

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California**



**Programa de Posgrado en Ciencias
en Ciencias de la Computación**

**Análisis semántico de la incidencia de los factores exógenos
en el comportamiento de manejo**

Tesis
para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ciencias

Presenta:

Tonatiuh Rafael Sánchez Torres

Ensenada, Baja California, México

2016

Tesis defendida por

Tonatiuh Rafael Sánchez Torres

y aprobada por el siguiente Comité

Dr. José Antonio García Macías

Dra. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa

Dr. Jaime Sánchez García



Dr. Jesús Favela Vara

Coordinador del Posgrado en Ciencias de la Computación

Dra. Rufina Hernández Martínez

Directora de Estudios de Posgrado

Tonatiuh Rafael Sánchez Torres © 2016

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso del autor

Resumen de la tesis que presenta **Tonatiuh Rafael Sánchez Torres** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ciencias de la Computación.

Análisis semántico de la incidencia de los factores exógenos en el comportamiento de manejo.

Resumen aprobado por:

Dr. José Antonio García Macías
Director de tesis

Actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas y se proyecta que el porcentaje continúe aumentando. Una tendencia de la urbanización es la rápida motorización de *países de ingresos bajos y medios (IBM)*, como es el caso de México; la cual trae consigo problemas relacionados con la seguridad vial (Ej. muertes o lesiones a causa de eventos de tráfico –acontecimientos que aumentan el riesgo al conducir o modifican el comportamiento de manejo del conductor–, así como un costo económico). Dada esta problemática, es de interés conocer con precisión el comportamiento de manejo de los conductores en condiciones naturalistas, cuantificar los eventos críticos para la seguridad y tener una mejor comprensión de los factores que contribuyen al riesgo de estos eventos de tráfico. De los factores que contribuyen al riesgo, el factor humano es el principal causante de estos eventos de tráfico. Sin embargo, existen otros tipos de factores que también contribuyen como son: el terreno, el clima y las condiciones del vehículo. En los países de IBM, algunos factores tienden a ser más adversos para los conductores, como es el caso del factor terreno, donde es común que la infraestructura de transporte se encuentre deteriorada. Una herramienta para analizar estos factores es el uso de ontologías. En la literatura no se encontraron estudios de manejo naturalista en países de IBM que enfatizen sus factores característicos, cómo son, los tipos de anomalías viales o los conductores de transporte público que muestran un comportamiento agresivo o carente de cultura vial. Al mismo tiempo, no existen ontologías que se adapten a este tipo de ambientes y que permitan realizar un análisis espacio temporal considerando trayectorias semánticas. En este trabajo se diseñó e implementó una base de conocimientos (BC) que se compone de una ontología que modela los factores del ambiente (adverso) y su influencia en el comportamiento de manejo. La BC realiza un análisis espacio temporal basado en trayectorias semánticas. Además contiene instancias de un estudio de comportamiento de manejo naturalista. El diseño e implementación se basaron en un estudio contextual y dos estudios de sensado participativo (el primero para conocer el estado de las vialidades y el segundo para conocer el comportamiento de manejo naturalista en la ciudad de Ensenada, B.C., México). Los resultados del estudio de comportamiento de manejo arrojan que los conductores interactúan con mayor frecuencia con anomalías de la vialidad, otros vehículos y peatones. El tipo de maniobras evasivas que realizan con más frecuencia son poco abruptas (Ej. desaceleración, movimientos laterales dentro del carril o poco agresivos). Estos resultados se utilizaron también para crear las instancias almacenadas en la BC. Se realizó una evaluación de funcionalidad de la BC utilizando preguntas de competencia. Los resultados muestran que la ontología realiza el análisis planteado correctamente y con un buen desempeño utilizando el conjunto de datos descrito.

Palabras clave: seguridad vial, estudio de manejo naturalista, ontologías, trayectorias semánticas.

Abstract of the thesis presented by **Tonatiuh Rafael Sánchez Torres** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Computer Science.

Semantic analysis of the incidence from exogenous factors in driving behavior

Abstract approved by:

Dr. José Antonio García Macías
Thesis Director

Currently, more than a half of the world's population lives in urban zones and this growth is expected to continue in the next years. A trend in urbanization is the fast motorization in low-and middle-income (LMI) countries such as Mexico. This situation generates road safety problems (i.e. injuries or deaths caused by traffic incidents, economic costs, etc.). For this reason, it is important to study the driver's behavior under naturalistic conditions, to quantify the critical events for road safety and to have a better understanding of factors that contribute to the risk on road incidents. The human factor is the main cause of road incidents. However, there are other factors that also contribute: road conditions, weather and vehicle's conditions. In LMI countries, some of these factors tend to be more adverse to drivers (i.e. the road condition due to the wear and tear of road infrastructure). Ontologies are a tool to analyze these kinds of factors. There is a lack in the literature of naturalistic driving studies in LMI countries that highlight their characteristic factors, such as the kind of road anomalies or the aggressive drivers of public transportation lacking of a proper traffic safety culture. Moreover, existing ontologies are not designed for these environments and don't allow to perform spatiotemporal analysis and semantic trajectories at the same time. In this thesis, a knowledge base (KB) was designed and implemented. This KB consists of an ontology modeling adverse environmental factors and their influence over driving behavior. The KB performs a spatiotemporal analysis including semantic trajectories with instances obtained through a naturalistic field study of driving behavior. The design and implementation were based on the outcomes of a contextual study and two participatory sensing studies in the city of Ensenada, Baja California, México. The results from the driving behavior study show that drivers interact more often with road anomalies, other vehicles and pedestrians. The most frequent evasive maneuvers performed by drivers are not aggressive (i.e. deceleration and lateral movements inside the same lane the driver was driving). These results also feed the KB. A functional evaluation of the KB was performed through competency questions. Results show that the ontology correctly performs the given analysis and does so with good performance in term of run time.

Keywords: road safety, naturalistic driving study, ontologies, semantic trajectories.

Dedicatoria

A mis padres.

A todos(as) aquellos(as) que han contribuido en mi formación.

Para aquellos(as) que requieren de un ejemplo de persistencia.

Agradecimientos

A mis padres por su amor y apoyo de siempre. A Sandra por su apoyo durante esta etapa.

Al Dr. José Antonio García Macías por permitirme trabajar con él, por sus comentarios, correcciones, consejos y su paciencia. De igual manera a los miembros de mi comité: la Dra. Mónica Tentori y el Dr. Jaime Sánchez.

A mis amiguitos del CICESE por compartir un pedacito de su vida conmigo y presionarme hasta el final. Al Oscarín, Joseph y Valeria por las revisiones y la tinta roja (Valeria).

A las diferentes autoridades que me permitieron entrevistarlos como parte de esta tesis en especial a la Lic. Diana López Bolaños por su apoyo, buena voluntad y esfuerzo. A los participantes del estudio de comportamiento de manejo.

A Angélica, Jorge y Karina por su apoyo para realizar los diferentes trámites y resolver dudas técnicas de los equipos utilizados.

A los jóvenes que me apoyaron en las diferentes etapas de la tesis: Xhitaly, Alejandro, Josef, Keren y Adriana. A Denisse por sus (bonitos) diseños para las aplicaciones.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por brindarme el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría.

Tabla de contenido

Resumen en español	ii
Resumen en Inglés	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de figuras	x
Lista de tablas	xii
 Capítulo 1. Introducción	 1
1.1. Motivación	1
1.1.1. Urbanización de la población.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Preguntas de investigación	4
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Metodología	5
1.5.1. Revisión de literatura	5
1.5.2. Estudio contextual	5
1.5.3. Diseño e implementación de sistemas móviles para sensado.....	6
1.5.4. Estudios de observación.....	6
1.5.5. Diseño e implementación de la base de conocimientos	8
1.5.6. Evaluación de la base de conocimientos	8
1.6. Organización de la tesis	8
 Capítulo 2. Marco teórico.....	 10
2.1. Conceptos y definiciones	10
2.1.1. Seguridad vial.....	10
2.1.2. Cómputo urbano	11
2.1.3. Ontologías	13
2.1.4. Trayectorias Semánticas	15

2.2. Trabajo Relacionado	16
2.2.1. Estudios naturalistas de comportamiento de manejo	16
2.2.2. Bancos de datos abiertos sobre seguridad vial	18
2.2.3. Sistemas basados en ontologías para el sector de transporte	19
2.3. Resumen y conclusiones	23
Capítulo 3. Estudio contextual	25
3.1. Metodología	25
3.1.1. Métodos	25
3.1.2. Reclutamiento	25
3.1.3. Recolección de datos	26
3.1.4. Análisis de datos	27
3.2. Resultados del análisis de las entrevistas	27
3.2.1. Categoría 1: Factores exógenos	27
3.2.2. Categoría 2: Patrones recurrentes	30
3.3. Resumen y conclusiones	32
Capítulo 4. Diseño e implementación de sistemas de sensado	33
4.1. Sistema navcontext	33
4.1.1. Metodología de diseño	33
4.1.2. Características del diseño	35
4.1.3. Diseño del sistema móvil	37
4.1.4. Implementación del sistema móvil	38
4.1.5. Escenario de uso	41
4.2. Sistema de captura de trayectorias GPS.	42
4.2.1. Metodología del diseño	42
4.2.2. Características de diseño	42
4.2.3. Diseño del sistema móvil	43
4.2.4. Implementación del sistema	43
4.3. Resumen y conclusiones	44
Capítulo 5. Estudios de observación	46

5.1. Estudio de observación sobre estado de las vialidades	46
5.1.1. Diseño del estudio	46
5.1.2. Etapas del estudio	47
5.1.3. Resultados.....	50
5.2. Estudio de observación sobre el comportamiento de manejo.	54
5.2.1. Diseño del estudio	54
5.2.2. Etapas del estudio	62
5.2.3. Resultados.....	70
5.3. Resumen y Conclusiones.....	84
 Capítulo 6. Diseño e implementación de la base de conocimientos	86
6.1. Métodos de diseño e implementación de la base de conocimientos.....	86
6.2. Preguntas de competencia.....	87
6.3. Procesamiento de datos.....	105
6.4. Resumen y Conclusiones.....	107
 Capítulo 7. Evaluación de la base de conocimientos.....	109
7.1. Metodología de evaluación	109
7.2. Caso de prueba.....	110
7.3. Evaluación con preguntas de competencia.....	111
7.4. Rendimiento de la ontología.....	121
7.5. Resumen y Conclusiones.....	124
 Capítulo 8. Conclusiones y trabajo a futuro	125
8.1. Conclusiones.....	125
8.2. Aportaciones	127
8.3. Limitaciones	128
8.4. Trabajo a futuro	128
 Lista de referencias bibliográficas	131
Anexo 1. Entrevista a conductores	136
Anexo 2. Entrevista a expertos seguridad vial.....	139

Anexo 3. Encuesta de reclutamiento para participantes	144
Anexo 4. Encuesta de comportamiento de manejo en español.....	148
Anexo 5. Encuesta de estado de vehículo y salud del conductor.....	151
Anexo 6. Formato de consentimiento	153
Anexo 7. Esquema de codificación de señalamientos	158
Anexo 8. Esquema de codificación de anomalías	160
Anexo 9. Esquema de codificación de comportamiento de manejo y factores exógenos.	162
Anexo 10. Conceptos generales sobre ontologías	189

