longitud total del tramo.

Adicionalmente y gracias al levantamiento de campo, se ha colocado la cantidad de habitantes promedio que existen en cada uno de los centros poblados del tramo.

De lo anterior se puede apreciar que el 14.9% de la longitud total del tramo, es zona poblada y que el 14.4% de la cantidad de habitantes totales en todos los centros poblados son niños y jóvenes estudiantes.

En el siguiente cuadro se puede ver la distribución de accidentes de tránsito ocurridos en los sectores de centros poblados.

Tabla 3.2. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo 2

CP	Cant. Acc.	Acc. S/L	Acc. C/L	Acc. C/M	Cant. De Lesionados	Cant. De Muertos
Casa Blanca	1	1	0	0	0	0
Dv. La matanza	1	1	0	0	0	0
Dv. Vicus	4	4	0	0	0	0
Km 50	4	2	1	1	2	1
Km 48	3	3	0	0	0	0
Virgen del Guadalupe	1	0	1	0	4	0
San José	5	3	1	1	2	1
Sr. Cautivo de Ayabaca	6	3	3	0	6	0
Santa Rosa	7	5	2	0	2	0
San Martín	4	3	1	0	1	0
Sagrado Corazón de Jesús	7	3	2	2	7	7
Cruz de la Caña	9	8	1	0	3	0
Virgen del Fátima	5	2	3	0	9	0
	57	38	15	4	36	9

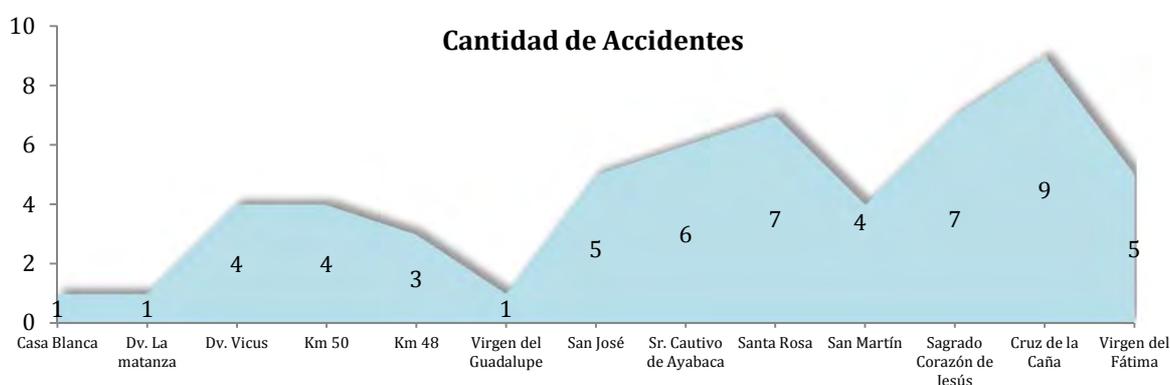


Gráfico 3.1. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 2

En cuanto a cantidad de accidentes el centro poblado con mayor afectación es Cruz de la caña.

En base a las características presentadas anteriormente, es que se ha realizado el siguiente análisis, donde se puede ver la tendencia de los datos.

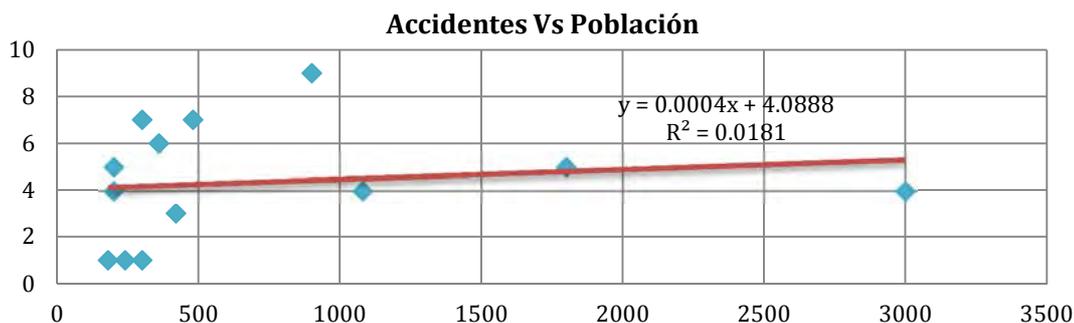


Gráfico 3.2. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 2

Del gráfico anterior, dada la dispersión y poca correlación de sus valores ($R^2 \approx 0$) no se ha podido afirmar una tendencia, pero se puede observar una mayor concentración de accidentes en poblaciones menores.

De igual manera se aprecia un comportamiento muy similar en la gráfica 3.3 en la que se han tabulado los accidentes ocurridos en los centros poblados versus la longitud del centro poblado, en donde muestra una aparente tendencia positiva, pero por la dispersión de los datos, ésta no es representativa de la realidad. Cabe mencionar que las longitudes son menores, en varios casos, a 1km, medida que según lo explicado en el apartado 1.5.6, no es recomendable para analizar, esta problemática se verá en muchos de los sectores de centros poblados analizados más adelante y puede ser una de las razones por las que no se puede proyectar una tendencia que tenga una buena correlación entre sus datos.

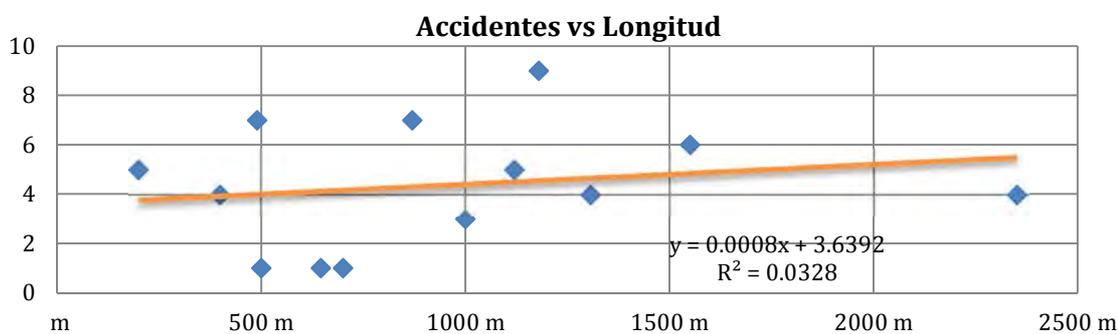


Gráfico 3.3. Accidentes vs longitud en centros poblados del sub-tramo 2

A continuación se tabula la cantidad de accidentes de tránsito versus la cantidad de estudiantes en cada centro poblado, en donde se aprecia que la mayoría de los centros poblados tiene baja población estudiantil y estos además no se encuentran relacionados con la cantidad de accidentes ($R^2 \approx 0$ y tendencia constante).

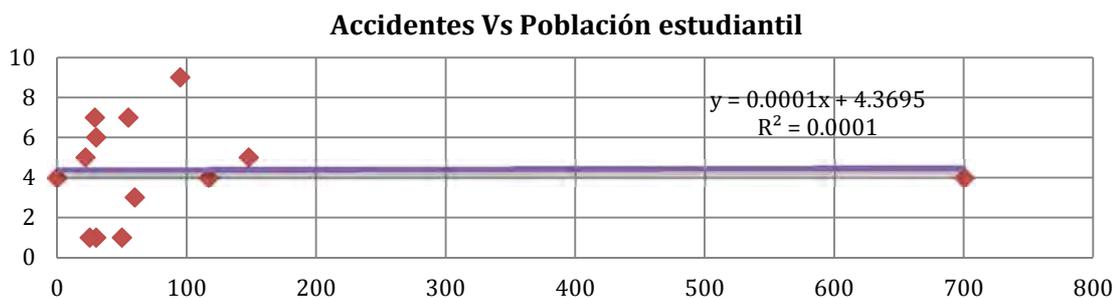


Gráfico 3.4. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 2

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar en número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

Tabla 3.3. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 2

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0	24
1	21
2	8
3	4
4	2
5	0
6	0
<i>Moda</i>	0

En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han registrado el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Como se puede ver lo más frecuente es que no se registren accidentes de tránsito en un mes.

Para visualizar mejor lo anterior se presenta el siguiente histograma.

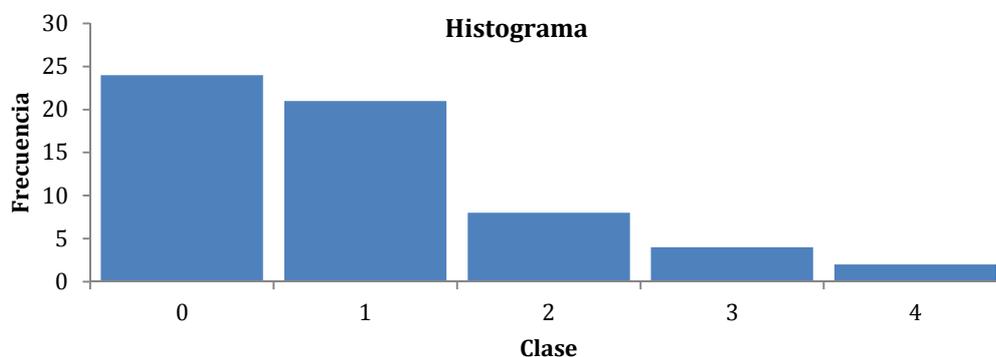


Gráfico 3.5. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 2

En cambio, si se tomaran sólo los datos desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, se puede ver que la moda ha cambiado, es decir, ahora es más frecuente que haya al menos un accidente por mes:

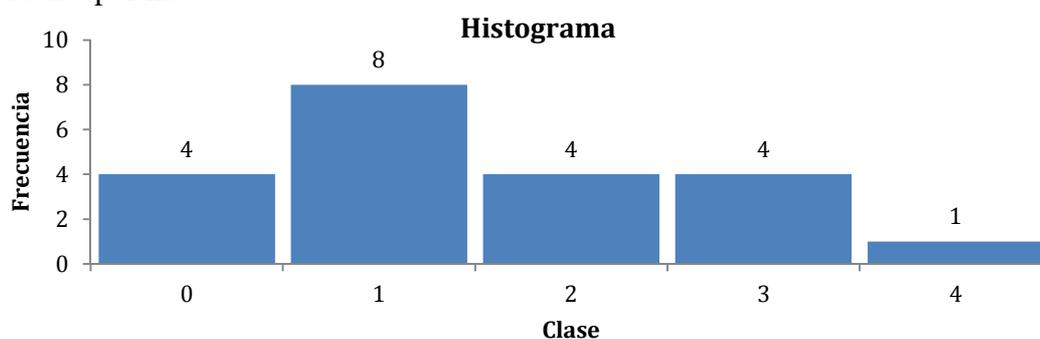


Gráfico 3.6. Histograma de accidentes de tránsito en Cps del 2010-2011 del sub-tramo 2

Ahora si analizamos la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos en las zonas pobladas del sub-tramo 2, tomando como tiempo los días transcurridos entre eventos continuos (ver Anexo N°17).

Obteniendo que cada **28.6** días sucede un accidente de tránsito en los sectores poblados de este tramo de la carretera; ahora si sólo consideramos los accidentes ocurridos desde el 2010 se tiene como resultado que la frecuencia a reducido a **19.66** días.

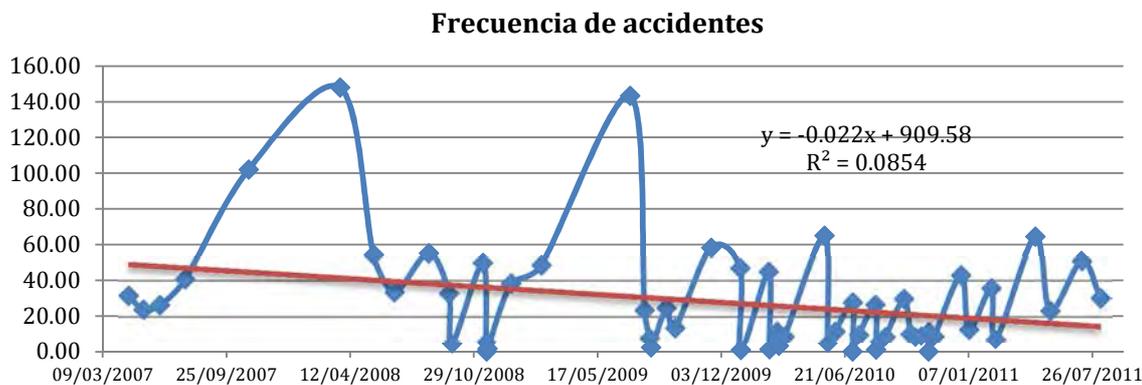


Gráfico 3.7. Frecuencia de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 2

Este gráfico tiene valores bastante dispersos ($R^2 \approx 0$), por ello no se puede proyectar ni tener un comportamiento real, pero se puede apreciar que las oscilaciones y la amplitud de las ondas se hacen cada vez más cortas lo que supone una disminución en la frecuencia de accidentes de tránsito, comprobándose con la reducción del promedio de las frecuencias medidas desde el 2010.