Lista de figuras

Figura 1. Metodología de la investigación.	7
Figura 2. Extracto de la ontología traffic danger ontology (Waliszko et al., 2011)	22
Figura 3. Diagrama de afinidad para diseño del sistema <i>navcontext</i>	34
Figura 4. Prototipo alta fidelidad estado encendido.....	37
Figura 5. Prototipo alta fidelidad estado apagado	38
Figura 6. Arquitectura del sistema <i>navcontext</i>	39
Figura 7. Sistema auxiliar para capturar trayectorias GPS.....	43
Figura 8. Arquitectura del sistema auxiliar para capturar trayectorias GPS	44
Figura 9. Ruta1-EV del estudio de estado de la vialidad.....	48
Figura 10. Ruta2-EV del estudio de estado de la vialidad.....	48
Figura 11. Ruta3-EV del estudio de estado de la vialidad.....	48
Figura 12. Numero de señalamientos por tipo.....	50
Figura 13. Distribución geográfica de los señalamientos.	51
Figura 14. Frecuencia de aparición de las anomalías de la vialidad	52
Figura 15 . Distribución geográfica de las anomalías de la vialidad.....	53
Figura 16. Poster utilizado para publicitar el estudio de comportamiento de manejo....	56
Figura 17. Resultados del cuestionario de comportamiento de manejo por participante.	58
Figura 18. Ruta 1 del estudio sobre el comportamiento de manejo.	60
Figura 19. Ruta 2 del estudio sobre el comportamiento de manejo.	60
Figura 20. Ruta 3 del estudio sobre el comportamiento de manejo.	60
Figura 21. Ruta 4 del estudio sobre el comportamiento de manejo.	60
Figura 22. Proceso de montaje de instalación del dispositivo móvil.....	61
Figura 23.Instalación del dispositivo ELM327.	62
Figura 24. Problemas visuales	64
Figura 25. Problemas auditivos	64
Figura 26. Representación de una época y las categorías que la componen.	67
Figura 27. Ejemplo de una época codificada en <i>chronoviz</i>	68
Figura 28. Representación del esquema de comportamiento de manejo en <i>chronoviz</i>	69
Figura 29. Kilómetros registrados en cada recorrido y dividido por ruta y sentido.	72
Figura 30. Número de épocas por recorrido.....	73

Figura 31. Naturaleza de los eventos (épocas)	74
Figura 32. Factores precipitantes	76
Figura 33. Maniobras previas	77
Figura 34. Maniobra evasiva	78
Figura 35. Maniobra para control posterior.....	78
Figura 36. Tipo de participante.....	82
Figura 37. Anomalías de la vialidad	82
Figura 38. Jerarquía de clases que componen la ontología <i>ndsEpoch</i>	91
Figura 39. Extracto de las propiedades de la ontología <i>ndsEpoch</i>	92
Figura 40. Extracto de subclases de la ontología <i>ndsError</i> para responder a la pregunta 2 a).	94
Figura 41. Extracto de subclases de la ontología <i>ndsError</i> para responder a la pregunta 3 b).	95
Figura 42. Extracto de subclases de la ontología <i>ndsError</i> para responder a la pregunta 4 c).	96
Figura 43. Extracto del vocabulario <i>participantsVocab</i>	97
Figura 44. Clase para designar que una anomalía influyo previo al factor precipitante. 98	
Figura 45. Extracto del vocabulario de anomalías <i>roadAnomaliesVocab</i>	98
Figura 46. Clase para designar que una anomalía fue el factor precipitante.....	98
Figura 47. Jerarquía de clases de la ontología <i>vehicleVocab</i>	99
Figura 48. Extracto de clases y relaciones de la ontología <i>SemanticTrajectory</i>	101
Figura 49. Extracto de la jerarquía de clases de la ontología <i>TTIMap</i>	102
Figura 50. Ontologías modulares que componen a la ontología <i>ndsOntology</i>	105
Figura 51. Etapas de procesamiento para los datos de comportamiento de manejo. .	107
Figura 52. Extracto de los resultados de la pregunta P1 parte 1.....	115
Figura 53. Extracto de los resultados de la pregunta P1 parte 2.....	115
Figura 54. Dos épocas resultantes de la pregunta de competencia P2.	118
Figura 55. Instancia del resultado obtenido al ejecutar la pregunta de competencia P3.	121
Figura 56. Ejemplo 1 de sistema para zona seguras para cruzar la calle.	129
Figura 57. Ejemplo 2 incidencias de maniobras por tipo de factor precipitante (Ej. Anomalías)	129

Lista de tablas

Tabla 1. Características de los conductores entrevistados	26
Tabla 2. Características de los expertos entrevistados	26
Tabla 3. Rutas estudio estado de la vialidad	47
Tabla 4. Tabla de características de los participantes finales.	57
Tabla 5. Rutas del estudio sobre el comportamiento de manejo.....	59
Tabla 6. Descripción de las campañas de sensado participativo.	63
Tabla 7. Categorías del esquema de codificación sobre los comportamientos de manejo	66
Tabla 8. Resultado del IOA para el esquema de comportamiento de manejo.....	70
Tabla 9. Relación de los recorridos realizados por participante en cada ruta y sentido.	71
Tabla 10. Propiedades de la ontología <i>ndsEpoch</i> sin dominio ni rango definido.....	93
Tabla 11. Subconjunto de propiedades de la ontología <i>vehicleVocab</i>	99
Tabla 12. Subconjunto de propiedades de la ontología <i>TTIMap</i>	103
Tabla 13. Espacio de nombres de las ontologías utilizadas en las preguntas de competencia.....	112
Tabla 14. Pregunta de competencia PI1 en SPARQL.....	112
Tabla 15. Pregunta de competencia PI2 en SPARQL.....	113
Tabla 16. Pregunta de competencia P1 en SPARQL.....	114
Tabla 17. Pregunta de competencia P2 en SPARQL.....	117
Tabla 18. Pregunta de competencia P3 en SPARQL.....	119
Tabla 19. Tiempo de ejecución por pregunta de competencia.	122

Capítulo 1. Introducción

1.1. Motivación

1.1.1. Urbanización de la población

La población mundial alcanzó 7,200 millones de personas en 2014 y se espera que aumente a 8,100 millones en 2025 y 9.600 millones en 2050 (ONU¹, 2014a). Actualmente más de la mitad de la población mundial (54%) vive en zonas urbanas y se proyecta que para el año 2050 este porcentaje aumente a 66%, es decir, se espera un incremento de 2,500 millones de personas viviendo en zonas urbanas (ONU, 2014b).

En el caso de México, el CONAPO² estimó que a mediados del año 2013 la población alcanzó 118.4 millones; mientras que, en el 2014 creció a 124 millones (ONU, 2015). Según reporta el INEGI³, en el censo de población y vivienda del año 2010, el 78% de la población habita en zonas urbanas⁴ y en 2014 aumentó al 79% (ONU, 2015). En el caso de Baja California el porcentaje de urbanización fue del 92% al año 2010⁵.

Las tendencias en urbanización representan grandes oportunidades para el desarrollo, pero al mismo tiempo, dan lugar a enormes retos (ONU, 2015). Como parte de estas tendencias se encuentra la rápida motorización de países de ingresos bajos y medios (IBM) (Toroyan, 2015), incluyendo a México (ONU, 2015). En el 2013 en México había poco más de 35 millones de vehículos registrados (Toroyan, 2015).

Esta tendencia a la motorización genera problemas urbanos incluyendo accidentes de tráfico, que son la causa de 1.25 millones de muertes (ONU, 2015) y hasta 50 millones de heridos anualmente en el mundo (Lenné, 2013). También son la principal causa de muerte, entre personas de edades comprendidas entre los 15 y los 29 años. Además en países de IBM las fatalidades son el doble que en países de ingresos altos y cubren el 90% de las muertes globalmente. Por su parte en el año 2012, en México hubo

¹ Organización de las Naciones Unidas

² Consejo Nacional de Población

³ Instituto Nacional de Estadística y Geografía

⁴ <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo114&s=est&c=23643>

⁵ <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/bc/default.aspx?tema=me&e=02>

17,653 muertes a causa de accidentes de tráfico (79% hombres y 21% mujeres) y en el año 2011 se registró que el 16.9% de los accidentados quedaron con algún tipo de discapacidad de manera permanente. El costo económico estimado de los accidentes fue del 2.2% del PIB⁶ del país (Toroyan, 2015).

Dada esta problemática, se debe conocer con precisión el comportamiento de manejo en condiciones naturalistas y cuantificar los eventos críticos para la seguridad vial, para tener una mejor comprensión *de los factores que contribuyen al riesgo* (Carsten et al., 2013; Lenné, 2013; Neale et al., 2002).

El factor humano (ej. comportamiento de manejo, cansancio, distracción) es el principal causante de incidentes; sin embargo, existen otros tipos de factores exógenos y endógenos que también contribuyen al riesgo; Los factores exógenos incluyen: el terreno, el clima y las condiciones del vehículo; mientras que los factores endógenos incluyen: las emociones o la demografía (Fuchs et al., 2008; Reason et al., 1990; Stanton & Salmon, 2009; Toroyan, 2015). También es importante tomar en cuenta que en los países de IBM, algunos factores exógenos o endógenos tienden a ser más adversos, como es el caso del factor terreno, dado que existe una menor calidad en la infraestructura de transporte (ej. calidad del pavimento) (Toroyan, 2015).

La instrumentación de vehículos ofrece una plataforma de sensado que permite la captura de datos (Dingus et al., 2006; Lenné, 2013). Los usuarios finales de éstos (ej. expertos en seguridad vial) necesitan procesar y analizar los datos para poder entender la relación entre los diferentes factores del ambiente y el comportamiento de manejo (Baldanzini et al., 2010; Zheng et al., 2014). Las ontologías son utilizadas para el análisis de problemas relacionados con la seguridad vial y el sector de transporte (Yan et al., 2013; Zhao et al., 2015) , ya que permiten a partir de los datos capturados proveer conocimiento (Rowley, 2007). De tal manera que se puedan proveer servicios y apoyar a encontrar medidas para reducir el número de incidentes o realizar mejores políticas de planeación (ej. en la infraestructura vial).

⁶ Producto interno bruto

1.2. Planteamiento del problema

Existen estudios de sensado enfocados a entender como los diferentes factores afectan a los conductores; sin embargo, son pocos los estudios que toman un enfoque naturalista (Baldanzini et al., 2010; Blatt et al., 2015; Dingus et al., 2006; Regan et al., 2013; Stanton & Salmon, 2009); la mayoría de los estudios de sensado se centran solo en la condición del terreno (Brundell-Freij & Ericsson, 2005) y se realizan en países de ingresos altos, donde las vialidades de transporte se encuentran en condiciones favorables para los conductores y estos últimos tienen buena cultura vial. Algunas investigaciones se realizaron en países de bajo y medios ingresos para entender cómo influyen algunos factores en el comportamiento agresivo de los conductores (Ylizarituri, 2014; Ylizarituri et al., 2015); sin embargo, su enfoque es el persuadir al conductor a reflexionar sobre sus hábitos de manejo.

En los estudios anteriores no se han abordado los aspectos específicos del ambiente adverso de los países de IBM. Por ejemplo, los tipos de anomalías viales⁷ y la interacción con diferentes tipos de automóviles; como el transporte público donde los conductores son notablemente agresivos y/o no tienen una buena cultura vial (Ej. no obedecen a las reglas de tránsito). Los aspectos específicos de los países de IBM también afectan en las herramientas de análisis como son las ontologías. En la literatura existen ontologías que modelan accidentes de tráfico (Wang & Wang, 2011) pero no se especializan en ambientes adversos. En otros casos solo cuentan con validez de estudios de sensado en condiciones controladas (Fuchs et al., 2008). Otras cuentan con validez de expertos pero solo son un modelo abstracto (Feld & Müller, 2011). Otro aspecto es que la mayoría no toman en cuenta cómo estos eventos de tráfico (ej. accidentes e incidentes) se desarrollan como parte de las trayectorias que siguen los conductores (Armand et al., 2014; Waliszko et al., 2011) y los trabajos que lo hacen no están enfocados a problemas de seguridad vial o ambientes adversos (Yan et al., 2013).

Esto abre una oportunidad para entender la relación entre los factores adversos del ambiente de manejo y su influencia en el comportamiento de manejo.

⁷ Diferentes combinaciones de baches y zanjas por ejemplo

1.3. Preguntas de investigación

Dada la problemática anterior, esta tesis busca responder a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los factores exógenos adversos del ambiente de manejo que afectan en el comportamiento de manejo de los conductores? ¿Y cómo afectan?
- ¿De qué manera se puede analizar el comportamiento de manejo de un conductor con respecto a su ambiente de manejo?
- ¿Qué elementos se necesitan modelar en una ontología que permita realizar un análisis espacio temporal, de los factores exógenos del ambiente de manejo, su influencia en el comportamiento de manejo de los conductores y las trayectorias de movilidad?
- ¿Cuáles son las limitaciones del uso de ontologías como herramientas de análisis?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Con base en las oportunidades y preguntas de investigación descritas previamente, se propone el siguiente objetivo general:

Diseñar, implementar y evaluar una base de conocimientos que permita analizar cómo los factores exógenos adversos del ambiente de manejo afectan en el comportamiento de manejo de los conductores, como parte de sus recorridos y de manera espacio temporal.

1.4.2. Objetivos específicos

El objetivo general incluye la realización de los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer cuáles son los factores exógenos adversos del ambiente de manejo y cómo afectan en el comportamiento de manejo.
2. Diseñar e implementar una base de conocimientos que permita realizar un análisis espacio temporal, de los factores exógenos adversos del ambiente de manejo, su influencia en el comportamiento de manejo de los conductores y en las trayectorias de movilidad.
3. Evaluar la funcionalidad de la base de conocimientos en un escenario concreto.

1.5. Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos y responder a las preguntas de investigación, se utilizó una metodología compuesta de seis etapas (Figura 1). En esta sección se explica cómo cada etapa permite responder a las preguntas de investigación y cumplir los objetivos propuestos. Como parte de las diferentes etapas se emplearon métodos cualitativos, cuantitativos y técnicas de ingeniería de ontologías. A continuación se describe cada una etapa de la metodología:

1.5.1. Revisión de literatura

En esta etapa se revisaron diferentes problemas de transporte con énfasis en seguridad vial, paradigmas de sensado, modelado y análisis del comportamiento de manejo en ambientes urbanos adversos. Además se buscaron fuentes de información sobre los elementos del ambiente de manejo (ej. trazos de las vialidades, servicios sobre estado de la vialidad).

1.5.2. Estudio contextual

Enseguida se realizó un estudio formativo para tener un mayor entendimiento de los factores exógenos, del ambiente de manejo, particulares a la ciudad de Ensenada,

B.C, que podían afectar en el comportamiento de manejo de los conductores; esta información complementó a la obtenida en la revisión de literatura. El estudio constó de entrevistas semiestructuradas a conductores regulares de vehículos privados y expertos en seguridad vial. La información obtenida se analizó con técnicas cualitativas, los resultados obtenidos se utilizaron en las fases subsecuentes.

1.5.3. Diseño e implementación de sistemas móviles para sensado

En esta etapa se diseñó e implementó el sistema *navcontext*, el cual permite capturar el contexto de manejo y las variables que miden las maniobras de manejo de los conductores. Para su diseño se tomaron en cuenta el análisis de entrevistas semiestructuradas de un sistema de sensado implementado previamente (*driving habits*), las categorías resultantes de las entrevistas semiestructuradas aplicadas a expertos y conductores (sobre factores del ambiente de manejo) y la funcionalidad de aplicaciones de sensado similares. Se desarrolló también un sistema para conocer las trayectorias GPS de los conductores, este tuvo un diseño simple y se realizó con base en módulos del sistema *navcontext*.

1.5.4. Estudios de observación

En esta etapa se realizaron dos estudios de observación, con ayuda de los sistemas móviles desarrollados previamente. El primer estudio permitió conocer los diferentes señalamientos y tipos de anomalías que existían en tres vialidades que se seleccionaron. Como parte de este estudio se generaron dos esquemas de codificación. El segundo estudio permitió conocer el comportamiento de manejo de los conductores en la ciudad. Como parte de este estudio se adaptó un esquema de codificación de comportamiento de manejo.

Finalmente, se realizó un análisis de los datos capturados para cada estudio, con el fin de conocer su distribución geográfica y la frecuencia de los eventos capturados.

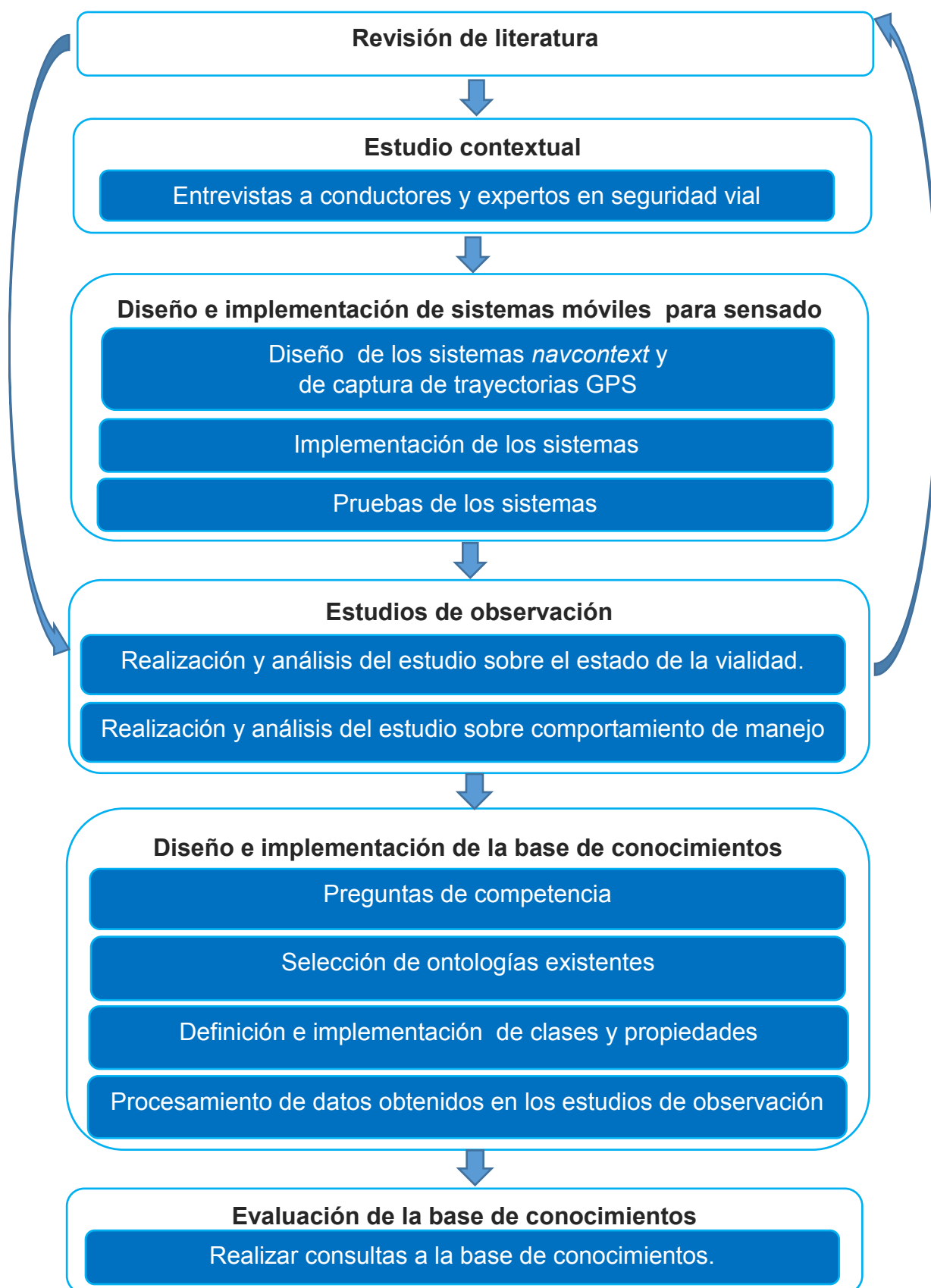


Figura 1. Metodología de la investigación.

1.5.5. Diseño e implementación de la base de conocimientos

En esta etapa se realizó el diseño e implementación de la base de conocimientos. Para el diseño se utilizaron preguntas de competencia que fungieron como requerimientos de la estructura de la ontología, los elementos más específicos se diseñaron a partir de la información obtenida en el estudio contextual y los esquemas de codificación desarrollados durante los estudios de observación. Durante la implementación se buscaron patrones y vocabularios existentes en la literatura (ej. vialidades, trayectorias semánticas) los cuales se modificaron y se alinearon para poder reutilizarlos con los conceptos.

Además se implementó un sistema para el procesamiento y materialización de la información obtenida en el estudio de observación sobre el comportamiento de manejo e información de las vialidades de la ciudad de Ensenada. B.C.

1.5.6. Evaluación de la base de conocimientos

Finalmente se realizó una evaluación de funcionalidad utilizando cinco preguntas de competencia traducidas a una sintaxis entendible por la base de conocimientos. Como producto entregable se presenta evidencia del proceso de inferencia que se realiza durante la ejecución de las consultas en la ontología. Además de un breve análisis del rendimiento de la base de conocimientos resultante de realizar las consultas.

1.6. Organización de la tesis

El trabajo de tesis se distribuye en 8 capítulos (incluyendo esta introducción), los cuales están organizados de la siguiente manera:

En el capítulo 2 se aborda el marco teórico y el trabajo relacionado. Se definen conceptos sobre seguridad vial, paradigmas de sentido de comportamiento de manejo y los conceptos necesarios para entender el funcionamiento de las ontologías. Enseguida se presentan algunos trabajos relacionados con el sector de transporte con

énfasis en el área de seguridad vial y el uso de ontologías para modelar y analizar estos problemas. En el **capítulo 3** se describe el desarrollo y resultados del estudio contextual realizado para entender cuáles son y cómo afectan los factores exógenos del ambiente de la ciudad de Ensenada, B.C., en el comportamiento de manejo de los conductores. **En el capítulo 4** se describe el diseño e implementación de dos sistemas móviles de sensado, utilizados para los estudios de observación presentados en el capítulo cinco. **En el capítulo 5** se describe la realización de dos estudios de observación y los resultados obtenidos; además, se presentan los productos intermediarios que son base para el diseño e implementación de la base de conocimientos. **En el capítulo 6** se aborda el diseño e implementación de la base de conocimientos. Se presentan las preguntas de investigación que fungieron como requerimientos de la ontología, se describen los elementos que la componen y se explica el procesamiento y materialización de los datos que alimentan a la base de conocimientos. **En el capítulo 7** se describe la evaluación de funcionalidad de la ontología y se discuten los resultados obtenidos. Finalmente en **el capítulo 8** se presentan las conclusiones, aportaciones, y el trabajo a futuro de esta investigación.