B. Tasa de Accidentes

Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (Ver fórmula 2)

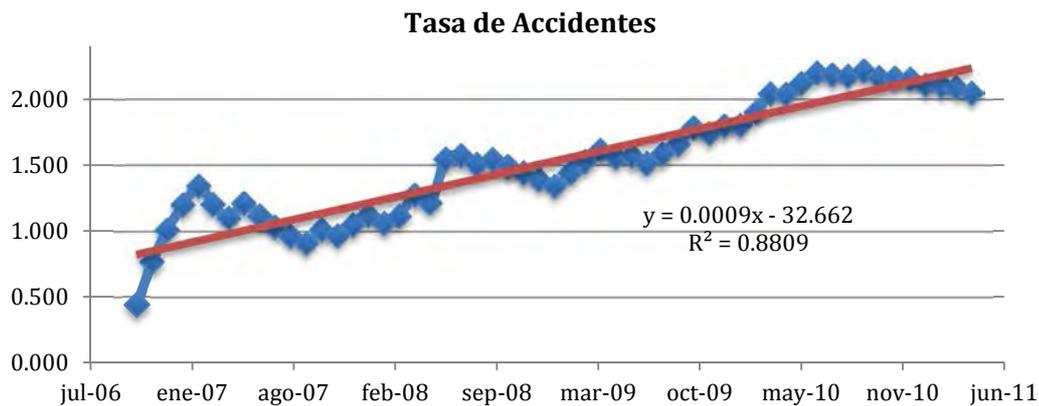


Gráfico 3.8. Tasa de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 2

En el cuadro anterior se puede ver la evolución de la tasa de accidentes, iniciando con valores bajos e imprecisos para luego ir creciendo, teniendo una notable tendencia positiva, que ya para setiembre de 2011 la tasa de accidente de **2.046**. (Ver Anexo N°5, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 2)

C. Índices de Peligrosidad (Ver fórmula 3 y 4)

✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

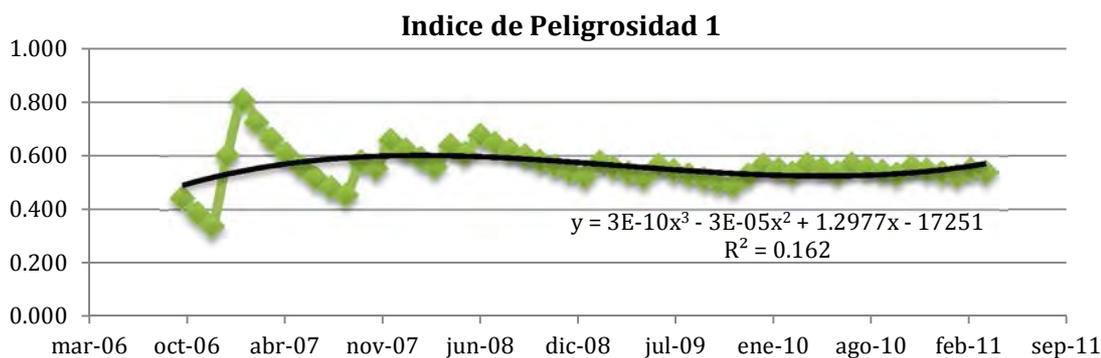


Gráfico 3.9. Índice de peligrosidad 1 de las zonas pobladas del sub-tramo 2

Dada la variabilidad y la poca correlación de los datos no se puede afirmar una tendencia, pero sí se puede observar que estos se mantienen estables a partir de mediados del año 2008 y desde el 2010 prácticamente constantes, que hasta setiembre de 2011 tenía un índice de **0.538**. (Ver Anexo N°5, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 2).

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

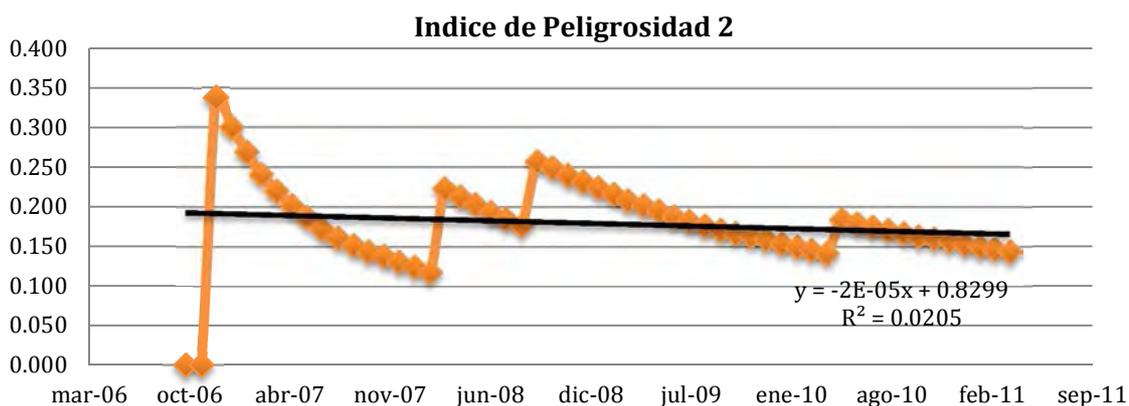


Gráfico 3.10. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 2

De igual manera que al IP1, por existir varios quiebres estructurales, prácticamente no existe correlación en los valores, es por ello que no se puede proyectar una tendencia confiable, pero como comentario, algo que salta a la vista es que después de un quiebre estructural los datos se estabilizan y tienden a disminuir con forme pasa el tiempo, hasta que otro incidente de gran envergadura, probablemente con varias muertes sucede nuevamente. El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.144**. (Ver Anexo N°5, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 2)

D. Índice de Gravedad

Este índice es la relación entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1.

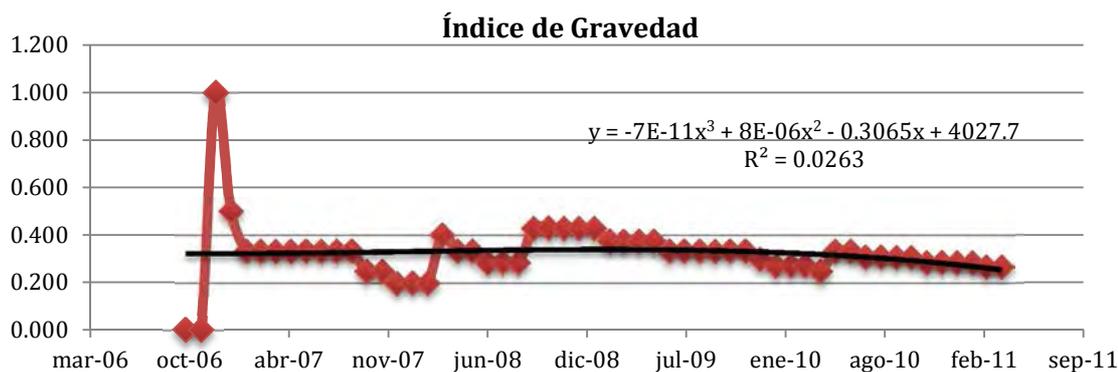


Gráfico 3.11. Índice de gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 2

El índice de gravedad al igual que los índices de peligrosidad 1 y 2, muestran quiebres estructurales que dificultan su proyección, pero se puede observar que desde setiembre de 2008 los valores comienzan a estabilizarse mostrando una disminución paulatina conforme avanza el tiempo, lo que se puede interpretar cómo que a pesar que la cantidad de accidentes en la zona aumente, la gravedad de ellos no necesariamente lo hace. El índice de gravedad obtenido hasta setiembre de 2011 es **0.268**. (Ver Anexo N°5, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 2)

E. Índice de Severidad

Es aquel índice que da una puntuación al accidente de tránsito de acuerdo a su gravedad. En el Anexo N°21 se tiene una tabla con todos los accidentes de tránsito registrados en sectores poblados por el CCO en el sub-tramo 2 desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011 con sus respectivos pesos, alcanzando una puntuación total de **588 puntos**, entonces si la cantidad de accidentes fueron de **57**, el índice de severidad es **10.32**. (Ver fórmula 6)

3.1.2. Análisis de accidentalidad de las zonas poblados del sub-tramo 3.

En el sub-tramo 3, se encuentran reconocidos 17 centros poblados que actúan directamente con la carretera IIRSA Norte.

Tabla 3.4. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 3

CP	Desde	Hasta	Long	% de Long.	Población Aprox.	Población Estudiantil	% de estudiantes
Cruce antiguo Jaén	86+000	86+800	800 m	0.9%	1200	90	7.50%
A.H Alan García Perez	89+000	91+200	2200 m	2.6%	2940	130	4.42%
Filoque	94+596	96+000	1404 m	1.6%	390	69	17.69%
Filoque Grande	96+615	97+194	579 m	0.7%	420	0	0.00%
Las Pampas Olmos	105+800	103+500	2300 m	2.7%	360	40	11.11%
Pasabar Oleoducto	107+000	108+000	1000 m	1.2%	270	30	11.11%
Pasabar Aserradero	108+000	109+500	1500 m	1.7%	560	45	8.04%
Sr de los Milagros	110+200	111+400	1200 m	1.4%	450	46	10.22%
Mocape	113+500	116+900	3400 m	4.0%	700	222	31.71%
Insculas	120+000	121+477	1477 m	1.7%	1200	434	36.17%
Querpón	128+600	126+500	2100 m	2.4%	870	96	11.03%
Progreso Badén	133+000	132+160	840 m	1.0%	270	15	5.56%

CP	Desde	Hasta	Long	% de Long.	Población Aprox.	Población Estudiantil	% de estudiantes
La Capilla Central	136+300	137+320	1020 m	1.2%	420	250	59.52%
Ñaupe la capilla	138+000	138+829	829 m	1.0%	80	0	0.00%
Ñaupe	140+490	141+715	1225 m	1.4%	800	174	21.75%
Las Animas	150+600	150+668	68 m	0.1%	48	0	0.00%
El virrey	155+722	157+000	1278 m	1.5%	650	180	27.69%
			23220 m		11628	1821	15.66%
Total CPs			23.22 Km	27.0%			
Sub-tramo			86.12 Km	100.0%			

En el cuadro anterior se pueden ver las características más resaltantes de las zonas pobladas de este tramo, las cuales ayudaran a tener una idea de la situación en la que se encuentra los centros poblados de este tramo.

De lo anterior se puede apreciar que el 27% de la longitud total del tramo, es zona poblada y que el 15.7% de la cantidad de habitantes totales en todos los centros poblados son niños y jóvenes estudiantes.

En el siguiente cuadro se puede ver la distribución de accidentes de tránsito ocurridos en los sectores de centros poblados.

Tabla 3.5. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo

3

CP	Cant. Acc.	Acc. S/L	Acc. C/L	Acc. C/M	Cant. De Lesionados	Cant. De Muertos
Cruce antiguo Jaén	2	1	1	0	1	0
A.H Alan García Perez	2	1	1	0	1	0
Filoque	1	0	0	1	3	1
Filoque Grande	1	1	0	0	0	0
Las Pampas Olmos	1	1	0	0	0	0
Pasabar Oleoducto	1	1	0	0	0	0
Pasabar Aserradero	2	2	0	0	0	0
Sr de los Milagros	0	0	0	0	0	0
Mocape	3	3	0	0	0	0
Insculas	1	0	0	1	3	2
Querpón	1	0	1	0	3	0
Progreso Badén	0	0	0	0	0	0
La Capilla Central	1	1	0	0	0	0
Ñaupe la capilla	0	0	0	0	0	0
Ñaupe	1	1	0	0	0	0
Las Animas	1	1	0	0	0	0
El virrey	1	1	0	0	0	0
	19	14	3	2	11	3



Gráfico 3.12. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 3

En donde el centro poblado con mayor afectación es Mocadope.

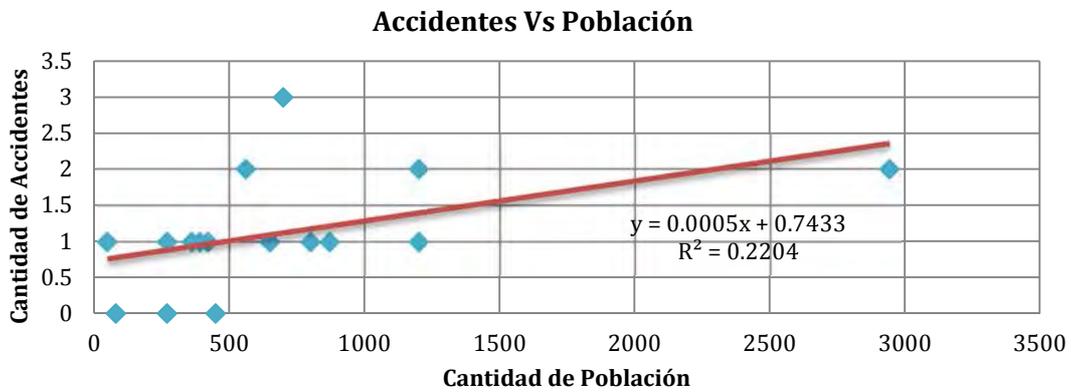


Gráfico 3.13. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 3

Del gráfico anterior lamentablemente dada la poca correlación de los valores no se puede concluir una tendencia, pero observando se puede comentar que los centros poblados que tienen menor cantidad de personas son los que tienen menor cantidad de accidentes incluso en algunos casos no presentan accidentes, por lo contrario se puede ver que centros poblados con más de 500 habitantes tienen al menos un accidente.

Un comportamiento similar se ve en la gráfica siguiente, en la que se han tabulado los accidentes ocurridos en los centros poblados versus la longitud del centro poblado en el que sucedieron, no pudiéndose ver una relación confiable entre ellos, algunos centros poblados tienen longitudes menores a 1km.

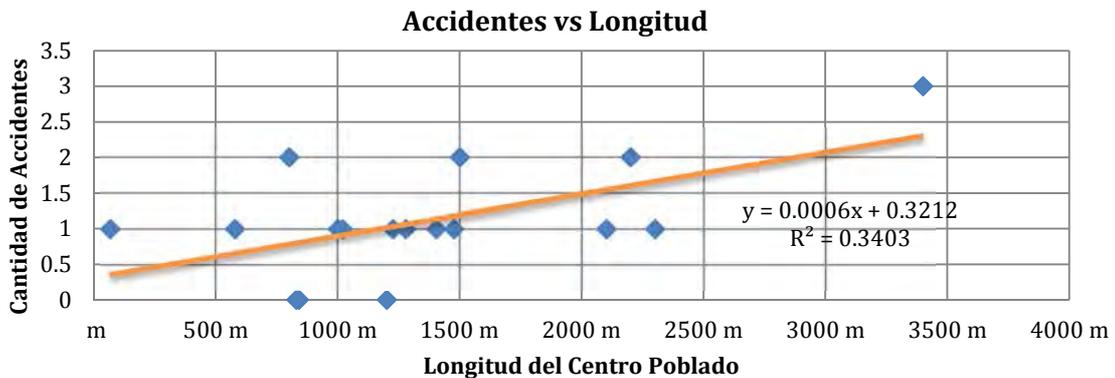


Gráfico 3.14. Accidentes vs longitud de los centros poblados del sub-tramo 3

A continuación se ha tabulado los accidentes de tránsito versus la población estudiantil, en donde por la dispersión y poca correlación de sus valores, no se puede encontrar una tendencia confiable.

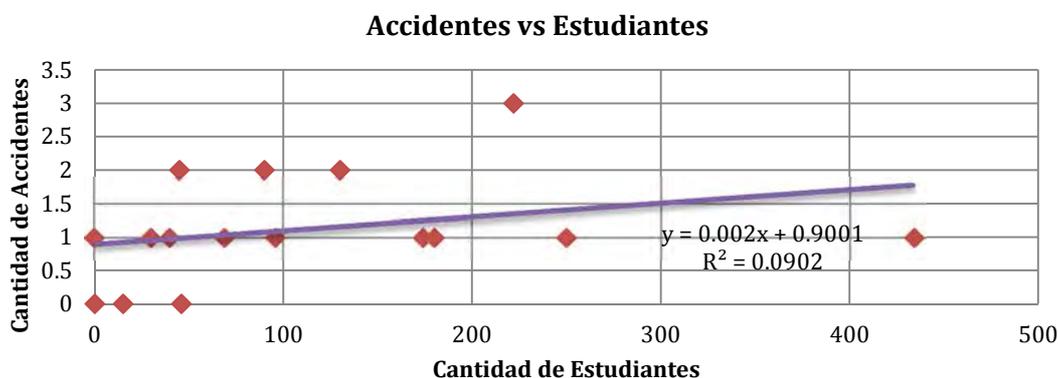


Gráfico 3.15. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 3

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar en número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

Tabla 3.6. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 3

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0	43
1	13
2	3
3	0
4	0
5	0
6	0
<i>Moda</i>	0

En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han visto el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Como se puede ver lo más frecuente es que no se registren accidentes de tránsito en un mes, para visualizar mejor lo anterior se presenta el siguiente histograma.

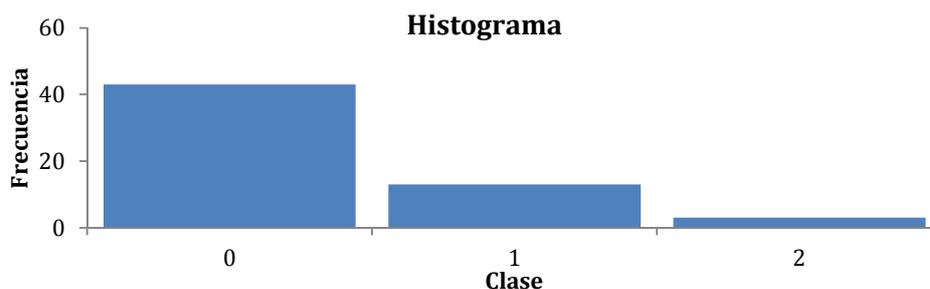


Gráfico 3.16. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 3

Ahora si se toman sólo los meses desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, se ve que la moda aún continua siendo cero:

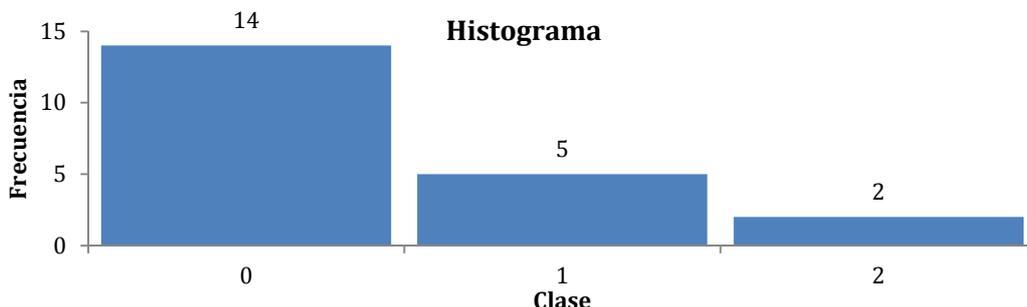


Gráfico 3.17. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del 2010-2011 del sub-tramo 3

Ahora si analizamos la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos, tomando como tiempo los días transcurridos entre eventos continuos, como se puede ver en el Anexo N°18, donde cada **82.1** días sucede un accidentes de tránsito en las zonas pobladas de este tramo de la carretera y cada **66.02** días considerando sólo los datos desde el 2010.

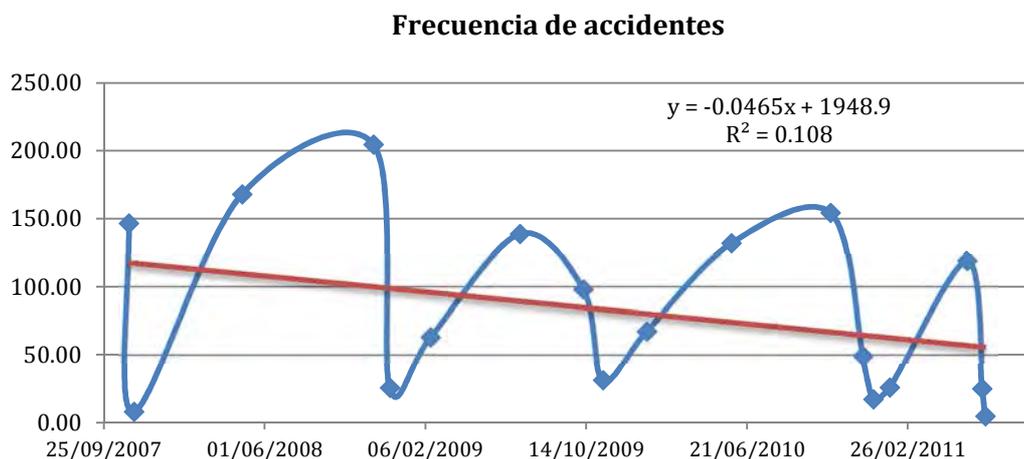


Gráfico 3.18. Frecuencia de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 3

En la gráfica anterior, no se ha podido proyectar una tendencia, pero si se puede ver que la amplitud de la onda en comparación a los primeros años es más corta, lo que explicaría que tomando valores sólo a partir del 2010 el promedio haya disminuido, con esto se podría suponer que la frecuencia se está haciendo cada vez más corta.

B. Tasa de Accidentes

Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (Ver fórmula 2)

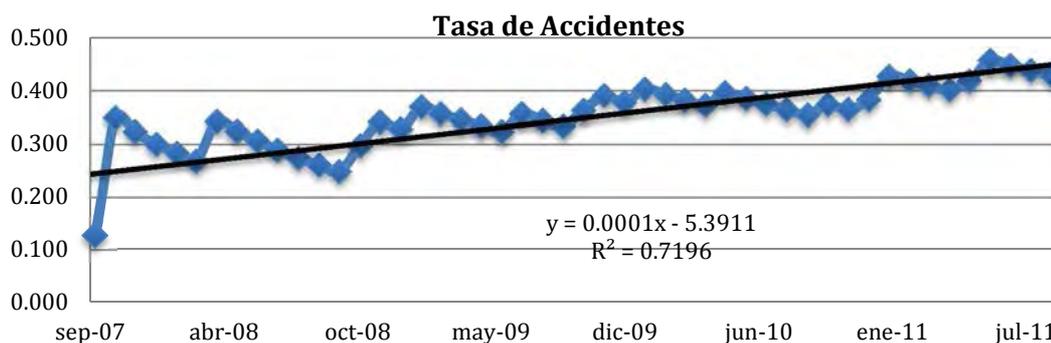


Gráfico 3.19. Tasa de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 3

En el cuadro anterior se puede ver la evolución de la tasa de accidentes, teniendo un notable crecimiento en los indicadores, obteniéndose para setiembre de 2011 la tasa de accidente de **0.43**. (Ver Anexo N°6, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 3)

C. Índices de Peligrosidad (Ver formula 3 y 4)

✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

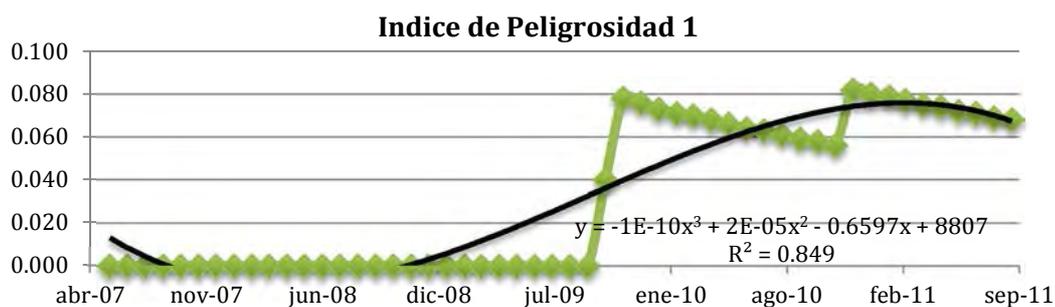


Gráfico 3.20. Índice de peligrosidad 1 de las zonas pobladas del sub-tramo 3

Dada la poca información con la que se contaba al inicio de la concesión, es que se muestran índices en cero, que no reflejan la realidad de la zona, es por eso que ocasionan un error en la tendencia, que aparentemente muestra una buena correlación de los valores y que va en aumento conforme pasa el tiempo. Por otro lado, si se observaba detenidamente, pasado cada quiebre estructural los índices posteriores muestran una tendencia lineal y decreciente, que era interrumpida cuando otro suceso imprevisto acontecía y que generaba un nuevo quiebre estructural, como por ejemplo un accidente de tránsito con muchos heridos.

La última cifra registrada en setiembre de 2011 es de **0.068**. (Ver Anexo N°6, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 3).

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

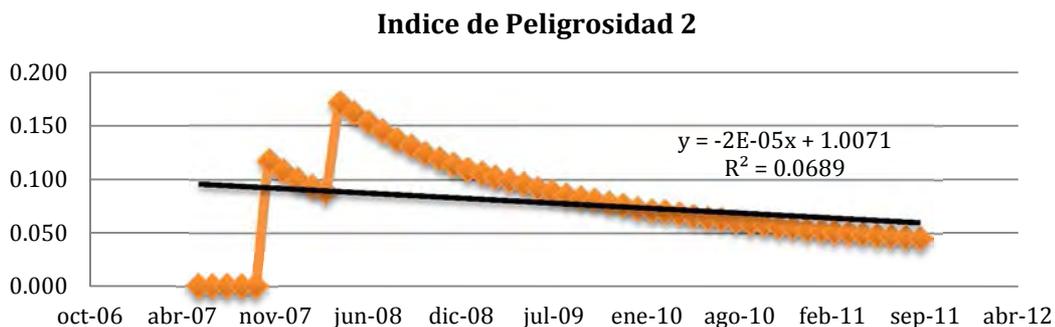


Gráfico 3.21. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 3

En este gráfico, al igual que en el anterior, se puede ver varios quiebres estructurales que ocasionan una baja correlación entre los valores, a pesar de ello se observa que este indicador muestra una tendencia decreciente (tomando los datos estables a partir de mayo de 2008), lo que indica que si bien puede haber un aumento en la ocurrencia de accidentes de tránsito, esto no representa mayores consecuencias fatales.

El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.045**. (Ver Anexo N°6, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 3).

D. Índice de Gravedad

Este índice es la relación entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1.

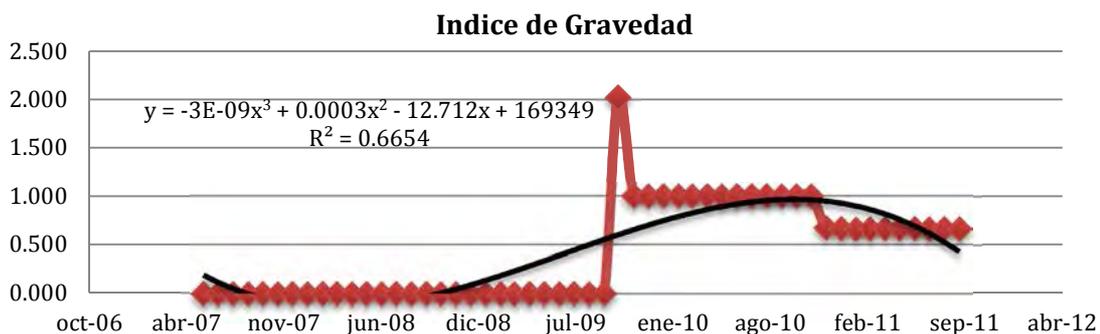


Gráfico 3.22. Índice gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 3

Cómo se puede ver el índice de gravedad al igual que el índice de peligrosidad 1 presentado anteriormente, tienen valores cero al inicio que conllevan a un error en la tendencia, en donde se aprecia que pasados los quiebres estructurales los indicadores se mantienen constantes, indicando que las proporciones entre el IP2 y el IP1 se mantienen también constantes, es decir, que siguen una misma pendiente.

El índice de gravedad obtenido hasta setiembre de 2011 es **0.662**. (Ver Anexo N°6, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 3).

E. Índice de Severidad

Es aquel que da una puntuación al accidente de tránsito de acuerdo a su gravedad. En el Anexo N°22 se puede ver la tabla con todos los accidentes de tránsito registrados por el CCO en los centros poblados del sub-tramo 3 desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, obteniendo una puntuación total de **244 puntos**, entonces si la cantidad de accidentes fueron de 19, el índice de severidad es **12.84**. (Ver fórmula 6)

3.1.3. Análisis de accidentalidad de las zonas pobladas del sub-tramo 22.

En el sub-tramo 22, se encuentran registrados 12 centros poblados que actúan directamente con la carretera IIRSA Norte.

Tabla 3.7. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 22

CP	Desde	Hasta	Long	% de Long.	Población Aprox.	Población Estudiantil	% de estudiantes
Tumbaro	425+000	426+300	1300 m	2.9%	1500	100	6.67%
Naranjillo	430+240	431+950	1710 m	3.8%	2400	0	0.00%
Awajun	432+000	433+300	1300 m	2.9%	5000	590	11.80%
La Victoria	437+850	438+530	680 m	1.5%	325	42	12.92%
San Juan	439+320	440+570	1250 m	2.8%	1500	778	51.87%
La Esperanza	442+190	443+300	1110 m	2.5%	350	48	13.71%
La Unión	444+370	447+000	2630 m	5.9%	3000	550	18.33%
Nuevo Cajamarca	447+000	451+350	4350 m	9.7%	45000	5000	11.11%
El Edén	451+300	451+800	500 m	1.1%	270	0	0.00%
San Pedro	453+200	454+000	800 m	1.8%	400	38	9.50%
Segunda Jerusalén	454+900	457+000	2100 m	4.7%	9000	2444	27.16%
El Porvenir	459+000	459+800	800 m	1.8%	7500	500	6.67%
			18530 m		76245	10090	13.23%
Total CPs			18.53 Km	41.4%			
Sub-tramo			44.73 Km	100.0%			

Del cuadro anterior se pueden ver las características más resaltantes de las zonas pobladas de este tramo, las cuales ayudaran para el análisis de dicha zona.

De lo anterior se puede apreciar que el 41.4% de la longitud total del tramo, es zona poblada, este valor es bastante alto en comparación a los vistos anteriormente, y que el 13.23% de la cantidad de habitantes totales en todos los centros poblados son niños y jóvenes estudiantes.

En el siguiente cuadro se puede ver la distribución de accidentes de tránsito ocurridos en los sectores de centros poblados.