Capítulo 2. Marco teórico

En este capítulo se presentan los conceptos necesarios para entender la problemática y la solución propuesta en esta tesis; además de referencias para profundizar en esos temas. Los conceptos tratan los temas de seguridad vial, cómputo urbano, ontologías y trayectorias semánticas. Después se presentan algunos trabajos relacionados al sensado naturalista del comportamiento de manejo, bancos de datos existentes en relación a la seguridad vial y ontologías para resolver problemas del área de seguridad vial. Se incluye un resumen y las conclusiones al final del capítulo.

2.1. Conceptos y definiciones

En esta sección se presentan los conceptos necesarios para entender los temas que se abarcan más adelante en este trabajo de tesis.

2.1.1. Seguridad vial

La **movilidad urbana** se refiere a los distintos desplazamientos que se generan dentro de la ciudad, mediante las rutas que existen, integrando las diferentes formas de movilidad que se presentan en la ciudad. Algunos de los problemas que presenta la movilidad urbana son: la buena planeación de la infraestructura de la ciudad (ej. redes de transporte) y la seguridad vial. (Cooperación Andina de Fomento (CAF), 2010; Jans B., 2009). La **seguridad vial** por su parte es un conjunto de normas y sistemas que buscan que las rutas no presenten daños o riesgos causados por la movilidad de los vehículos. La finalidad de la seguridad vial es la de proteger a las personas y sus bienes, por medio de la eliminación o control de los factores de riesgo causantes de siniestros de tránsito (Secretaría de Salud, 2013). Los elementos que interactúan en la seguridad vial son: el conductor (su comportamiento en la operación del vehículo), el *vehículo*, las características de las vialidades, el clima y otros elementos **contexto** (Ej.

Elementos culturales, económicos y físicos, las leyes o reglamentos vigentes⁸), que se presentan antes, durante y después de un posible incidente de tráfico.

El **comportamiento de manejo** está relacionado tanto con la apreciación de peligro y sentimientos del conductor (**factores endógenos**) como con las motivaciones externas que lo llevan a incrementar o disminuir este nivel de riesgo (**factores exógenos**). Dentro de las características endógenas al conductor se pueden encontrar: tendencias agresivas de conducción, exhibicionismo, autoafirmación, sentimiento de amenaza, cansancio, estado alcohólico o prisa. En los factores exógenos se presentan: el factor humano (ej. percepción del conductor sobre qué tan bueno es maniobrando, la manera de rebasar a otro vehículo o cambiar de dirección, etc.), el estado del vehículo (por ejemplo, vehículo antiguo, fallas mecánicas o eléctricas), factor terreno o características de la vialidad de transporte (por ejemplo, baches, semáforos, altos) y el clima (por ejemplo, lluvioso, soleado)(Caparrós, 1999; Secretaría de Salud, 2013).

2.1.2. Cómputo urbano

El **cómputo urbano** se puede entender como el proceso para recabar, integrar y analizar una gran cantidad de datos heterogéneos. Entre otras cosas el cómputo urbano nos ayuda a entender la naturaleza de los fenómenos urbanos y hasta poder predecir el futuro de las ciudades.

Para poder obtener los datos que caracterizan los eventos que suceden en la ciudad hay dos opciones: mediante **sensores estáticos** distribuidos a lo largo de la ciudad, o **usando a las personas u objetos** (ejemplo, automóviles) como sensores. Para el primer caso (es decir, los sensores estáticos) es necesario crear una red para cada aplicación y la información recolectada se limita al área abarcada por esta red. En el segundo caso, al hacer uso de personas u objetos no es necesario realizar una nueva red y se tiene un área mayor de la cual se obtiene información. Cuando se hace uso de personas u objetos para sensar se tienen que considerar: los sensores o dispositivos

⁸ www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/BAJA%20CALIFORNIA/Municipios/Ensenada/1REG.pdf

(por ejemplo, GPS, los sensores de teléfonos inteligentes, OBD-II) con los que se va a instrumentar y la forma en que se va a sensor la información. Existen diferentes enfoques para sensor la información:

- **Sensado pasivo utilizando a la multitud (passive crowdsensing):** consiste en aprovechar la infraestructura existente para recoger pasivamente los datos generados por las multitudes. En este tipo de sensado existen periodos largos de tiempo sin información.
- **Sensado oportunista (opportunistic sensing):** En este enfoque las personas no son conscientes de que existe una recolección de datos a partir de los dispositivos que portan. La información recibida depende de la calidad de los sensores encargados de proveerla.
- **Sensado participativo (participatory sensing):** En este enfoque las personas son conscientes del sensado y son ellas las que controlan el flujo de información, existen dos tipos:
 - *Recolección de datos de la multitud centrado en las personas (human crowdsourcing):* El individuo interactúa de forma activa al enriquecer o generar información; además, de la recolección de datos realizada por los sensores de sus dispositivos.
 - *Sensado de la multitud centrado en las personas (human crowdsensing):* El individuo solo interactúa para permitir/detener la recolección de datos realizada por los sensores de sus dispositivos.

Es necesario que la información que se recaba se almacene correctamente, para esto se hace uso **de bancos de datos**, que es la representación de un conjunto completo de datos. Existen diferentes bancos de datos donde los más comunes son los que contienen trayectorias de GPS, puntos de interés, valores de acelerómetros, preferencias de usuarios, datos personales, datos sobre las de vialidad de transporte, entre otros tipos de datos geográficos (Zheng et al., 2014).

Para esta tesis se utilizó sensado participativo (*crowdsensing*) mediante la **instrumentación de vehículos** de transporte privado tradicional para crear un banco de datos sobre el comportamiento de manejo.

2.1.3. Ontologías

Una **ontología** se define como una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida (Studer et al., 1998). Es una herramienta semántica, que es entendible tanto para humanos como para las computadoras. En general consiste en una representación formal del conocimiento sobre algún contexto específico. Una ontología es una descripción jerárquica del significado de términos y de las relaciones que existen entre éstos.

A su vez una **base de conocimientos (BC)** está compuesta por la ontología (Tbox), instancias de las clases (ABox) y reglas semánticas. Algunos autores separan la Tbox en dos: TBox (Ej. jerarquía de clases) y RBox (Ej. jerarquía de relaciones). También se define como una base de conocimientos, compuesta por una caja terminológica (TBox) y por una caja de aserciones (ABox). La **TBox** define los conceptos y propiedades que describe la ontología. Cada concepto del dominio es llamado *Clase*, que puede ser afectada por las propiedades de datos, conocidos como atributos. Las *Relaciones* entre clases son definidas a través de taxonomías, axiomas (clases ligadas por propiedades de objeto) y reglas. También se pueden definir algunas restricciones para las propiedades. La **ABox** declara las instancias de los conceptos, conocidos como individuos. La manera de almacenar datos reales de la ontología es mediante el ABox. Los datos y propiedades del objeto se pueden atribuir a los individuos.

Existen diferentes fundamentos teóricos para la representación de conocimiento mediante ontologías; una de las técnicas más utilizadas es el uso de **lógica descriptiva (DL)** (Krötzsch et al., 2012). Esto es gracias al auge que ha tenido el movimiento de la web semántica y las herramientas tecnológicas que esta provee; entre estas se encuentran: el identificador de recursos uniforme (**URI**, por sus siglas en

inglés), los **lenguajes** para la representación de conocimiento, los **razonamiento** semántico para realizar inferencia, **reglas** semánticas y lenguajes de **consulta** de la BC, ver Anexo 10.

Para valorar un buen diseño de una ontología es posible apoyarse en los siguientes criterios presentados en (Gruber, 1995):

- *Claridad.* Una ontología debe comunicar de forma efectiva el propósito y significado de los términos ahí definidos. Las definiciones deben ser objetivas e independientes de los contextos sociales o computacionales. Cuando una definición pueda ser axiomatizada esta debería definir tanto las condiciones necesarias como las suficientes.
- *Coherencia.* Una ontología debe permitir hacer inferencias que sean consistentes con las definiciones. Por lo menos, los axiomas deben ser definidos de manera lógica y consistente. Si alguna inferencia puede lograrse a partir de axiomas que se contradicen entonces la ontología no es coherente.
- *Extensibilidad.* Una ontología debe diseñarse para anticipar su uso con otros vocabularios, es decir, a partir del vocabulario diseñado se deben poder definir nuevos términos más especializados, sin que los conceptos existentes se requieran rediseñar.
- *Mínimo sesgo de codificación.* La conceptualización debe ser específica al nivel de conocimiento sin depender del nivel de los símbolos de codificación.
- *Mínimo compromiso ontológico:* Una ontología debe hacer la menor cantidad de suposiciones posibles acerca del mundo que está modelando, permitiendo que otros tengan la libertad de especializar e instanciar la ontología como se requiera.

Como parte del criterio de extensibilidad, es recomendable reutilizar vocabularios u ontologías existentes en la literatura. En especial el uso de patrones de diseño tiene como objetivo empoderar este criterio. Estos se derivan de los patrones conceptuales comunes que emergen en diferentes dominios, en la resolución de diferentes tareas y pueden servir como bloques de construcción o estrategias para el diseño de futuras ontologías (más complejas) (Hu et al., 2013).

Una metodología para el diseño de las ontologías consiste en utilizar el conocimiento de expertos para diseñar la ontología, otra es el uso de fuentes de información real (Ej. bancos de datos). En ambos casos la información obtenida tanto de expertos como de la base de conocimiento puede definirse en términos de **preguntas de competencia** que sirven para guiar el diseño de la ontología y también como criterios de evaluación. Una pregunta de competencia es típicamente una consulta que un experto de un dominio podría someter a una base de conocimiento para completar una tarea en particular (Hu et al., 2013; Noy & McGuinness, 2001).

2.1.4. Trayectorias Semánticas

Una **trayectoria** se puede definir como el camino en un espacio en el cual un objeto en movimiento se desplaza durante cierto tiempo. Es decir, consiste de una serie de puntos espacio-temporales (fijo o fixes en inglés) generados por el movimiento de un objeto (Hu et al., 2013). Si bien estos puntos espacio-temporales sirven para explorar el patrón de movilidad de un objeto en movimiento (Dodge et al., 2008), muchas aplicaciones requieren de una comprensión de información adicional para interpretar trayectorias. Por ejemplo, un análisis de tráfico basado en las trayectorias de automóviles no puede ser capaz de mostrar resultados significativos sin la incorporación de información sobre la red de carreteras.