Tabla 3.8. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo 22

CP	Cant. Acc.	Acc. S/L	Acc. C/L	Acc. C/M	Lesionados	Muertos
Tumbaro	2	1	1	0	2	0
Naranjillo	4	3	1	0	1	0
Awajun	5	3	2	0	3	0
La Victoria	5	2	3	0	3	0
San Juan	3	3	0	0	0	0
La Esperanza	3	2	0	1	0	1
La Unión	16	8	4	4	31	5
Nuevo Cajamarca	13	3	8	2	17	3
El Edén	3	0	3	0	6	0

CP	Cant. Acc.	Acc. S/L	Acc. C/L	Acc. C/M	Lesionados	Muertos
San Pedro	1	1	0	0	0	0
Segunda Jerusalén	15	5	6	4	14	5
El Porvenir	4	2	2	0	7	0
	74	33	30	11	84	14

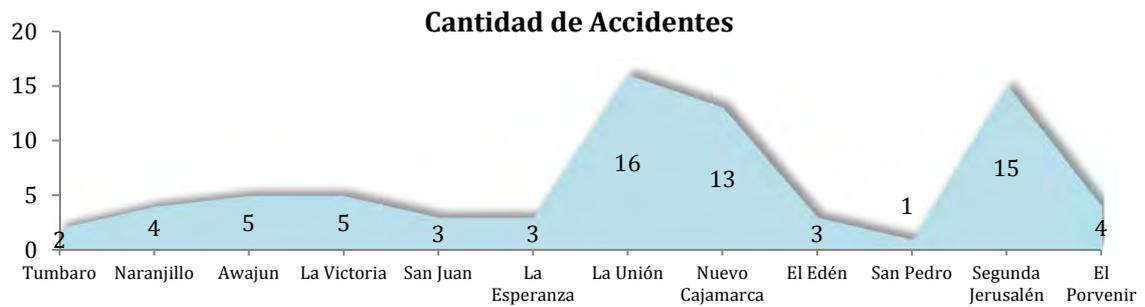


Gráfico 3.23. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 22

En cuanto a la cantidad de accidentes, el centro poblado con mayor afectación es La Unión, pero seguido muy de cerca del centro poblado Segunda Jerusalén.

En base a las características presentadas anteriormente, es que se ha realizado el siguiente análisis, donde se puede ver la tendencia de los datos.

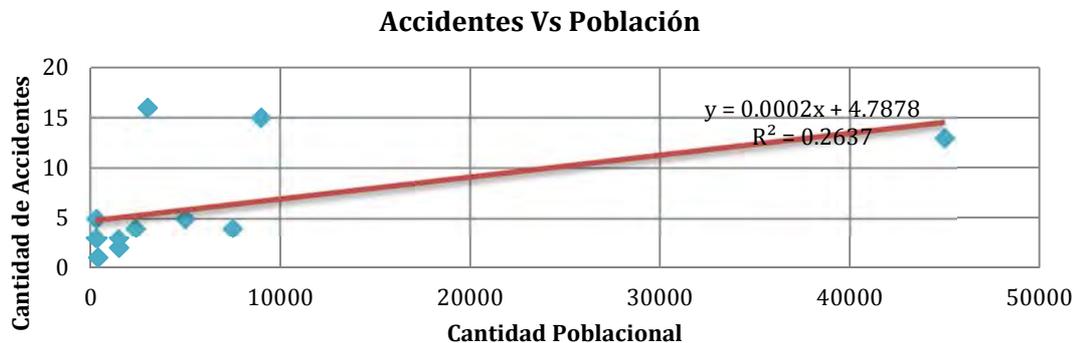


Gráfico 3.24. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 22

El gráfico anterior muestra valores muy dispersos que dificultan la proyección y generan una baja correlación de sus valores, lo que se puede observar es que la mayoría de los datos se concentran en la parte izquierda inferior, es decir, que en la mayoría de centros poblados han sucedido accidentes entre 1 y 5.

Por otro lado, en el siguiente gráfico, los valores muestran una mejor correlación, aunque no es suficiente para afirmar una tendencia positiva, indica una posible relación directa entre sus valores.

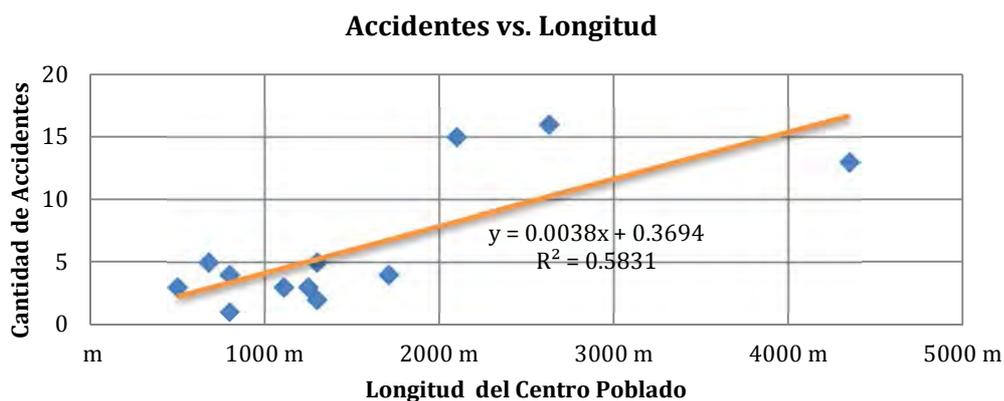


Gráfico 3.25. Accidentes vs longitud de los centros poblados del sub-tramo 22

En el siguiente gráfico, se puede ver que los datos se encuentran dispersos, lo que genera una poca correlación entre sus valores, sólo se puede comentar que la mayoría de los centros poblados han tenido accidentes entre 0 y 5.

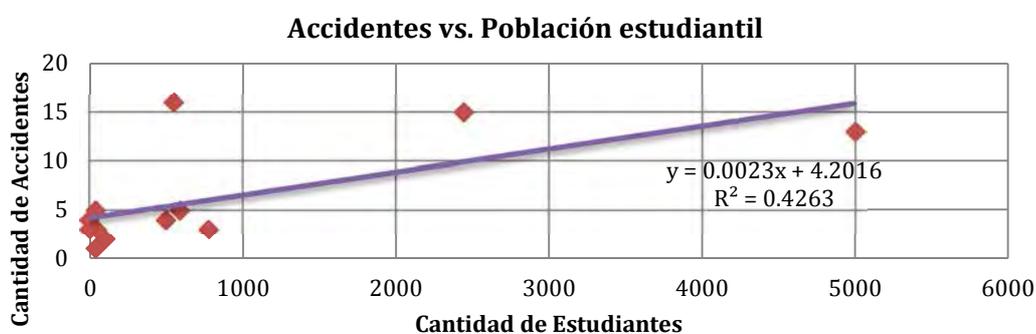


Gráfico 3.26. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 22

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar en número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

Tabla 3.9. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 22

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0	19
1	21
2	10
3	5
4	3
5	0
6	1
Moda	1

En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han visto el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Como se puede ver lo más frecuente es que se registre al menos un accidentes de tránsito por mes en cualquiera de los centros poblados de este tramo, para visualizar mejor lo anterior se presenta el siguiente histograma.

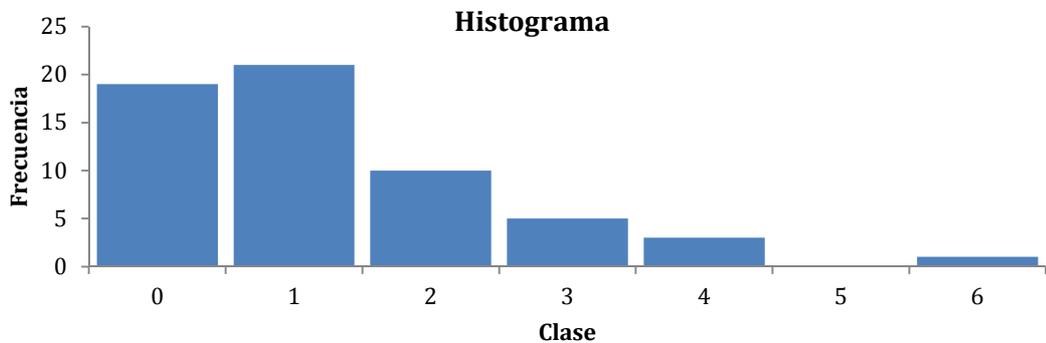


Gráfico 3.27. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 22

Ahora si se sólo se tomaran los datos desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, se puede ver que la moda continua siendo 1, es decir, que lo más frecuente es que suceda al menos un accidente de tránsito en sectores poblados del sub-tramo 22:

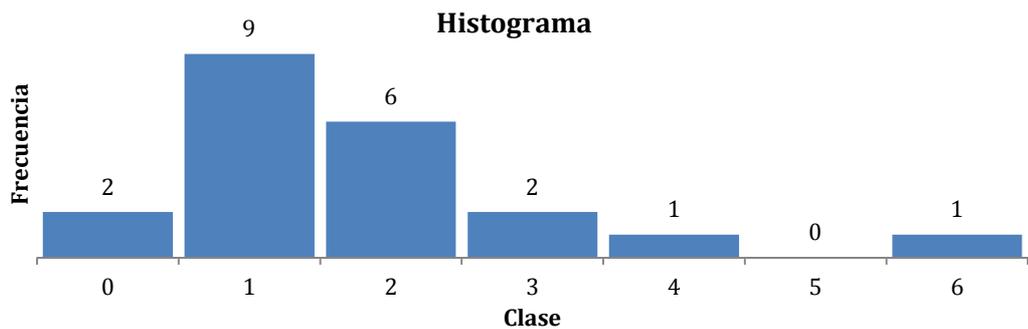


Gráfico 3.28. Histograma de accidentes de tránsito en CPs del 2010-2011 del sub-tramo 22

Por otro lado si se analiza la base de datos de accidentes de tránsito registrados, tomando como tiempo los días transcurridos entre eventos continuos, se puede interpretar que cada **24.3** días sucede un accidentes de tránsito en cualquier sector poblado de este tramo de la carretera y cada **17.25** días si sólo se consideran datos desde el 2010, estos valores son pequeños en comparación con las otras zonas pobladas vistas anteriormente (Ver Anexo N°19).

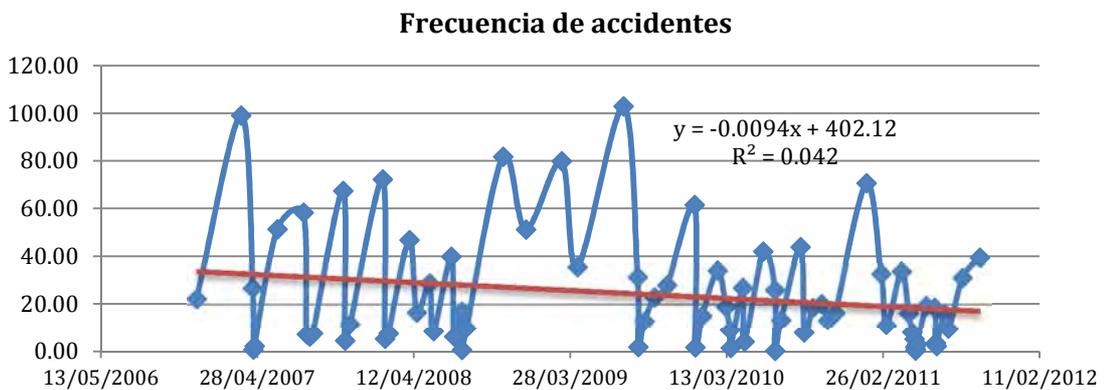


Gráfico 3.29. Frecuencia de accidentes de tránsito del sub-tramo 22

Del gráfico anterior se ve que los valores no muestran una correlación ($R^2 \approx 0$), principalmente porque es difícil aproximar frecuencias a una ecuación lineal, pero si se toma en cuenta el promedio de frecuencias de accidentes de los últimos años se podrá ver que es mucho menor que el promedio considerando todos los datos, lo que indica una reducción en tiempo que transcurre entre cada accidente.

B. Tasa de Accidentes

Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (Ver fórmula 2)

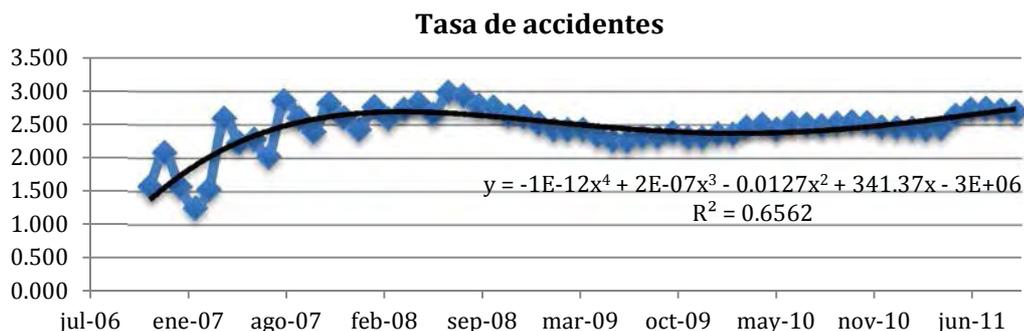


Gráfico 3.30. Tasa de accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 22

El gráfico anterior, ha sido aproximado a una polinómica, dado que muestra una mejor correlación entre sus valores, además se puede ver la evolución de la tasa de accidentes, que inicia con valores inestables y luego para julio del 2008 comienzan a mostrar una estructura mucho más estable y confiable, lo que permite observar al final un ligero pero aumento.

Para setiembre de 2011 la tasa de accidente es de **2.698**. (Ver Anexo N°7, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 22)

C. Índices de Peligrosidad (Ver fórmula 3 y 4)

✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)

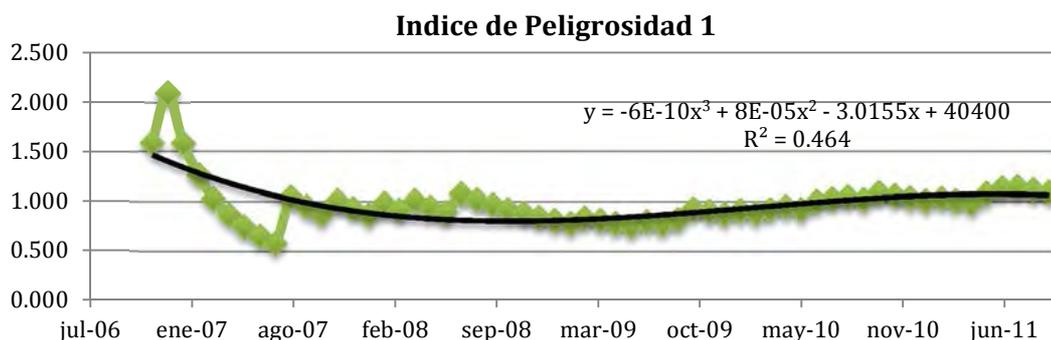


Gráfico 3.31. Índice de peligrosidad 1 de las zonas pobladas del sub-tramo 22

Dado que al inicio de la concesión los datos registrados no eran confiables ni reflejaban la realidad de la zona, se ven quiebres bruscos en la estructura en los primeros meses, que ya para julio del 2008 se estabilizan, mostrando valores casi constantes con un ligero aumento en los últimos valores, el índice mostraba la cifra de **1.094**. (Ver Anexo N°7, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 22).

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

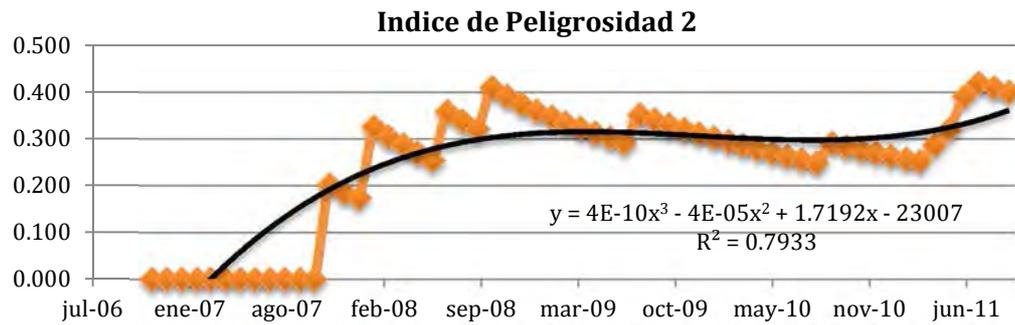


Gráfico 3.32. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 22

En este caso el índice ha sido proyectado con una tendencia polinómica, que muestre una mejor correlación de los valores, en este gráfico se puede ver que al inicio existen varios cambios bruscos, ahora si observamos el comportamiento de la gráfica pasado estos quiebres, se ve que los valores tienden a disminuir casi linealmente, hasta que existe otro incidente de gran envergadura que aumente de golpe los indicadores. Estos cambios bruscos representarían una mayor cantidad de fallecidos en un accidente.

El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.401**. (Ver Anexo N°7, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 22)

D. Índice de Gravedad

Este índice es la relación entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1.

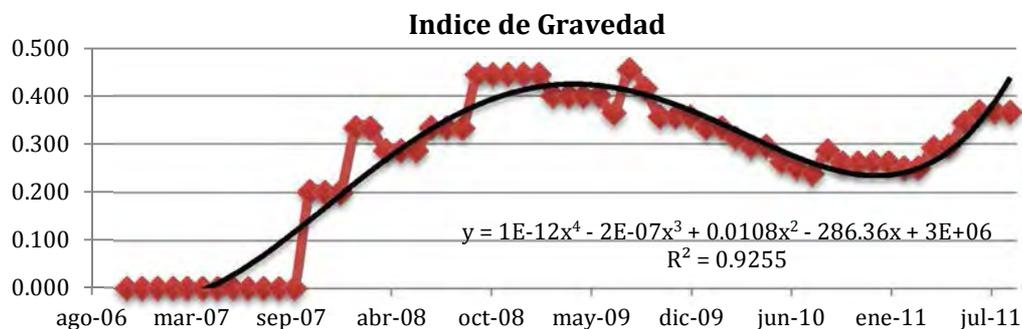


Gráfico 3.33. Índice gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 22

Cómo es de suponerse al tener el IP2 varios quiebres estructurales, el índice de gravedad reflejará igualmente esos quiebres, generando error al inicio de la gráfica pero que conforme avanza el tiempo se puede ver que los últimos valores van en aumento, es decir, que el último año los accidentes con consecuencias fatales respecto de los accidentes con lesionados han aumentado.

Hasta setiembre del 2011 el indicador de **0.367**. (Ver Anexo N°7, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 22)

E. Índice de Severidad

Es aquel que da una puntuación al accidente de tránsito de acuerdo a su gravedad. En el Anexo N°23 se ve la tabla con todos los accidentes de tránsito registrados en los centros poblados del sub-tramo 22 por el CCO desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, obteniendo una puntuación total de **1433 puntos**, entonces si la cantidad de accidentes fueron de 74, el índice de severidad es **19.36**. (Ver fórmula 6)

3.1.4. Análisis de accidentalidad de las zonas pobladas del sub-tramo 24.

En el sub-tramo 24, se encuentran registrados 17 centros poblados que actúan directamente con la carretera IIRSA Norte.

Tabla 3.10. Características generales de los centros poblados del sub-tramo 24

CP	Desde	Hasta	Long	% de Long.	Población Aprox.	Población Estudiantil	% de estudiantes
Marona	500+000	501+000	1000 m	1.3%	2000	285	14.25%
Sta Anita	505+200	505+600	400 m	0.5%	570	75	13.16%
Gera	507+000	507+400	400 m	0.5%	420	50	11.90%
Jerillo	510+500	511+600	1100 m	1.4%	1440	207	14.38%
El Triunfo	513+800	514+500	700 m	0.9%	420	70	16.67%
San Miguel de la Marginal	516+000	517+000	1000 m	1.3%	120	22	18.33%
Ramírez	518+000	519+000	1000 m	1.3%	1980	124	6.26%
Los Naranjos	520+000	521+700	1700 m	2.1%	600	85	14.17%
Lahuarpía	524+400	525+800	1400 m	1.8%	1728	180	10.42%
Nueva Unión	527+000	528+000	1000 m	1.3%	330	73	22.12%
Santa Rosa	529+000	530+000	1000 m	1.3%	180	19	10.56%
Pacayzapa	532+000	533+300	1300 m	1.6%	5000	666	13.32%
Somos Libres	541+000	542+000	1000 m	1.3%	420	66	15.71%
Pueblo Nuevo	543+800	544+000	200 m	0.3%	350	52	14.86%
Nueva Esperanza Ponazapa	548+000	549+000	1000 m	1.3%	360	53	14.72%
Nazareth	556+000	557+000	1000 m	1.3%	140	53	37.86%
Tabalosos	565+000	567+000	2000 m	2.5%	18925	2080	10.99%
			17200 m		34983	4160	11.89%
		Total CPs	17.20 Km	21.5%			
		Sub-tramo	80.01 Km	100.0%			

Del cuadro anterior se pueden ver las características más resaltantes de las zonas pobladas de este tramo, las cuales se analizarán para el presente estudio. De lo anterior se puede apreciar que el 21.5% de la longitud total del tramo es zona poblada, de un valor no tan alto en comparación al resto, y que el 11.9% de la cantidad de habitantes totales en todos los centros poblados son niños y jóvenes estudiantes.

En el siguiente cuadro se puede ver la distribución de accidentes de tránsito ocurridos en los sectores de centros poblados.

Tabla 3.11. Detalle de accidentes de tránsito sucedidos en centros poblados del sub-tramo 24

CP	Cant. Acc.	Acc. S/L	Acc. C/L	Acc. C/M	Lesionados	Muertos
Marona	11	2	7	2	11	2
Sta Anita	1	1	0	0	0	0
Gera	1	0	1	0	5	0
Jerillo	6	4	2	0	2	0
El Triunfo	10	4	5	1	12	2
San Miguel de la	4	2	2	0	6	0

CP	Cant. Acc.	Acc. S/L	Acc. C/L	Acc. C/M	Lesionados	Muertos
Marginal						
Ramírez	3	0	2	1	9	1
Los Naranjos	4	2	2	0	10	0
Lahuarpía	5	3	1	1	1	1
Nueva Unión	6	4	0	2	0	2
Santa Rosa	2	1	0	1	0	1
Pacayzapa	6	3	3	0	16	0
Somos Libres	5	5	0	0	0	0
Pueblo Nuevo	2	2	0	0	0	0
Nueva Esperanza Ponazapa	3	2	1	0	2	0
Nazareth	5	4	1	0	5	0
Tabalosos	4	2	1	1	4	2
	78	41	28	9	72	9

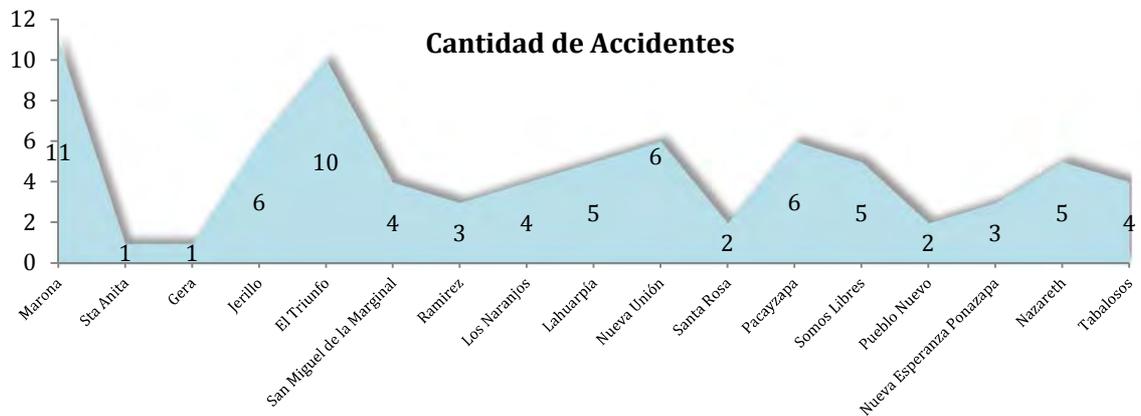


Gráfico 3.34. Accidentes de tránsito en centros poblados del sub-tramo 24

En cuando a cantidad de accidentes el centro poblado con mayor afectación es Marona, pero seguido muy de cerca del centro poblado El Triunfo.

En base a las características presentadas anteriormente, es que se ha realizado el siguiente análisis, donde se puede ver que la mayoría de los valores se concentran entre 2 a 6 accidentes, sin importar el tamaño de la población, es decir, que en este caso no se ha podido comprobar una relación entre los accidentes y su población ($R^2 \approx 0$).

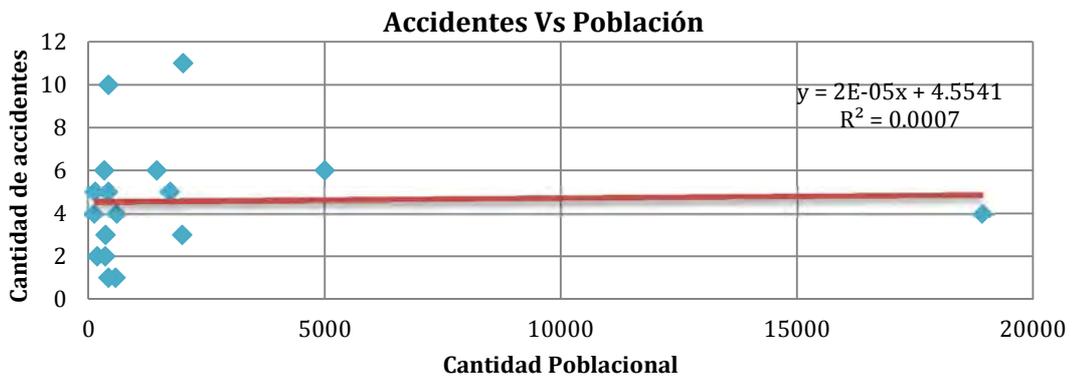


Gráfico 3.35. Accidentes vs población en centros poblados del sub-tramo 24

De igual manera se aprecia un comportamiento muy similar en la gráfica siguiente en la que se han tabulado los accidentes ocurridos en los centros poblados versus la longitud del centro poblado en el que sucedieron, obteniendo que la mayoría de los accidentes se encuentran entre 2 y 6 sin importar la longitud del centro poblado.

Por otro lado, observando la gráfica se ve que la mayoría estos centros poblados tienen una longitud igual o menor a 1 km, lo que puede ser la razón de la baja correlación entre sus valores y por la que no se ha podido comprobar una relación entre los accidentes y la longitud del centro poblado ($R^2 \approx 0$).

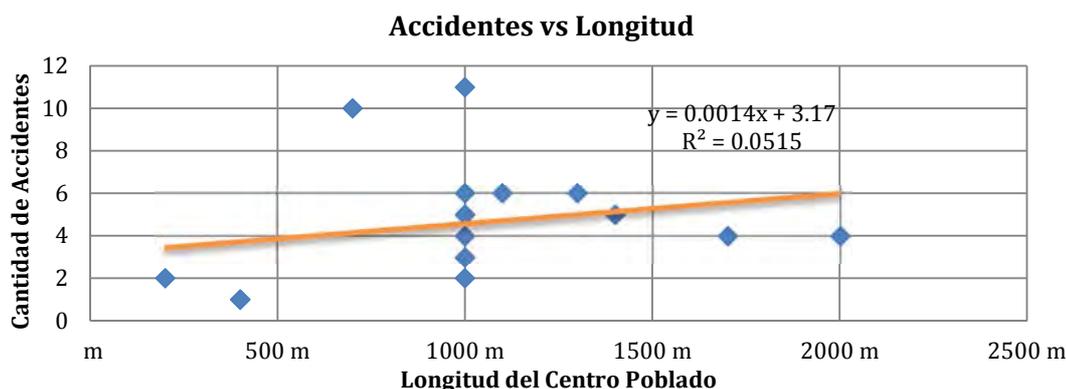


Gráfico 3.36. Accidentes vs longitud de los centros poblados del sub-tramo 24

En el gráfico siguiente se ve la tabulación de la cantidad de accidentes de tránsito versus la cantidad de estudiantes en cada centro poblado, en donde, sus valores no muestran una correlación entre ellos, lo que no permite predecir una tendencia, que se muestra prácticamente constante.

Es por ello que se en este caso la cantidad de accidentes no se encuentra relacionada con la población estudiantil ($R^2 \approx 0$).