Para llenar este vacío las **trayectorias semánticas** asocian los puntos espacio-temporales y segmentos con información geográfica y conocimiento del dominio, así como otra información relacionada (Alvares et al., 2007; Bogorny et al., 2009; Schmid et al., 2009). Estas trayectorias semánticamente enriquecidas facilitan el descubrimiento de nuevos conocimientos, que de otra manera no pudieran encontrarse fácilmente. Para representar estas trayectorias existen modelos en bases de datos y de forma más reciente con el uso de ontologías. Teniendo ventaja el uso de ontologías en poder reutilizar recursos que se encuentren disponibles en la web semántica; además de las características mencionadas previamente.

2.2. Trabajo Relacionado

En esta sección se presentan las investigaciones referentes al sensado de comportamiento de manejo (de conductores de vehículos privados⁹); el uso de ontologías que modelan elementos del ambiente con el fin de comprender cómo influencia el comportamiento de manejo de los conductores para apoyar a la seguridad vial.

2.2.1. Estudios naturalistas de comportamiento de manejo

En los trabajos analizados referentes al sensado de comportamiento de manejo consideran diferentes variables del ambiente de manejo y tamaños de población.

El primer estudio de manejo naturalista (NDS) involucra el sensado a gran escalada de 100 vehículos en Estados Unidos (Dingus et al., 2006). El conjunto de datos capturado contiene aproximadamente 2,000,000 millas recorridas por los vehículos participantes, que proveen 43,000 horas de datos (Baldanzini et al., 2010). La base de datos que obtuvieron incluye información de accidentes, casi accidentes y otros eventos de conflicto. Los principales resultados de la segunda etapa incluyen un análisis de los eventos de los tipos: golpe por detrás, cambio de carril, el rol que juega la distracción, y la relación entre los niveles de gravedad.

Otro estudio similar es SHRP2 (Blatt et al., 2015) donde se recolectó información de 3,247 voluntarios en edades entre 19 y 98 años, durante tres años, en diferentes ciudades de Estados Unidos. El conjunto de datos resultante fue de aproximadamente de 50, 000,000 millas con 6, 650,519 viajes realizados. Este proyecto además contó con una base de datos especializada de las vialidades (RID, por sus siglas en inglés, *roadway information database*). Los principales resultados de las etapas siguientes incluyen un análisis de los eventos de los tipos: golpe por detrás, cambio de carril, el rol que juega la distracción, y la relación entre los niveles de gravedad. Los eventos que

⁹ Son los conductores que cuentan con un vehículo propio, con el cual se desplazan para realizar sus actividades cotidianas como ir al trabajo.

causaron incidentes con más frecuencia fueron: vehículos desacelerando, vehículos detenidos por menos o por más de dos segundos. Otro resultado relevante fue que en los casi choques la maniobra evasiva preponderante fue el frenado (Victor et al., 2015).

En (Uchida et al., 2010) se presenta un estudio para entender los factores humanos que intervienen en los accidentes en Japón. Para esto se equiparon 60 vehículos (60 conductores entre 20 y 50 años, 58 hombres y 2 mujeres). Los resultados preliminares de este estudio mostraron que los incidentes que presentan el mayor número de accidentes casi fatales son aquéllos en los que un vehículo realiza un giro a la derecha en intersecciones. Para entender cómo el factor humano interviene en este tipo de accidentes se desarrolló otro estudio naturalista (en un escenario prediseñado) con 13 conductores (entre 20 y 30 años, 7 hombres y 6 mujeres) con permiso de manejo de al menos 3 años. Los resultados muestran que el momento en que el conductor comenzó a dar la vuelta a la derecha era de vital importancia, ya que entre más rápido y con mayor velocidad se iniciara, tenía más tiempo para salir del punto ciego y ver al vehículo que se aproximaba.

Los autores en (Brundell-Freij & Ericsson, 2005) presentan un trabajo que tiene por objetivo conocer cómo las vialidades afectan en el patrón de manejo de los conductores. Se recolectaron los datos de aproximadamente 45 conductores de diferente edad y sexo, durante dos semanas de uso. Se obtuvieron 2,550 viajes que representaron 18,945 km de manejo. En este estudio a diferencia de otros presentados previamente, las variables que se consideraron fueron más restringidas: edad, genero, características del automóvil, tipo de vecindario, función de la calle (por ejemplo, calle principal), límite de velocidad, número de carriles de la vialidad, densidad de intersecciones sin semáforos, densidad de intersecciones con semáforos, volumen del tráfico. El estudio sugiere que las variables relevantes que permiten entender el comportamiento del conductor y entender las implicaciones en cuestiones ambientales son cuatro: el tipo de vecindario (ejemplo, residenciales), la función de la calle (ejemplo, calle principal), los límites de velocidad (ejemplo, 90 km/h), y la densidad de los semáforos.

Si bien los proyectos de NDS anteriores han arrojado algunas ideas valiosas sobre el comportamiento del conductor y usuario de las vialidades en general, su aplicabilidad en el contexto de países IBM como México es cuestionable por varios factores, como las normas culturales y sociales, las leyes de tráfico, las estrategias de aplicación, flotas de vehículos, entornos de carreteras, distancias recorridas, las condiciones ambientales y la mezcla de usuarios de la carretera; todos estos factores pueden poner en peligro la posibilidad de transferencia de datos entre países.

Algunas investigaciones se han realizado en países de IBM, en (Ylizaliturri et al., 2015) se buscaba persuadir al conductor y conocer qué factores afectaban en las maniobras del manejo agresivo en la ciudad de Ensenada, B.C, México. Para esto, se equiparon los vehículos de 23 participantes, cada participante utilizó una aplicación móvil de sensado, durante 1 semana, con la cual etiquetó las causas de manera activa, acerca de qué factores provocaban sus maniobras abruptas. Se obtuvieron 509 viajes y 2,753 km recorridos con un tiempo de 102 horas aproximadamente. Los resultados muestran que el exceso de velocidad y los volanteos fueron las maniobras con más frecuencia durante el estudio.

2.2.2. Bancos de datos abiertos sobre seguridad vial

Se investigaron otras fuentes de información sobre seguridad vial y/o comportamiento de manejo de conductores. Se encontraron diferentes plataformas de almacenamiento de datos abiertos como son: datos de la administración de seguridad del tráfico de carreteras nacionales (NHTSA por su siglas en inglés, National Highway Traffic Safety Administration)¹⁰, el sitio de datos abiertos del gobierno de Estados Unidos¹¹, socrata¹²

¹⁰ <ftp://ftp.nhtsa.dot.gov>

¹¹ <https://www.data.gov>

¹² <https://socrata.com>

(Ej. datos de la ciudad de Boston¹³), datos abiertos del gobierno de México¹⁴ y datos de accidentes del INEGI¹⁵.

Los bancos de datos sobre seguridad vial dentro de estas plataformas se centraban en proveer información sobre reportes de accidentes o datos estadísticos; sin embargo, no existían datos similares a los de estudios naturalistas. Además, la mayoría *no* contaba con información georeferenciada o no eran posibles de acceder directamente¹⁶.

También se encontraron dos proyectos que mantenían datos sobre anomalías viales (como fixmystreet¹⁷) para la ciudad de Ensenada B.C., estos fueron: muchosbaches¹⁸ y el sistema de atención ciudadana¹⁹. Sin embargo, los datos no contaban con una taxonomía definida ni la precisión necesaria para utilizarse en este trabajo de tesis.

2.2.3. Sistemas basados en ontologías para el sector de transporte

Los trabajos relacionados en el uso de ontologías para resolver problemas de transporte, abarcan desde sistemas avanzados de asistencia al conductor (*ADAS*, por sus siglas en inglés, Advanced Driving Assistance System), redes vehiculares ad hoc (*VANETs*, por sus siglas en inglés Vehicular Ad Hoc Networks), sistemas de información geográfica (*GIS*, por sus siglas en inglés, geographic information system) hasta *trayectorias semánticas*.

ADAS

De forma general este tipo de sistemas buscan proveer ayuda proactiva a las diferentes configuraciones del ambiente de manejo (Ej. elementos móviles y estáticos) en tiempo real. Este requerimiento implica restricciones en sus diseños, en el caso de las

¹³ <https://data.cityofboston.gov>

¹⁴ <http://datos.gob.mx>

¹⁵ <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/accidentes/>

¹⁶ <http://www.hsisinfo.org/statistics.cfm>

¹⁷ <https://www.fixmystreet.com>

¹⁸ <http://www.muchosbaches.com>

¹⁹ <http://siac.ensenada.gob.mx/reportes>

ontologías restringe la expresividad o la totalidad de los elementos ambientales que se modelan.

En (Armand et al., 2014) se define una ontología simple que permite hacer razonamiento en tiempo real y de manera global acerca del contexto de manejo. Esta ontología se divide en una *ontología base* y una *extensión*. La *ontología base* modela de forma general entidades móviles (Ej. Automóviles o personas) y estáticas (Ej. Cruces peatonales). Define además relaciones espacio temporales (Ej. distancia) y de estado (Ej. isFollowing) entre un (Ego) vehículo central y los otros elementos del contexto. Adicionalmente, se definen 14 reglas para inferir el comportamiento que debería tener el vehículo con base en un contexto dado. La *extensión* permite procesar las inferencias para poder responder de manera proactiva a ellas. Cabe mencionar que las relaciones modeladas en este trabajo son limitadas por su finalidad de proveer respuestas en tiempo real.

De manera similar, (Fuchs et al., 2008) presenta un modelo ontológico para representar el contexto el cual se divide en: el conductor, vehículo, los demás elementos del ambiente de manejo y las regulaciones de tránsito, con la finalidad de tener un vocabulario compartido entre ADAS. Esta ontología define jerarquías especializadas para algunos elementos del ambiente de manejo; provee relaciones entre éstos y el conductor. Este trabajo tradujo la ontología a un sistema externo con el fin de poder realizar el análisis de inferencia, lo que evita aprovechar al máximo las capacidades semánticas de la misma. El diseño de la ontología se probó con datos de 120 escenas de video de una escuela de manejo. De esta manera se comprobó que funcionara de forma correcta.

En (Feld & Müller, 2011) se describen los conceptos esenciales que debe cubrir una ontología automotriz, en este modelo se separa el contexto (ambiente de manejo) del usuario; además, se dan algunos ejemplos específicos de estos conceptos (Ej. tipos de maniobras: girar, frenar, etc.; perfil del usuario: edad, estado de ánimo). Se discuten algunas relaciones que deben existir de manera general y la necesidad de modelar información espacio temporal, rutas y soporte de razonamiento difuso. Este trabajo no provee implementación en algún lenguaje, ni evaluación para mostrar su funcionalidad.

VANETs

Este tipo de sistemas en su mayoría no busca realizar inferencias muy complejas como lo hacen los ADAS, si no definir un vocabulario que sea entendible entre los diferentes agentes que están presentes en el ambiente de manejo (Ej. Entre vehículos e infraestructura).

Como parte del trabajo que presentan los autores (Barrachina et al., 2012) se desarrolló un ontología ligera de accidentes vehiculares (VEACON), que combina información recolectada al momento que sucede un accidente (Ej. zona de impacto) con información del sistema general de estimación (GES, por sus siglas en inglés, General Estimates System) de accidentes. Esta ontología define solo algunas relaciones simples (Ej. can_occur, involves), ya que está diseñada solo para estructurar la información y no para hacer inferencias complejas. En este trabajo se evaluó el rendimiento de la ontología y envío de paquetes, mediante simulaciones de transmisión de paquetes en red y en escenarios reales de manera satisfactoria.