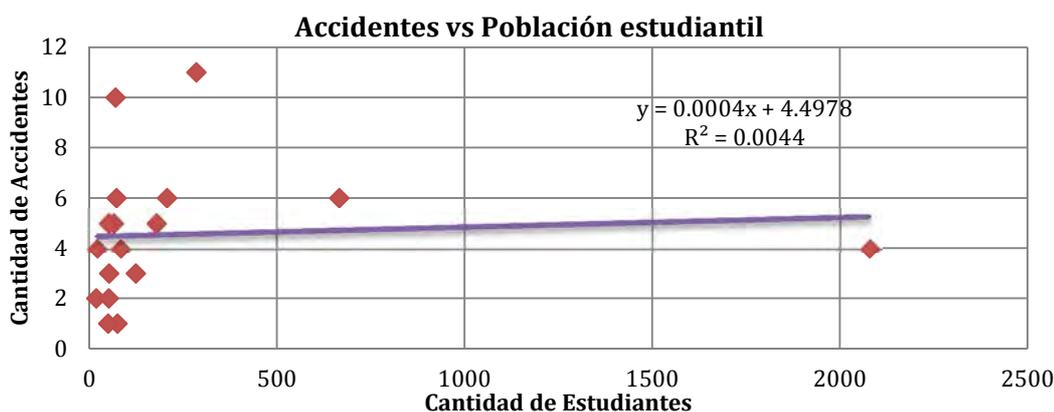


Gráfico 3.37. Accidentes vs estudiantes en centros poblados del sub-tramo 24

Resultados de frecuencia de accidentes, la tasa de accidentes, índices de peligrosidad, índices de gravedad y la severidad:

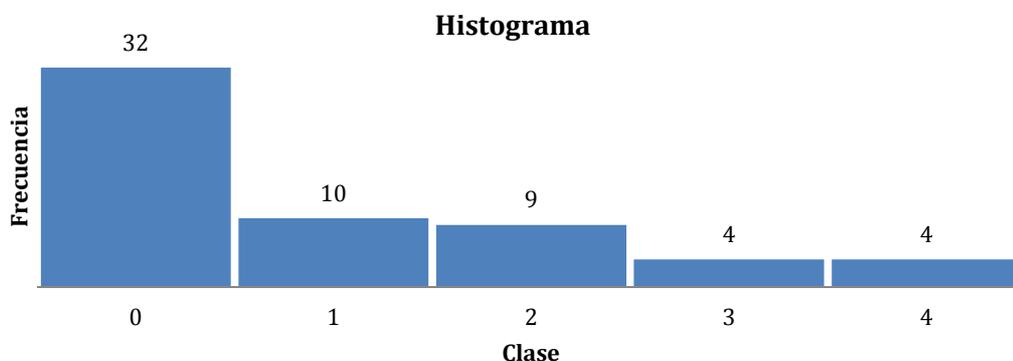
A. Frecuencia de Accidentes

Analizando la data por meses, se puede apreciar el número de accidentes que ocurren con más frecuencia en un mes en este tramo.

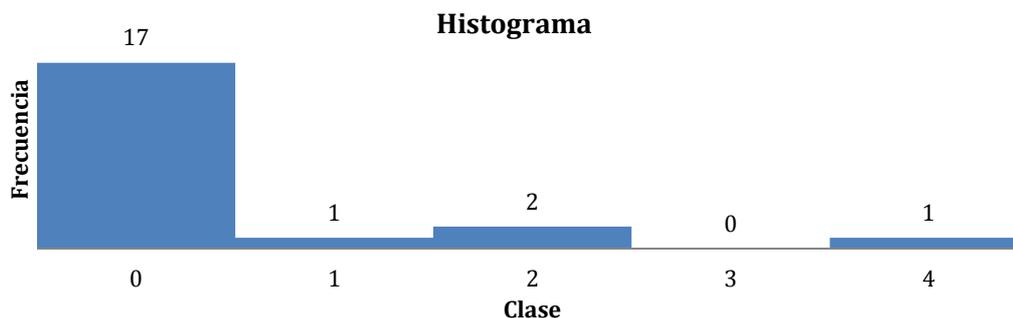
Tabla 3.12. Frecuencia por meses de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 24

Clase	Frecuencia
0	32
1	10
2	9
3	4
4	4
5	0
6	0
Moda	0

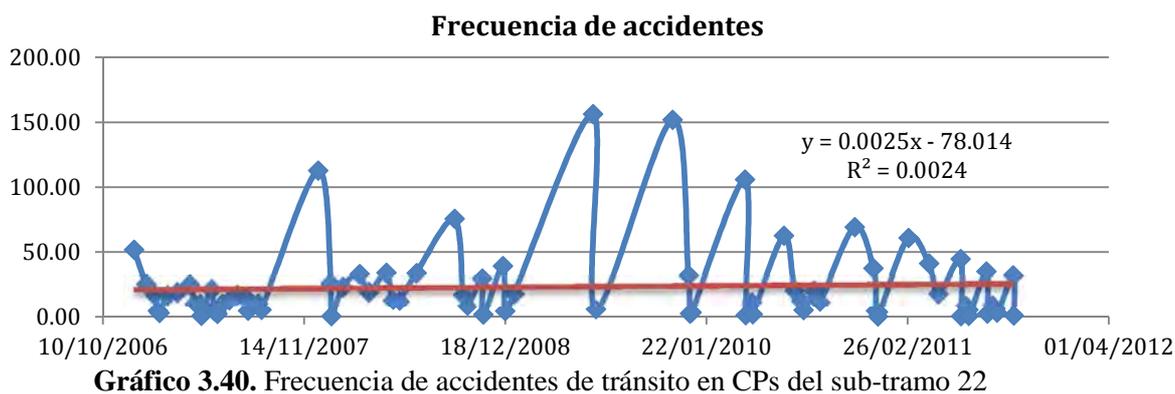
En donde la columna “frecuencia” es la cantidad de meses en los que se han visto el número de accidentes mencionado en la columna “clase”. Como se puede ver lo más frecuente es que no se registren accidentes de tránsito por mes, para visualizar mejor lo anterior se presenta el siguiente histograma.

**Gráfico 3.38.** Histograma de accidentes de tránsito en CPs del sub-tramo 24

En cambio si se tomaran sólo los datos desde enero de 2010 hasta setiembre de 2011, se puede reafirmar que lo más frecuente es que no suceda ningún accidente de tránsito por mes en sectores poblados de este tramo:

**Gráfico 3.39.** Histograma de accidentes de tránsito en CPs del 2010-2011 del sub-tramo 24

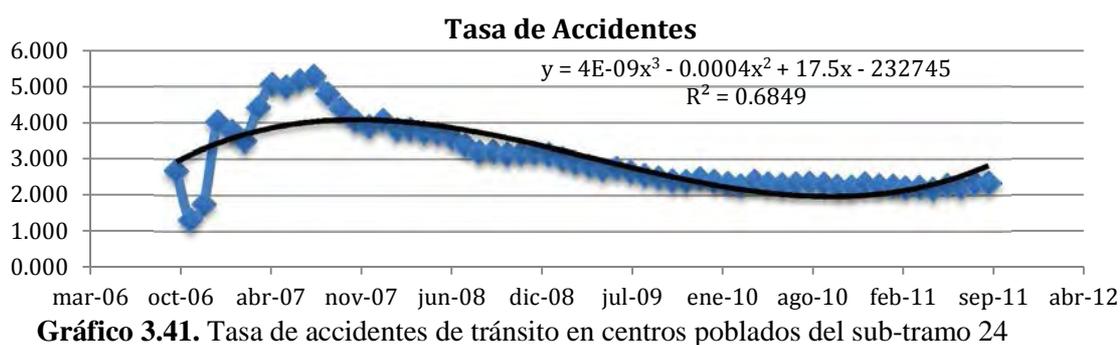
Ahora si analizamos la base de datos de accidentes de tránsito registrados, tomando como tiempo los días transcurridos entre eventos continuos, como se puede ver en el Anexo N°20, se puede interpretar que cada **23.38** días sucede un accidentes de tránsito en cualquier zona poblada de este tramo de la carretera y cada **21.34** días sólo considerando datos desde el 2010, lo que indica que los accidentes de tránsito ocurridos en las zonas pobladas de este tramo pueden estar haciéndose más frecuentes.



Del gráfico anterior, se puede ver que no existe una correlación entre los valores y no se puede distinguir una orientación en la tendencia por ser casi constante, es por eso que no se puede concluir que los accidentes de tránsito están siendo más frecuentes.

B. Tasa de Accidentes

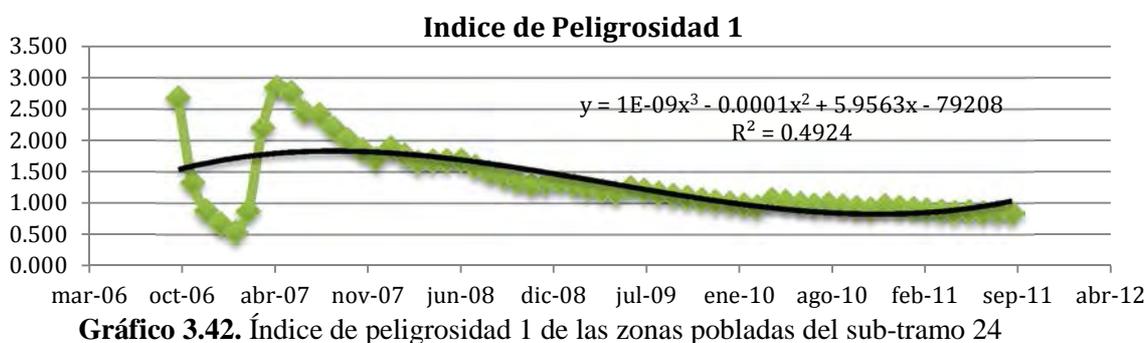
Es el índice que se relaciona con la cantidad de accidentes ocurridos o registrados por 1'000,000-km-veh recorridos (Ver fórmula 6).



En el cuadro anterior se puede ver la evolución de la tasa de accidentes, iniciando con valores inestables, que con el tiempo se estabilizan e inician un casi imperceptible descenso, obteniendo para setiembre de 2011 la tasa de accidente de **2.346**. (Ver Anexo N°8, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 24)

C. Índices de Peligrosidad (Ver formula 3 y 4)

✓ Índice de Peligrosidad 1 (IP1)



Este índice muestra una tendencia similar a la de la tasa de accidentes, con valores irregulares al inicio, que generan una baja correlación entre sus valores, para luego

estabilizarse, viendo que desde el 2008 estos valores han disminuido con forme ha pasado el tiempo.

Siendo hasta setiembre del 2011 el índice de **0.842**. (Ver Anexo N°8, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 24).

✓ Índice de Peligrosidad 2 (IP2)

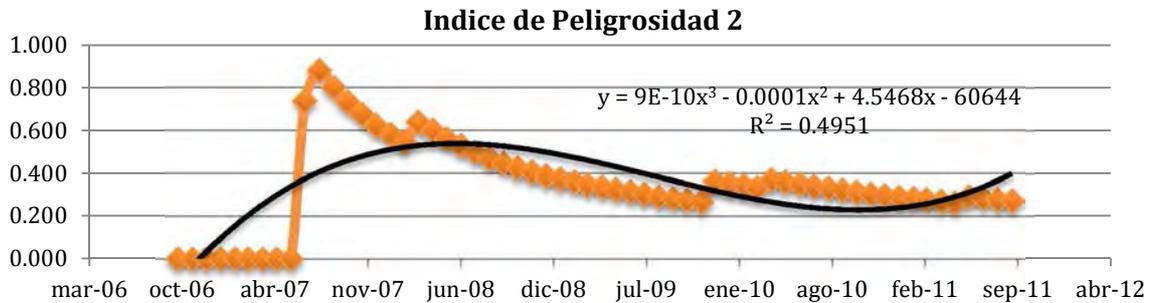


Gráfico 3.43. Índice de peligrosidad 2 de las zonas pobladas del sub-tramo 24

De igual manera al IP1 este índice muestra varios quiebres estructurales, que justo después se estabilizan y tienden a ser cada vez menores, lo que puede indicar, que los accidentes de tránsito en la zonas pobladas del sub-tramo 24 están teniendo menos consecuencias fatales, hasta que algún suceso impremeditado acontezca nuevamente y aumente de manera abrupta los indicadores.

El índice hasta setiembre de 2011 es de **0.271**. (Ver Anexo N°8, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 24)

D. Índice de Gravedad

Este índice es la relación entre el índice de peligrosidad 2 y el índice de peligrosidad 1.

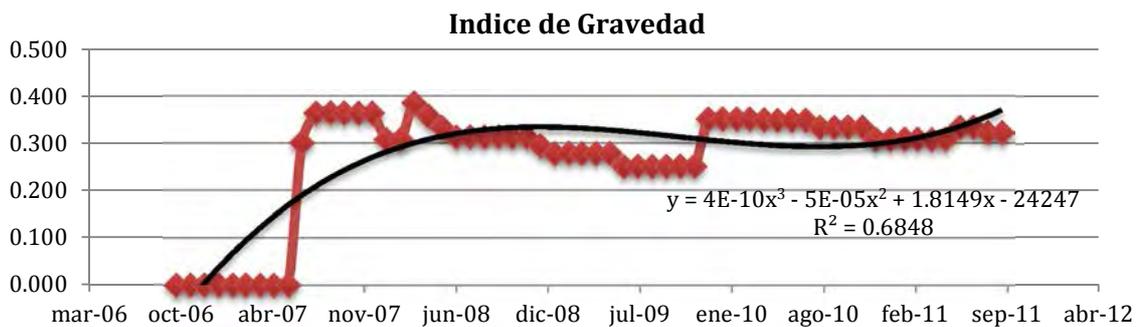


Gráfico 3.44. Índice gravedad de las zonas pobladas del sub-tramo 24

El índice de gravedad dada la irregularidad de los valores y a los varios quiebres estructurales, la proyección de la tendencia no es tan representativa de la realidad, por eso se ha aproximado a una polinómica, a pesar de ello, a manera de comentario se ve que posterior a los quiebres lo indicadores se muestran constantes.

El índice de gravedad obtenido hasta setiembre de 2011 es **0.322**. (Ver Anexo N°8, Tabla de índices en sectores poblados del Sub-tramo 24)

E. Índice de Severidad

Es aquel que da una puntuación al accidente de tránsito de acuerdo a su gravedad. En el Anexo N°24 se ve la tabla con todos los accidentes de tránsito registrados en zonas de centros poblados del sub-tramo 24 por el CCO desde Octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, obteniendo una puntuación total de **1221 puntos**, entonces si la cantidad de accidentes fueron de 78, el índice de severidad es **15.65**. (Ver fórmula 6).