En (Choi, 2015) se desarrolló un modelo ontológico que provee mensajes geo semánticos para lograr la comunicación entre vehículos. Este modelo permite coordinar el tráfico de manera que se le pueda dar prioridad a ambulancias para llegar a su destino de manera más eficiente. La ontología desarrollada modela aspectos de la infraestructura, tipo de mensajes a transmitir y hace uso de la ontología geoOWL²⁰ para definir elementos geográficos. Una información extra que provee esta ontología es el poder conocer los últimos cinco segmentos de la vialidad recorridos; además, de reglas modeladas en SPIN para la toma de decisiones de los vehículos. Se realizó una evaluación mediante simulaciones de transmisión de mensajes.

GIS

Este tipo de sistemas buscan proveer una visión global sobre un conjunto de datos de interés, en el caso de seguridad vial y el uso de ontologías dos de los trabajos más relevantes son:

²⁰ <https://www.w3.org/2005/Incubator/geo/XGR-geo-20071023/>

En (Wang & Wang, 2011) se presenta un sistema basado en un modelo ontológico, para mapear accidentes de tránsito. El sistema permite representar los accidentes de forma agrupada por gravedad, con base en criterios introducidos por el usuario (Ej. Tipo de accidente en un horario). El rol que desempeña la ontología es del filtrado y recuperación de información. La ontología modela aspecto del ambiente (Ej. clima, condición de la vialidad, iluminación, etc.) e información espacio temporal (Ej. tiempo y posición). Algunos elementos de esta ontología se basan en opencyc²¹.

Los autores de (Waliszko et al., 2011) presentan una ontología de peligros de tráfico como parte de un sistema de información de seguridad ciudadana, ver Figura 2. El objetivo principal es presentar esta información como un GIS en dos dimensiones (Ej. un mapa de la localización de los eventos). La ontología se enfoca en definir una jerarquía de problemas específicos al ambiente adverso de Polonia, dos de las clases de interés fueron: *SurfaceCondition* que define la calidad del pavimento (Ej. *SmoothCondition*, *FullOfWheelTracksCondition*, *PoorlyDrainedCondition*, etc.), *TrafficDanger* que define posibles conflictos con los que puede encontrarse un

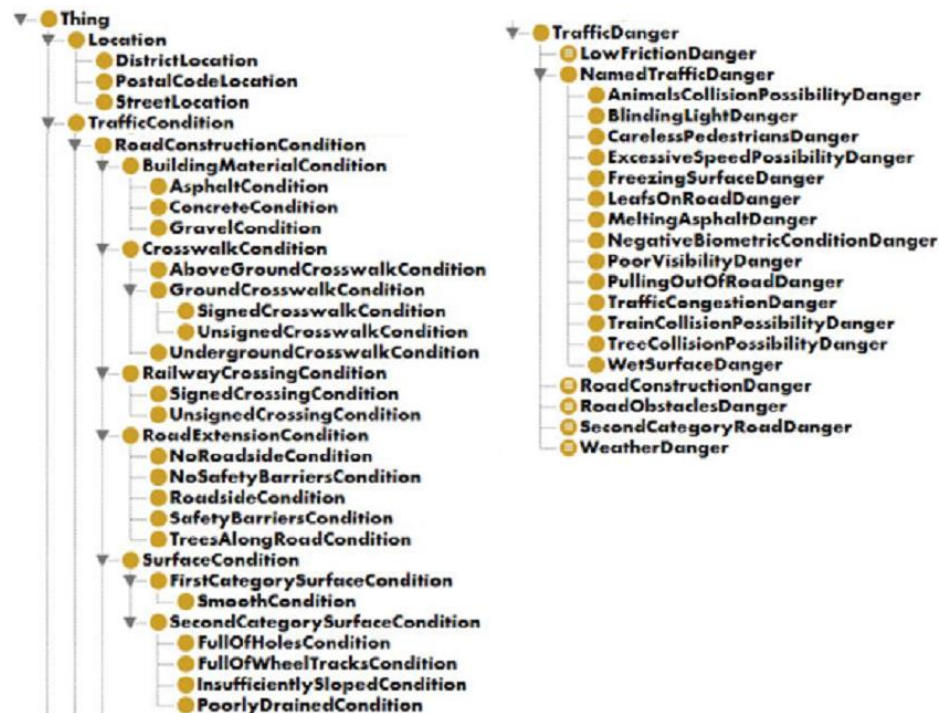


Figura 2. Extracto de la ontología traffic danger ontology (Waliszko et al., 2011)

²¹ <http://sw.opencyc.org>

conductor (Ej. *CarelessPedestrianDanger*, *BlindingLight*, etc.), sin embargo esta jerarquía se basó solo en el criterio del ingeniero de la ontología. Además, este sistema permite la sincronización de una base de datos con la ontología. Se realizaron consultas directas al sistema (e indirectamente a la ontología) para mostrar su funcionalidad.

Trayectorias semánticas

Los trabajos presentados hasta este punto se dedican específicamente a analizar los eventos ya sea de manera puntual (como los ADAS o las VANETs) o de manera global (GIS) que tienen almacenados en sus sistemas. Dos de los trabajos presentados mencionan el uso de trayectorias pero ninguno de ellos permite realizar un análisis de movilidad.

En (Hu et al., 2013) se presenta un patrón ontológico para modelar trayectorias semánticas de manera genérica, que permite la adaptación de diferentes ontologías y vocabularios para enriquecerla. La evaluación de esta ontología se hace con dos bancos de datos de movimiento de animales e información de un vehículo. Esta ontología no presenta ningún vocabulario con relación la seguridad vial. Sin embargo, permite aumentar el entendimiento de los problemas de movilidad.

2.3. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentaron los conceptos más relevantes para entender este trabajo de tesis, que incluye seguridad vial, cómputo urbano, la descripción de propuestas de ontologías y trayectorias semánticas. Enseguida se citó el trabajado relacionado más relevante sobre estudio de comportamiento de manejo en ambientes naturalistas, bancos de datos relevantes a seguridad vial y el uso de ontologías para analizar la relación entre el ambiente de manejo y las maniobras de los conductores.

Del análisis de la literatura se concluye que es esencial reconocer cuales son los factores específicos que existen en el ambiente de Ensenada, B.C., México así como saber qué factores no se presentan en este tipo de ambiente. Los trabajos relacionados con el uso de ontologías muestran como los criterios de diseño son adaptables, dependiendo del nivel de expresividad y el problema que se desea analizar, a través de la adaptación de las jerarquías de conceptos y relaciones. Esto muestra entonces que el diseño de ontologías depende del contexto de aplicación. Por lo que a partir de los factores específicos encontrados en el ambiente de manejo a tratar, se debe diseñar una ontología para finalmente crear la base de conocimientos.

Capítulo 3. Estudio contextual

En este capítulo se presenta el estudio contextual que se llevó a cabo y los resultados obtenidos. El objetivo fue entender qué elementos componen el ambiente de manejo (ej. estado de las vialidades, vehículos o peatones) y cómo afectan en el comportamiento de manejo de los conductores (ej. evasión de un bache) en la ciudad de Ensenada, B.C., México. Se incluye un resumen y las conclusiones al final del capítulo.

3.1. Metodología

3.1.1. Métodos

El estudio contextual se compone de dos fases: la primera se realizó con la participación de conductores de vehículos privados y la segunda con expertos relacionados al área de protección vial. Cada fase se dividió en tres etapas: reclutamiento, entrevistas semi-estructuradas y análisis. La finalidad de las entrevistas fue conocer los diferentes factores del ambiente que pudieran influir en la forma de manejar de los conductores, en ambientes urbanos.

3.1.2. Reclutamiento

En la primera fase se reclutaron a conductores regulares de la ciudad, dispuestos a participar voluntariamente y que contaran con al menos un año de experiencia conduciendo, ver Tabla 1. El reclutamiento de los participantes se realizó mediante redes sociales.

En la segunda fase se trabajó con un experto en seguridad vial de la ciudad quien proporcionó el apoyo para contactar a otros expertos relacionados con la seguridad vial de la ciudad, ver Tabla 2.

Tabla 1. Características de los conductores entrevistados

Participante	Perfil	Sexo	Edad
P1	Conductor	Masculino	24
P2	Conductor	Masculino	24
P3	Conductor	Femenino	27
P4	Conductor	Femenino	23

Tabla 2. Características de los expertos entrevistados

Participante	Perfil/Experto	Jurisdicción
SV	Seguridad vial y Perito	Zona urbana
C4	Encargado de C4 ²²	Zona urbana
IT	Ingeniería de tránsito y Perito	Zona urbana
PF	Policía Federal	Carreteras federales
CT	Comandante de tránsito municipal	Zona urbana

3.1.3. Recolección de datos

En la primera fase se realizaron cuatro entrevistas semiestructuradas con apoyo del protocolo del Anexo 1, con duración promedio de una hora. Durante las entrevistas, se preguntaron aspectos, sobre los factores exógenos (ej. estado de la vialidad, otros vehículos) y endógenos (ej. estado de ánimo, pasajeros) que influían de manera negativa en la manera de conducir de los entrevistados. En la segunda fase se realizaron cuatro entrevistas semiestructuradas con apoyo del protocolo del Anexo 2 el cual tuvo una duración aproximada de una hora y media. El objetivo era conocer cómo influyen los factores exógenos en la manera de conducir de las personas, basados en los estudios que han realizado y su experiencia. Con el participante C4 no se siguió protocolo alguno; sin embargo, se tuvo una reunión en la cual comentó sobre la información estadística que proporcionó.

²² Centro de Control, Comando, Comunicación y Cómputo

3.1.4. Análisis de datos

Cada entrevista se transcribió y posteriormente se analizó mediante técnicas de teoría fundamentada (Corbin & Strauss, 2015). Se realizó un microanálisis línea por línea a las entrevistas (Corbin & Strauss, 2015) para extraer categorías preliminares (codificación abierta). Enseguida se realizó codificación axial para encontrar propiedades y dimensiones para cada una de las categorías. Finalmente de manera individual se realizó un diagrama de afinidad (Holtzblatt et al., 2005).

3.2. Resultados del análisis de las entrevistas

Del análisis de las entrevistas, se generó un diagrama de afinidad con dos categorías principales: *Factores exógenos* y *patrones recurrentes* que capturan las diferentes influencias que existen en el ambiente de manejo, sobre el comportamiento de los conductores. Enseguida se da una breve descripción de cada categoría y de las subcategorías más importantes; asimismo, se ejemplifican algunos casos específicos por subcategoría.