3.2. Resumen de los resultados obtenidos de las cuatro zonas analizadas.

Tabla 3.13. Resumen de los valores obtenidos del análisis de las zonas de centros poblados

SUB-TRAMO	CENTROS POBLADOS	LONG. DE CPs	POBLACIÓN EN CPs	POBLAC . ESTUD.	ACC.	ACC. SIN HERIDOS	ACC. CON HERIDOS	ACC. CON MUERTOS	MODA	FREC.	TASA DE ACC.	IP 1	IP 2	INDICE DE GRAVEDAD	SEVERIDAD
2	13	12313 m 12.31 km 14.90%	9460	1361 14.4%	57	38	15	4	0 1	28.6 19.66	2.046	0.54	0.14	0.268	10.32
3	17	23220 m 23.2 Km 27.00%	11628	1821 15.7%	19	14	3	2	0 0	82.1 66.02	0.43	0.07	0.05	0.662	12.84
22	12	18530 m 18.5 Km 41.73%	76245	10090 13.23%	74	33	30	11	1 1	24.3 17.25	2.698	1.09	0.4	0.367	19.36
24	17	17200 m 17.2 Km 21.50%	34983	4160 11.9%	78	41	28	9	0 0	23.8 21.34	2.346	0.84	0.27	0.322	15.65

- ✓ Con esta tabla se puede observar con mayor detalle lo que está sucediendo en las zonas pobladas de los sub-tramos, tal es el caso del sub-tramo 22, que en la tabla 2.61, mostraba los más altos indicadores de accidentalidad, ahora con este detalle se puede apreciar que este tramo a pesar de no contar con la mayor cantidad de centros poblados, si cuenta con la mayor cantidad de pobladores y con una extensión longitudinal de sectores poblados que representan el 41.73% de toda la longitud del sub-tramo.
- ✓ En cuanto a los indicadores de accidentalidad, nuevamente se ve que el sub-tramo 22 destaca en sus altos índices, con estos datos se puede apreciar que existen problemas serios de seguridad vial en esta zona, la cual debe ser estudiada con mayor detalle mediante una ASV y si es el caso determinar zonas de concentración de accidentes (TCA), que necesiten intervención.
- ✓ Una cifra que llama bastante la atención es la hallada en el índice de gravedad del sub-tramo 3, cabe mencionar que este indicador es el resultado de la relación existente entre el IP2 y el IP1, mientras menor sea la diferencia entre estos dos valores o más cercano y/o mayor sea el valor del IP2 respecto del IP1, el índice de gravedad será mayor. En este caso en particular, los índices de accidentalidad se encuentran poco diferenciados, lo que genera un índice de gravedad alto, esto sucede a pesar de tener los índices de peligrosidad muy bajos en comparación con los otro sub-tramos.

3.3. Diagnóstico general del análisis realizados a los 4 sub-tramos de la carretera IIRSA Norte

De acuerdo al resultado obtenido de los análisis realizados a los sub-tramos 2, 3, 22 y 24 de la carretera IIRSA Norte en zonas Pobladas y no pobladas, se puede llegar a los siguientes alcances importantes:

- ✓ En general, todos los sectores poblados que interactúan directamente con la carretera, carecen de facilidades peatonales, que ayuden a los transeúntes y organicen el tránsito al ingreso de un centro poblado.
- ✓ En las zonas pobladas de los sub-tramos de la Selva, tienen una problemática en común, que es la cercanía de la carretera con las viviendas, esto se agrava cuando los pobladores constantemente cruzan la vía, ya sea para movilizarse a la escuela, al hospital o a sus casas. Esta problemática se podría haber evitado si se realizaran los proyectos habitacionales y/o los proyectos viales, evitando la interacción directa de las personas con la vía.
- ✓ La participación de vehículos menores en accidentes de tránsito, eleva considerablemente el riesgo de daños leves y graves, estos vehículos, que en su mayoría son motos, moto-taxis y moto-furgonetas, no tienen las condiciones mínimas de seguridad, para circular en una carretera.
- ✓ En muchas de las zonas pobladas, por tener mayor concentración de tráfico, la señalización por lo general sufre un mayor desgaste, la demarcación en el pavimento es poco visible, empeorándose en las noches, las señales verticales sufren constantes choques y daños ocasionados por los pobladores, niños y jóvenes que juegan con ellas. En este escenario las condiciones de la vía aumentan la posibilidad de accidentes, porque no ayudan ni informan a los conductores de la zona en donde se encuentran. Es necesario que todos los peatones respeten y conserven la vía, ya que es para su propia protección.
- ✓ A nivel general, durante el levantamiento de campo se pudo observar la falta de educación vial en las personas, mostrando total desconocimiento en el significado de la demarcación horizontal, señalización vertical, significado de los semáforos, como cruzar una vía, etc. Y por otro lado, los conductores ignorando normas de seguridad vial, adelantan en zonas no permitidas, exceden la velocidad, no respetan las señales de tránsito, no usan elementos de seguridad como el casco y el cinturón de seguridad, arriesgando en muchos casos no sólo su vida sino también la de sus pasajeros y la de los peatones.

Cabe agregar que muchos de los problemas latentes en este estudio, son resultado de la falta de conocimiento de normas básicas de seguridad vial, como se ha podido ver en el gráfico 1.1, en el 94% de los accidentes de tránsito existe una participación del factor humano, por lo tanto está en nosotros mismos reducir la tasa de accidentes.

Si bien es cierto, las mejoras de la infraestructura ayudan de gran manera a evitar la ocurrencia de accidentes, no serán útiles si es que no usamos correctamente estas facilidades y mejoras. Ya sea como peatón, usando los puentes peatonales o cruzando por los pasos peatonales, o como conductor, obedeciendo las señales de tránsito, estacionando su vehículo correctamente, entre otras normas.

3.4. Presentación de posibles soluciones.

La implementación de medidas correctivas se debe realizar después de un análisis previo de seguridad vial de la zona (el resultado de dicha implementación puede ser motivo de un posterior estudio). Dentro de las posibles soluciones se proponen las siguientes:

3.4.1. En cuanto a las mejoras a la Infraestructura:

- ✓ Creación de zonas de estacionamiento para vehículos de transporte público, utilizados cuando se observa que los conductores se estacionan en la vía y no al lado de ella.
- ✓ Creación de zonas Seguras para los peatones, tales como islas peatonales, se emplean cuando se observa que los transeúntes esperan al lado de la vía sin ninguna protección ni desnivel.
- ✓ Creación de pasos peatonales, son usados para señalar la zona más segura por donde los peatones deben cruzar la vía.
- ✓ Implementación de la señalización, cuando no se muestre toda la realidad existente en la vía y se necesite mantener mejor informado a los usuarios de la vía (conductores y peatones). Por ejemplo advertir de una curva cerrada, una escuela o la restricción de la realización de alguno movimiento.
- ✓ Construcción de Reductores de Velocidad, se utilizan cuando no se respetan los límites máximos de velocidad, por ejemplo, al paso por una escuela, hospital, etc. Hay que tener en cuenta que existe toda una normativa (Directiva N° 01-2011-MTC/14) para la colocación de estos dispositivos. La mala utilización o construcción de ellos, puede repercutir en mayores accidentes, como en la volcaduras de los vehículos o la pérdida del pasajero en las motos.
- ✓ Colocación de alertadores, estos dispositivos al igual que los reductores ayudan a reducir las velocidades. Si éstas se cruzan a excesiva velocidad son percibidas ligeramente por el conductor y además generan mucho ruido. Es por esto último que se limita la colocación de ellos a las afueras de la ciudad o zonas urbanas. Estos dispositivos ayudan a advertir a los conductores de su cercanía a una zona poblada o a una zona de mayor precaución.
- ✓ Instalación de Semáforos, son dispositivos de ordenamiento de tránsito, usados principalmente en intersección por ser zonas de conflicto.
- ✓ Restricciones de giros, es la implementación de señales verticales que restrinjan algún movimiento por ser de conflicto.
- ✓ Reducción de las velocidades máximas permitidas, es la implementación de señales verticales que restrinjan las velocidades en zonas de riesgo de accidentes por causas de exceso de velocidad.
- ✓ Ampliación a doble carril por sentido, esta solución es aplicada cuando el exceso de vehículos genera congestión en el tránsito (colas, choques, roses, etc.). Cabe resaltar que esta solución es aplicable sólo cuando las condiciones geográficas y geométricas lo permitan, en caso contrario recurrir a otras soluciones como desviar o prohibir el ingreso de alguno de los tipos de vehículos (pesado, liviano o motos).
- ✓ Desvío del tránsito, cuando alguna vía presenta signos de congestión.
- ✓ Restricción del ingreso de algún tipo de vehículo una zona de congestión.
- ✓ Segregación de carriles, esta solución permite ordenar el tránsito, ya que, se restringe el ingreso de vehículos que vienen de los laterales a la vía, pudiendo hacerlo sólo en zonas permitidas de cruces, intersecciones semaforizadas, entre otras.

- ✓ Balizas luminosas, son dispositivos de señalización que ayudan a advertir a los conductores mediante luces intermitentes, de su cercanía a zonas de precaución.
- ✓ Puentes peatonales, esta solución deber ser estudiada con mucha atención, siendo empleada sólo como última alternativa de solución, ya que puede ser una inversión de gran magnitud y no ser empleada por los usuarios. Es bueno agregar que no sólo es la construcción de la infraestructura, sino también la restricción del paso de los transeúntes por la vía.

3.4.2. En cuando a las mejoras en la Educación Vial

- ✓ Capacitación en términos de Seguridad Vial a los conductores y peatones.
- ✓ Capacitación en normas básicas de seguridad vial dirigido a las empresas de transporte, esto con el fin de evitar la explotación de los conductores a más de 6 horas de conducción continua.
- ✓ Capacitación a los efectivos policiales, para que realicen un control de los conductores, orientado a los riesgos de seguridad y salud pública.

3.5. Aporte al estudio

Como creación de valor a la presente tesis, se ha planteado una modificación a la manera de clasificar los tipos y las causas de los accidentes, con el propósito de determinar con mayor precisión las principales causas de accidentes de tránsito en la carretera IIRSA Norte y en el Perú, evitando en lo posible los errores de clasificación en los accidentes de tránsito, a continuación se muestran los tipos y causas propuestas:

3.5.1. Tipos de accidentes de tránsito propuestos

Para el desarrollo de este punto se ha tomado como referencia la clasificación de tipos de accidentes la Concesionaria IIRSA NORTE mantiene, y se han aclarado y añadido nuevos tipos de accidentes, esto con el fin de evitar que sean confundidos y/o agregados en otra clasificación, un ejemplo claro, es lo que sucede con el choque por roce que es comúnmente relacionado con el choque lateral, siendo dos tipos de accidentes diferentes, además se ha sumado el choque múltiple y la caída del ocupante.

En primer lugar se ha realizado una comparación entre los tipos de accidentes que se consideran a nivel nacional y los propuestos en la tesis, para luego dar paso a la breve descripción de cada tipo de accidentes propuesto:

Tabla 3.15. Cuadro comparativo de la clasificación de tipos de accidentes

Tipos de Accidentes de Tránsito		
Según el MTC	Según IIRSA NORTE	Propuesta de la tesis
Atropello	Despiste	Despiste
Atropello y fuga	Choque por alcance	Volcadura
Choque	Choque frontal	Atropello
Choque y fuga	Choque lateral	Choque frontal
Volcadura	Choque múltiple	Choque lateral
Caída del pasajero	Volcadura	Choque posterior o por alcance
Incendio	Atropello	Choque por roce
Otros	Incendio del vehículo	Choque múltiple
	Otro	Incendio del vehículo
		Caída del ocupante
		Otros

	<p>Despistes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salida del vehículo fuera de la vía • Causas posibles: Falla mecánica, conductor exhausto, conductor ebrio, maniobra evasiva, cruce de animal.
	<p>Volcadura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando el vehículo se encuentra girado de su estado normal • Causas posibles: Exceso de carga, exceso de velocidad.
	<p>Atropello</p> <ul style="list-style-type: none"> • Choque de un vehículo con un peatón. • Existe un atropello animal, que es el choque con animales en general.
	<p>Incendio del vehículo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando el vehículo arde en llamas. • Causas probables: fallas mecánicas, choque con otro vehículo.
	<p>Caída del ocupante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caída de algún pasajero del vehículo hacia la vía o lados de la vía • Causas posibles: Exceso de velocidad en curvas, mala maniobra del pasajero.
	<p>Choque Frontal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es el choque de la parte delantera de ambos vehículos participantes • Causas posibles: invasión de carril contrario, despiste.
	<p>Choque Lateral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es el choque de la parte delantera de un vehículo con la parte lateral del otro. • Generalmente sucede en intersecciones donde las direcciones de los vehículos son perpendiculares, donde por exceso de velocidad o pasarse una señal de rojo se puede chocar.
	<p>Choque posterior o por alcance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando la parte frontal un vehículo choca con la parte posterior de otro. • Causas probables: exceso de velocidad, poca distancia de seguridad.
	<p>Choque por roce</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando las partes laterales de los vehículos involucrados rozan. • Este tipo de accidentes es consecuencia de un casi choque frontal o un choque posterior.
	<p>Choque múltiple</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es el Choque de varias unidades móviles a la vez

3.5.2. Causa de accidentes de tránsito propuestos

De igual manera como se ha desarrollado en el apartado anterior, se presenta un cuadro comparativo de las causas de accidentes y las propuestas alcanzadas:

Tabla 3.16. Cuadro comparativo de la clasificación de tipos de accidentes

Tipos de Accidentes de Tránsito		
Según el MTC	Según IIRSA NORTE	Propuesta de la tesis
Exceso de velocidad	Falla mecánica	Falla Mecánica
Imprudencia del conductor	Presencia de lluvias	Conductor cansado o exhausto
Ebriedad del conductor	Presencia de neblina	Conductor ebrio o drogado
Imprudencia del peatón	Exceso de velocidad	Conductor distraído
Imprudencia del pasajero	Invasión carril	Cruce de peatón ebrio o drogado
Falla mecánica	Invasión carril contrario	Cruce de peatón distraído
Desacato de señales de tránsito	Conductor exhausto	Peatón ebrio o drogado al lado de la vía
Pista en mal estado	Conductor distraído	Peatón distraído al lado de la vía
Señalización defectuosa	Conductor ebrio o drogado	Imprudencia del pasajero
Exceso de carga	Deslizamiento material	Maniobra Evasiva
Falta de luces	Estacionamiento inadecuado	Exceso de Carga
Otros	Deslumbramiento	Exceso de velocidad
	Maniobra evasiva o temeraria	Giro muy cerrado del vehículo
	Peatón ebrio o drogado	Invasión de carril contrario
	Caminar o descansar en la vía	Encandilamiento o deslumbramiento
	Exceso de carga	Poca Distancia de Seguridad
	Mal estado de la vía	Deslizamiento o derrape del vehículo
	Cruce de Animales	Estacionamiento inadecuado
	Desacato de señales	Falta de señalización del vehículo
	Falta elementos seguridad del vehículo	Cruce de animales
	Otros	Mal estado de la Vía
		Falta de Señalización de la vía
		Incumplimiento de las señales reglamentarias
		Presencia de lluvia
		Presencia de neblina
		Presencia de reductores de velocidad
		Caída o deslizamiento de material
		Otros

Y finalmente para un mejor entendimiento del tema se han clasificado las causales de accidentes según el factor que participa:

Factor Vehículo:

- ✓ Falla Mecánica.

Factor Humano:

- ✓ Conductor cansado o exhausto.
- ✓ Conductor ebrio o drogado.
- ✓ Conductor distraído (Cigarros, celular, comida, otros).
- ✓ Cruce de peatón ebrio o drogado.
- ✓ Cruce de peatón distraído (Cigarros, celular, comida, otros).