3.2.1. Categoría 1: Factores exógenos

Los factores exógenos hacen referencia a las entidades que transitan en el ambiente de manejo y sus maniobras o comportamientos en un determinado momento. Esta información se puede clasificar en cuatro tipos:

“El factor humano, factor climatológico, factor del camino y el factor del vehículo, en las investigaciones aparecen como el factor de riesgo más importante ya que es más del 80% es el humano (El conductor y la forma de conducir el vehículo)” [PF]

3.2.1.1. Factor humano

El factor humano se refiere a los comportamientos o acciones (ej. maniobras) que realizan las diferentes entidades que interactúan en las vialidades como son los vehículos, peatones, animales u objetos. Este factor es considerado el más importante, por parte de los expertos en seguridad vial. Algunos ejemplos son la imprudencia de un peatón, *“que la gente se atraviesa las calles, muchas veces sin percatarse si viene un vehículo o que no atraviesa en lugares adecuados”* [SV]; el comportamiento repentino de otro conductor, *“Pues se atraviesa una persona o un carro más bien no se atraviesa un carro sino que frena de repente”* [P3]; o el tipo de vehículo, ya que dadas las características de cada uno pueden presentar comportamientos diferentes, *“...que los conductores de las motocicletas, igualmente, hacen circulan pero no como un vehículo como un automóvil, rebasan por donde no deben, se meten entre carriles”* [SV]; otro caso para microbuses sería, *“van rebasando (microbuses) por el carril lento, de en medio, por el rápido, sin poner direccionales”* [P1]. Además del tipo de maniobras, es importante tomar en cuenta su intensidad, como pueden ser abruptas o controladas, *“Los esquivas unos centímetros nada más, no ocupas hacer mucha maniobra”* [P1].

Finalmente, hay propiedades que juegan un rol mayor, como es, la velocidad, ya que determina en muchas ocasiones la gravedad de un incidente, *“de los factores humanos el más importante es la velocidad, todos traemos prisa, vamos conduciendo por inercia por querer llegar, la velocidad es el factor importante de los accidentes porque de esa velocidad emanan otras cosas, vamos a decirlo así que son choques por alcance, choques laterales, salir del camino, volcaduras esos son los factores que influyen...”* [PF].

3.2.1.2. Factor estado del vehículo

El factor del vehículo se refiere al estado en que se encuentran sus partes mecánicas y su estructura (i.e. chasis), esto podría, retrasar el tránsito vehicular *“Cuando un automóvil ya está muy deteriorado que ya no puede ir a un mismo ritmo de los vehículos pues afecta que nos retrasa el tráfico, obstruye, no arranca a la misma*

velocidad del tráfico” [IT]; así también puede distraer al conductor de la tarea de manejar, *“Pues si vas checando que el carro no se vaya a parar otra vez”* [P4].

3.2.1.3. Factor climatológico

En esta categoría se encuentran los elementos del clima (ej. lloviendo, es un día seco o está granizando), es decir, dependiendo el clima el patrón de velocidad puede verse modificado, *“... pues sí, cuando el clima es raro, bueno cuando hay neblina, cuando llueve, cuando no es claro el día, pues simplemente manejo más despacio”* [P2]. Algunas de las propiedades de esta categoría son las temporadas, ya que en ciertas fechas del año es cuando es más propensa cierta condición climática. La iluminación también, puede afectar, al obstruir la visibilidad del conductor, *“Esta persona se encandiló, no vio a los peatones y los atropelló, que son unos de los factores...”* [CT]

3.2.1.4. Factor terreno

Este factor incluye los elementos de la infraestructura de transporte, como son la calidad de la carpeta asfáltica, señalamientos u obras. Por ejemplo, la inclinación y rectitud de los trazos viales pueden contribuir a tener algún choque, *“...Como se supone que ahí es una recta, aquí está la valvita... como es una bajada como es una bajadita y una recta la gente le acelera demasiado y por eso son los choques de frente...”* [SV]. El carril por donde se desplaza un vehículo también afecta, ya que según las regulaciones deben tratarse de manera diferente *“Mmm ir por el carril que les corresponde si van lento ir por el carril y si van rápido por el otro”* [P4].

Otro de los factores en la ciudad son las anomalías de la carpeta asfáltica, estas pueden causar descontrol o maniobras repentinas como volanteo *“...se ve recta pero tiene desniveles y eso descontrola la persona en los desniveles, vienes bajando pasas un puentecito y de aquí acá ya hay un pequeño bordito y eso te descontrola mueves tu volante para esquivar que es eso otro de los factores de comportamiento esquivas puedes provocar accidentes”* [SV]; la cita anterior ejemplifica como las dimensiones de las anomalías (Ej. pequeño) y su forma también provoca comportamientos distintos.

Se encontró que la densidad de señalamientos de alto afectan en el patrón de frenado y velocidad, *“si bien es cierto, en la ciudad somos conocidos como la ciudad de los altos, es por lo mismo que la gente va a exceso de velocidad, si la gente llevara el límite de velocidad en su vehículo, podríamos eliminar unos”* [IT] ; *“Si, aunque no se dan cuenta si tú vas frenando cada cien metros y haces un tiempo de diez minutos a tu punto final vas a exceso de velocidad porque quieres llegar pero vas frenando...”* [IT]

3.2.2. Categoría 2: Patrones recurrentes

En esta categoría se clasificaron situaciones, lugares o eventos que, según los entrevistados, se repetían con cierta frecuencia, en diferentes periodos de tiempo.

3.2.2.1. Zonas de manejo

Esta categoría clasifica trazos de las vialidades en los que alguna característica fue frecuente o repetitiva. Esto permite conocer, a priori, qué tipo de factores son más probables a influir en los conductores. Esta información sirve también para la elección de las rutas utilizadas en los estudios subsecuentes. Por ejemplo, el caso particular de un tramo de vialidad donde existen choques por adelantamiento, *“se da más en El Sauzal a la altura de la universidad todo el sauzal hemos tenido muchos tipos, hasta la moderna tenemos mucho ese tipo de choque que la gente rebasa y no sé cómo se llama no se percata de que viene otro automóvil”* [SV].

Otro caso puede ser un tramo vial, donde el tipo de accidente se desconoce, pero hay mayor información sobre las temporadas cuando pudiera ocurrir, *“Si nos vamos a las fechas, aumentan los accidentes, por ejemplo, está la zona (Reforma) de estas fechas de aquí al seis de enero, aumentan...”* [IT]. Algunos patrones también pueden enfocarse en propiedades como la velocidad, *“más al sur, si hay todo lo que es la reforma, allí afuera de lo que es la guarnición militar, lo que es la base aérea, por allí te vas a dar cuenta que la gente también da el flujo de velocidad y es muy notorio el exceso de velocidad”* [CT]. Otros patrones pueden contar con datos sobre el horario de tráfico y zonas de congestión.

3.2.2.2. Rutinas de manejo

Se refiere a las rutas que siguen los conductores como parte de su rutina. Un ejemplo es la rutina de ir por los hijos, ir al trabajo y luego salir de él, *“... a las 12 horas, hora que vas a salir a recoger a tus hijos y las 18:00 horas es el otro cambio de turno”* [C4].

3.2.2.3. Eventos disruptivos

Se refiere a eventos que suceden en temporadas definidas y que pueden afectar la manera en cómo lleva su rutina o el comportamiento de manejo de un conductor. Un ejemplo es un evento cultural, como puede ser la baja 1000, *“la baja 1000 que ahorita ya tiene más de 50 años aquí por tradición en la ciudad y esos eventos por lo regular son en la misma zona nos obligan a tener que utilizar el boulevard costero y eso nos reduce de los tres carriles que tiene el boulevard costero hasta uno o dos por orientación”* [CT]. Otros eventos pueden ser más comunes como algún servicio de mantenimiento a las vialidades, *“... el mantenimiento que se da primeramente el bacheo se tiene que llevar al 100% de los 365 días del año... Por lo general se utilizan el carril izquierdo es el carril el rápido y nos truncan la vialidad de tres carriles a dos haciendo así un cuello de botella y retardan el tráfico”* [IT]. Además de las categorías mencionadas, durante el análisis de las entrevistas, se observaron factores intrínsecos que afectan al conductor, como es su perfil demográfico, sus emociones, el uso del teléfono móvil, entre otros; sin embargo, no se tomaron en cuenta por no ser parte del objetivo de esta tesis.

De los resultados obtenidos se concluye que cada categoría expuesta provee cierta información del contexto de manejo y su influencia en los accidentes o incidentes, esto implica que para entender el comportamiento de un conductor es necesario observar cada una de ellas con el fin de comprender cada situación. También se muestran diferentes eventos resultantes de la combinación de los factores y patrones recurrentes; una característica importante es su gravedad (ej. accidentes, incidentes), dado que la

mayoría de la información que mencionaron los entrevistados (sobre todo los expertos) se basa en datos de accidentes; es por esto que los estudios deben guiarse a la captura y análisis de incidentes, esto es similar al nicho obtenido de la revisión de literatura.

3.3. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentó el estudio contextual realizado y sus resultados, el cual buscó conocer qué elementos del ambiente podrían afectar el comportamiento de manejo de los conductores, en la ciudad de Ensenada, B.C. El estudio contextual constó de entrevistas semiestructuradas a conductores de vehículos privados y expertos en seguridad vial. De este estudio surgieron dos categorías principales: factores exógenos y patrones recurrentes. La primer categoría contenía las subcategorías: factor humano (ej. maniobras de manejo), climático, terreno (ej. trazos de la vialidad, anomalías y señalamientos) y del vehículo (ej. estado mecánico). De las cuatro categorías el factor humano es el de principal importancia con base en el análisis de las entrevistas, una de las propiedades más importantes, según los expertos, es la velocidad a la que se maneja, ya que esta determina la gravedad de los eventos (ej. accidentes, incidentes) e incluso determina la ocurrencia de algún tipo de maniobras y su intensidad (ej. abrupto o controlado). La segunda categoría, los patrones recurrentes, contenían las subcategorías: zonas de manejo (ej. tramos viales con accidentes), rutinas de manejo (ej. de la casa al trabajo), eventos disruptivos (el. Paseo Rosarito Ensenada).

Con estos resultados se establece que la dirección a seguir en este trabajo es la detección y análisis de eventos de menor gravedad (incidentes). Adicionalmente, la información obtenida del estudio contextual constituye la base para el diseño de las etapas siguientes de este trabajo de tesis, que conlleva diseñar los sistemas de sensado del capítulo cuatro (Ej. variables a medir o contexto a tomar en cuenta), los estudios de observación del capítulo cinco (Ej. rutas con más accidentes) y elementos de la ontología (Ej. tipos de participantes).

Capítulo 4. Diseño e implementación de sistemas de sensado.

En este capítulo se presenta el diseño e implementación de dos sistemas móviles de sensado. El primer sistema llamado *navcontext* que tiene la finalidad de capturar datos sobre las maniobras de conductores y los elementos de la vialidad por donde transitan. El segundo sistema permite capturar las trayectorias GPS de un usuario. Ambos sistemas son utilizados para realizar los estudios de observación presentados en el capítulo cinco. Se describen las características y requerimientos que cubre cada uno de los sistemas, al igual sus arquitecturas y se presentan sus componentes. Se incluye un resumen y las conclusiones al final del capítulo.

4.1. Sistema *navcontext*

Este sistema tiene el objetivo de capturar el comportamiento de manejo de los conductores y los factores exógenos del ambiente de manejo con los que interactúan estos conductores.

4.1.1. Metodología de diseño

Para el diseño del sistema móvil se tomaron requerimientos de funcionalidad del sistema utilizado en el estudio de manejo naturalista de 100 vehículos (Dingus et al., 2006), los resultados obtenidos en el estudio contextual del capítulo tres y el resultado de analizar 21 entrevistas de aceptación, que fueron aplicadas como parte de la evaluación del uso del sistema *driving habits* (Ylizaliturri, 2014). Para el análisis de las entrevistas se utilizó un método mixto incluyendo técnicas cualitativas de microanálisis y diagramas de afinidad (ver Figura 3).