- ✓ Peatón ebrio o drogado al lado de la vía.
- ✓ Peatón distraído al lado de la vía.
- ✓ Imprudencia del pasajero.
- ✓ Maniobra Evasiva (frenado, giro, frenado y giro, aceleración, otros).
- ✓ Exceso de Carga.
- ✓ Exceso de velocidad.
- ✓ Giro muy cerrado del vehículo.
- ✓ Invasión de carril contrario.
- ✓ Encandilamiento o deslumbramiento.
- ✓ Poca Distancia de Seguridad.
- ✓ Deslizamiento o derrape del vehículo.
- ✓ Estacionamiento inadecuado.
- ✓ Falta de señalización del vehículo (Luces de peligro, conos, triangulo, otros).

Factor Entorno y Vía:

- ✓ Cruce de animales.
- ✓ Mal estado de la Vía.
- ✓ Falta de Señalización de la vía.
- ✓ Incumplimiento de las Señales Reglamentarias.
- ✓ Presencia de lluvia.
- ✓ Presencia de neblina.
- ✓ Presencia de reductores de velocidad (rompemuelle, giba, tachones, otros).
- ✓ Caída o deslizamiento de material.

Conclusiones

- ✓ Las estadísticas a nivel nacional reflejan una alta tasa de accidentes del tipo atropellos, es decir, que existe una participación directa del peatón en la mayoría de los accidentes de tránsito, lo que puede indicar que éstos suceden en mayor cantidad y fatalidad en zonas urbanas, ciudades, calles, etc., donde existe una interacción directa entre los vehículos y el hombre.
- ✓ En carreteras los tipos de accidentes de tránsito que ocurren con mayor frecuencia son en primer lugar los despistes seguidos de las volcaduras, en carreteras no se existe una interacción constante con los peatones, sólo habiéndola en zonas de centros poblados.
- ✓ El Perú a pesar de contar con uno de los parque automotor más pequeños de mundo, presenta la segunda tasa de mortalidad más grande, superada sólo por Venezuela.
- ✓ La ASV es una metodología del tipo preventiva, es por ello que para reducir los accidentes y evitarlos desde antes que sucedan, es que se recomienda que se realicen estas auditorías en todas las vías de la carretera, no sólo en aquellas que están en planteamiento y desarrollo, sino en aquellas que ya se encuentran abiertas las tránsito por ejemplo carreteras como la IIRSA NORTE, calles, urbanizaciones, etc. La presente tesis deja esta información detallada para que pueda ser aplicada en cualquier circunstancia y lograr una verdadera reducción en la ocurrencia de accidentes, porque no se trata de reducir la cantidad de heridos y/o muertos en los accidentes de tránsito sino evitar que suceda dicho accidente.
- ✓ De toda la base de datos de accidentes de tránsito de IIRSA Norte del periodo entre octubre de 2006 hasta setiembre de 2011, 2618 accidentes registrados, se obtuvo un relación tipo vs. causa del accidente, de la cual se pudo ver claramente un predominio en los accidentes del tipo despistes y volcaduras, que tienen como principal causante de ellos el estado de cansancio del conductor. En las estadísticas de las causas principales de accidentes de tránsito ocurridos en todo el Perú, es de gran controversia que no exista el estado de cansancio del conductor, sabiendo que es una causa muy frecuente en accidentes de tránsito.

- ✓ Los sub-tramos ubicados en la costa, sub-tramo 2 y 3, tienen como principal tipo de accidente de tránsito los despistes, seguidos muy de cerca de las volcaduras, estos a su vez se relacionan principalmente con las fallas mecánicas de sus vehículos, lo que indica un deficiente parque automotor y/o un descuido por parte de los dueños y conductores en el mantenimiento de su vehículo, aquel que debe hacerse constantemente, más aún cuando se realizan viajes de rutas largas.
- ✓ En los sub-tramos ubicados en la selva el tipo de accidente de tránsito de mayor ocurrencia son los despistes, pero con su principal causante el exceso de velocidad.
- ✓ El Sub-tramo que registra mayor cantidad de accidentes es el 24, que cuenta con una longitud de 80.01km y 17 Centros poblados que interactúan directamente con la carretera.
- ✓ El Sub-tramo 22 muestra entre todos los tramos analizados el mayor índice de severidad (19.27) a pesar de contar con una longitud que es aproximadamente la mitad de las otras longitudes de los tramos; este hallazgo indica una alta incidencia de accidentes fatales, teniendo además que en la mayoría de los accidentes con daño C o accidentes con muertos registrados en este tramo, el vehículo de mayor participación es la moto, entonces ésta podría ser la principal causa del sobresaliente índice de severidad, debido a que este vehículo no presenta las medidas de seguridad para su circulación en carreteras, sabiendo que ante la eventualidad de un accidente con otro vehículo mayor (auto, camioneta, camión, tráiler, etc.) este se encuentra en desventaja, a esto se le suma el hecho que los conductores de moto no usan ningún tipo de protección personal como por ejemplo casco. *“Llevar correctamente el casco reduce el riesgo de muerte en un 40% y los traumatismos graves en más del 70%”* Fragmento extraído del “Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial”, Organización Mundial de la Salud.
- ✓ La presencia de vehículos menores (motos, moto-taxis y moto-furgonetas) en la carretera aumenta drásticamente la gravedad y severidad de los accidentes de tránsito, es decir, aumenta la cantidad de accidentes fatales, esto se agrava más aún con el hecho que las personas en esta parte del Perú no usa ninguna protección como casco.
- ✓ En general los sub-tramos analizados de la zona de la selva presentan una severidad de mayor magnitud, es decir, que en esta región existe un mayor número de accidentes con consecuencias fatales, esto puede ser consecuencia de la alta participación de vehículos menores como motos, moto-taxis y moto-furgonetas; en los accidentes de tránsito.
- ✓ Dada la poca correlación de los datos extraídos de campo, es que no se puede llegar a una conclusión certera de la relación entre los accidentes, longitud del tramo, pobladores, etc.
- ✓ La mayoría de los índices obtenidos del análisis de los sectores poblados son en algunos casos considerablemente mayores que los índices obtenidos del análisis

realizado a los tramos de estudios, lo que confirma nuevamente que los accidentes de tránsito y su gravedad aumentan en zonas pobladas.

- ✓ Del análisis realizado, sólo el sub-tramo 2 tiene a la camioneta como vehículo de mayor participación en accidentes, pudiendo ser asociado principalmente al exceso de velocidad que estos pueden desarrollar en zonas rectas.
- ✓ De todo el registro de accidentes se ha determinado que el 38% de los accidentes son del tipo Despiste y el 29% Volcadura, es decir, el 67% de los accidentes suceden por estos dos tipos, convirtiéndolos en los tipos de accidentes más frecuentes en la carretera IIRSA Norte.
- ✓ La principal causa de los accidentes de tránsito es la falla mecánica (21%), seguido del exceso de velocidad (17%) y en tercer lugar el estado de cansancio del conductor (16%). Con lo anterior se puede apreciar en primer lugar un descuido de los conductores para realizar un adecuado mantenimiento de su vehículo, seguido de la imprudencia al no respetar los límites máximos de velocidad y finalmente algo que no es considerado en la estadística de los accidentes en el Perú, el cansancio del conductor, que toma una importante participación en los accidentes en carreteras. Esto puede ser por el exceso de horas de manejo de los conductores, ya ser por presión propia o también por parte de la empresa que generalmente les reduce constantemente el tiempo de recorrido y las horas de sueño.
- ✓ De la clasificación de las causas de los accidentes en factores de participación, como lo son el factor humano, factor vehículo y factor vía; es que se obtiene que el 69% de los accidentes de tránsito suceden por factor humano, ya sea por la participación del conductor, del peatón o pasajero; seguido del factor vehículo con 21%. EL vehículo con mayor participación en accidentes de tránsito de la carretera IIRSA Norte es el camión (28%), además tiene una alta participación en los accidentes con daño A (33%) y con daño C (25%), de este último se puede ver que tiene una gran incidencia en los accidentes fatales a pesar de ser un vehículo de grandes dimensiones.
- ✓ La presente tesis clasifica a los vehículos en menores (motos), livianos y pesados, estos últimos incluyen buses, tráileres y camiones; aquellos que tienen una participación del 51% de los accidentes con consecuencias fatales, seguidos de los vehículos menores que participan en un 26% y finalmente el 20% de vehículos livianos.
- ✓ En cuanto a la zona geométrica donde ocurren los accidentes se tiene que el 50% de los accidentes suceden en rectas y el otro 50% en curvas, lo que indica que la zona geométrica no es un factor concluyente que influya directamente en la ocurrencia de los accidentes de tránsito, sino pueden ser otros factores como el humano.
- ✓ Dado el punto anterior podemos agregar que son las zonas de selva las que cuentan con mayor presencia de curvas y si bien la zona geométrica pueda que no influya directamente en los accidentes, es muy probable que si influya en la severidad de ellos, este hecho puede ser por la mayor ocurrencia de accidentes

de mayor peligrosidad como el choques frontales suscitados por la invasión de carril en zonas que no se permiten el adelantamiento por haber poca visibilidad.

- ✓ Los accidentes suceden con mayor frecuencia en los tramos 24 y 2 (cada 5 – 12 días y 7 – 18 días respectivamente) a pesar de no ser los tramos con mayor severidad.
- ✓ Sólo en el sub-tramo 22, se pudo verificar en cierta medida, que la cantidad de accidentes ocurridos en zonas de centros poblados, está directamente relacionado a la longitud de los tramos de la carretera por donde se ubica dicho poblado (los datos muestran una correlación media por encima del 0.5). Por lo que en este punto se concluye que no se ha podido encontrar una dependencia directa o indirecta entre los accidentes de tránsito y la longitud del centro poblado.
- ✓ El índice de severidad parece ser inversamente proporcional al nivel de protección y seguridad del vehículo, teniendo por ejemplo que en el tramo 22 cuya severidad es la más alta, cuenta con un predominio de vehículos menores en los sectores poblados y una presencia significativa en las zonas no pobladas de la carretera. Estos vehículos que son básicamente motos, no cuentan con el nivel mínimo de seguridad necesario para circular por este tipo de carreteras, sumándole además la poca costumbre de los pobladores de esta zona de usar casco.
- ✓ Por otro lado al hacer la comparación entre la severidad de los sub-tramos y sus zonas pobladas se ve que en los sectores poblados de los sub-tramos 3 y 24 ha aumentado su índice de severidad, lo que hace suponer que en centros poblados aumenta la ocurrencia de accidentes con Daño C, que puede estar de la mano con el aumento en la cantidad de peatones cerca de la carretera o con la presencia de unidades vehiculares menores como motos, moto-taxis, etc.
- ✓ De todos los accidentes acontecidos en sectores de centros poblados, se puede apreciar un mayor número en aquellos sucedidos en la zona de la selva. Además la cantidad de centros poblados existentes en los tramos no están relacionados a la cantidad de accidentes, pero sí la cantidad de personas que habiten en ellos.
- ✓ Uno de los alcances de esta tesis es hacer una mejor clasificación de los accidentes de tránsito según su tipo y causas probables, para poder efectuar un análisis de accidentes con mayor profundidad y siendo mucho más certeros con la aplicación de posibles soluciones, que reduzcan realmente los accidentes de tránsito.
- ✓ Las condiciones climáticas, pertenecientes al factor vía, juegan un papel importante en la ocurrencia de accidentes, en este estudio se ha podido apreciar que mientras que en los sub-tramos costeros 2 y 3 no se registran accidentes con presencia de lluvia, en los sub-tramos de la selva 22 y 24 sí; y de estos últimos con mayor frecuencia en el sub-tramo 24 por ser una zona de selva alta. La presencia de lluvia puede ser un factor determinante en la ocurrencia de accidentes, porque al combinarse las fallas humanas con las climáticas existe una mayor probabilidad de ocurrencia de accidentes, pudiéndose ver esto

reflejado en el gráfico 1.1. donde existe un 24% de accidentes con participación del factor humano y el de vía y entorno.

- ✓ En consecuencia del punto anterior es que se llega a la conclusión que para realizar una mejor descripción del accidente, es necesario que no sólo se registre una causa sino todas las que existan y así poder hacer un análisis más preciso de la intervención de los factores humano, vehículo y vía del país.
- ✓ La infraestructura ayuda de gran modo a evitar la ocurrencia de accidentes de tránsito, pero éstas por si solas no serán útiles si es que no son usadas correctamente. Es por eso, que es necesaria la implementación de cursos de Educación vial orientados a todos los usuarios de la vía, es decir, conductores y peatones, pudiendo ser practicada desde las escuelas, institutos, instituciones públicas, universidad, etc.

Referencias Bibliográficas

1. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. “Reglamento Nacional de Tránsito”, Decreto supremo N°016-2009-MTC. Perú 2009.
2. Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC). “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000)”, Perú 2000.
3. Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC). “Manual de Dispositivos de control de tránsito automotor en calles y carreteras”. Perú 2000.
4. Organización Mundial de la Salud. “Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial”. Suiza 2009.
5. Organización Mundial de la Salud. “Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito: Resumen”. Ginebra, Suiza 2009.
6. Antonio Dourthé Castrillón y Jaime Soto Elgueta. “Guía para realizar una Auditoría de Seguridad Vial”. Chile 2003.
7. Asociación Técnica de Carreteras. “Manual de Capacidad de Carreteras – Tercera Edición”. USA 1994.
8. Universidad Politécnica de Madrid. “Elementos de Ingeniería de Tráfico”. España 1995.
9. División de Recursos Naturales e Infraestructura. “La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe. Situación actual y desafío”. Chile 2005.
10. International Transport Forum. “Objetivo Cero: Objetivos Ambiciosos para la Seguridad Vial y enfoque de un Sistema Seguro – Documento Resumen”. Grupo de Países 2008.
11. Ing. Rafael F. Feria Torres, Ing. Jorge Timaná Rojas. “Técnicas Estadísticas para la identificación de las localizaciones más propensas a sufrir accidentes de tránsito: Puntos Negros”. Perú
12. Ing. Rafael F. Feria Torres, Ing. Jorge Timaná Rojas. “El método de Bayes aplicado en la identificación de las localizaciones más propensas a sufrir accidentes de Tránsito”. Perú
13. Registro de accidentes del Centro de Control de Operaciones de la Concesionaria IIRSA Norte desde año 2006 hasta Setiembre de 2011.
14. Luis Chía Ramírez y Sandro Huamaní Antonio. “Accidentes de tránsito en el Perú: ¿Casualidad o Causalidad? Una Aplicación de los modelos de cointegración y elección discreta”. Perú
15. Ing. Jorge Timaná Rojas. “Técnica de análisis de accidentes de tránsito: Seguridad vial”. Perú