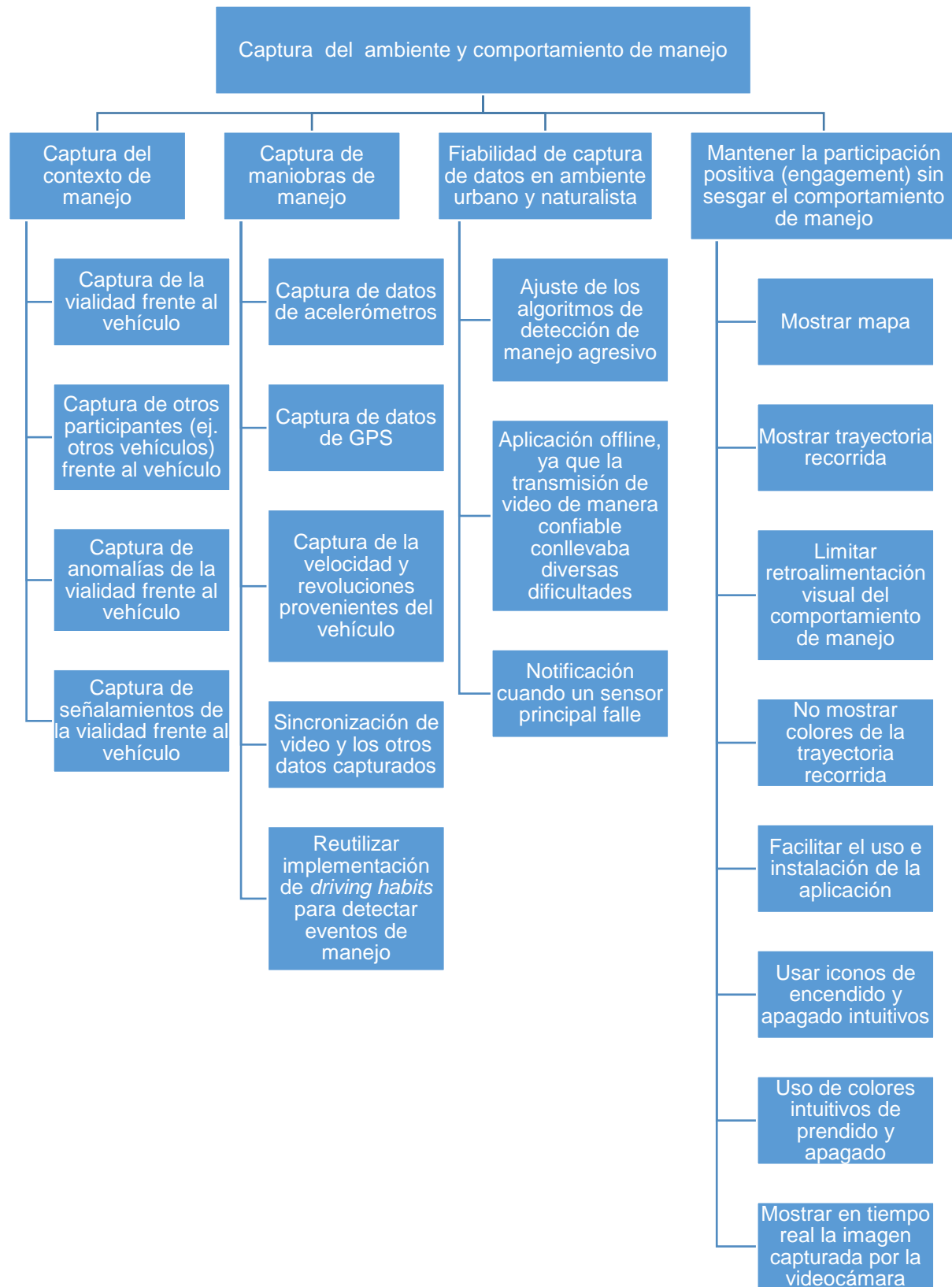


Figura 3. Diagrama de afinidad para diseño del sistema *navcontext*

Para cada una de las características de diseño (encabezados del diagrama de afinidad) se propusieron elementos gráficos y funcionales con los cuales se realizó un prototipo inicial, el cual se modificó iterativamente hasta obtener el diseño final. Se tomaron como guías el diseño del sistema *driving habits* (Ylizaliturri, 2014), el sistema de sensado utilizado en (Dingus et al., 2006) y aplicaciones de google play²³.

4.1.2. Características del diseño

Captura del contexto de manejo

Con el fin de capturar los factores exógenos del ambiente de manejo (ej. vialidades, anomalías, vehículos, peatones) mencionados durante las entrevistas del estudio contextual y del trabajo de (Dingus et al., 2006), se propuso utilizar una cámara, en específico aquella integrada en el dispositivo móvil donde se instalará la aplicación. El dispositivo móvil debe estar montado en el parabrisas del vehículo para capturar la vialidad frente a él. Estas ideas fueron inspiradas por el sistema usado en (Dingus et al., 2006). Dado que la resolución y tamaño de la pantalla afecta el funcionamiento de la cámara, se decidió diseñar el sistema para que funcionara en una tableta de 7 pulgadas. Sin embargo, este diseño puede adaptarse a otro tipo de pantallas.

Captura de maniobras de manejo

Para capturar las maniobras de manejo se propuso reutilizar algunos servicios de recolección de datos y la implementación de algoritmos de detección de maniobras de manejo agresivo (ej. exceso de velocidad, frenado, acelerado y volanteo abrupto) implementadas en *driving habits*.

²³ <https://play.google.com>

Fiabilidad de captura de datos en ambiente urbano y naturalista

Se ajustaron los coeficientes de los algoritmos que detectan las maniobras de manejo agresivo de forma que fueran menos sensibles a las malas condiciones de las vialidades en la ciudad. Uno de los requerimientos más importantes era lograr obtener la información sin fallos. Dado que la transmisión de video podía provocar pérdida de información, se optó por omitir el envío de datos mediante wifi. Además, se decidió tener notificaciones audibles que avisaran al usuario en caso de algún problema en el funcionamiento de la aplicación.

Mantener la participación positiva (engagement) sin sesgar el comportamiento de manejo.

Se buscó mantener un balance entre la participación positiva y la minimización de interacción del usuario con la aplicación. Se decidió usar la visualización de un mapa y mostrar la trayectoria GPS similar al sistema *driving habits*, ya que demostró tener buena aceptación (Ylizaliturri, 2014). Sin embargo, se eligió colorear la trayectoria de un color neutro (gris) con el fin de no modificar el comportamiento del conductor.

Para encender y apagar la aplicación se utilizó un botón que alterna su visualización de modo que fuera más intuitivo su uso (ver Figura 4 y Figura 5). Se utilizó el sistema operativo Android ya que es el preferido del usuario mexicano ²⁴ y cuya curva de aprendizaje para el uso de la aplicación es menor. Además permite la reutilización de la implementación de algunos componentes de *driving habits*. Se complementó la visualización del mapa con una vista previa de la grabación de video como parte de las indicaciones de Android para el control de privacidad y para aumentar la confianza del usuario²⁵.

²⁴ <http://www.elfinanciero.com.mx/tech/android-el-sistema-operativo-preferido-de-los-mexicanos.html>

²⁵ <https://developer.android.com>

4.1.3. Diseño del sistema móvil

El diseño inicial del sistema *navcontext* contaba con un mapa y un botón, este diseño se refinó hasta llegar a la versión final que se muestra en la Figura 4. La pantalla principal del sistema está dividida en dos secciones con las mismas medidas:

- La sección del lado izquierdo se compone de un mapa de la ciudad y una visualización de la trayectoria GPS recorrida hasta ese momento.
- El lado derecho de la interfaz muestra una vista preliminar de la grabación de la vialidad por la parte frontal de un vehículo.

En condiciones normales la interacción entre el usuario y el sistema se limita al encendido y apagado. Para hacer esta interacción lo más fácil posible, se diseñó un botón con dos estados: encendido (color verde, ver Figura 4) y apagado (color rojo, ver Figura 5). Ambos estados emiten un mensaje de voz para confirmar que la acción se realizó. El botón se colocó a la mitad de la interfaz, con un tamaño que permite reducir el error al intentar dar clic en él y que no afecta la visualización de los otros elementos de la interfaz.

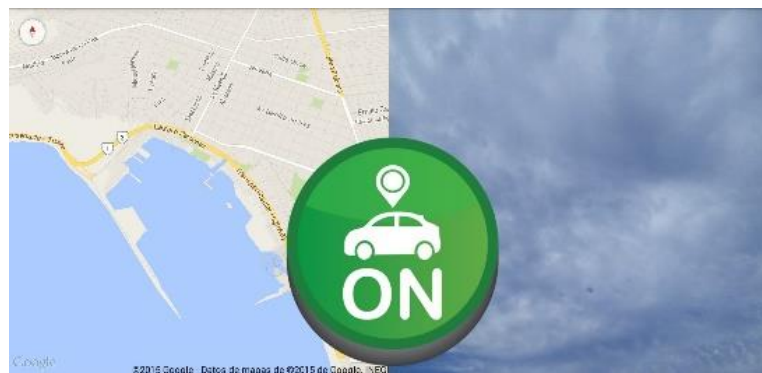


Figura 4. Prototipo alta fidelidad estado encendido

En caso que se desconectara el lector OBD-II del vehículo o la lectura de datos del vehículo fuera corrupta por más de medio minuto, el sistema emitiría una alerta audible con el mensaje “Conecte el dispositivo OBD-II”. Con esta acción se intentó persuadir al conductor para ajustar el lector OBD-II conectado al vehículo y evitar la pérdida de datos.



Figura 5. Prototipo alta fidelidad estado apagado

Además de la pantalla principal, el sistema tiene un menú para administrar datos del conductor y controlar la activación de sensores durante el uso del sistema.

4.1.4. Implementación del sistema móvil

Se implementó una sola versión del sistema, conforme al diseño de alta fidelidad obtenido. El prototipo final se probó en la ciudad de Ensenada, de manera naturalista con ayuda de participantes, durante un estudio piloto (descrito en el capítulo cinco). Este estudio permitió detectar errores y realizar mejoras del sistema. Las pruebas también sirvieron para ajustar los algoritmos de detección de manejo agresivo.

Arquitectura del sistema

El sistema *navcontext* se compone de dos nodos: una aplicación ejecutándose en el dispositivo móvil y un lector bluetooth ELM327 conectado al puerto OBD-II del vehículo, ver Figura 6. El enfoque es similar al implementado en (Ylizaliturri, 2014) y (Johnson & Trivedi, 2011) como argumenta (Ylizaliturri, 2014) “Una de las ventajas de este enfoque es la simplicidad en la implementación, al permitir instrumentar vehículos a bajo costo...”.

Nodo interfaz ELM327

El dispositivo bluetooth ELM327 permite leer datos provenientes de la unidad de control de motor (ECU), al conectarse al puerto OBD-II de un vehículo. Para este sistema los datos de interés son la velocidad y las revoluciones por minuto (rpm) que son reportados por el odómetro hacia la ECU. La lectura y envío de los datos se realiza cada segundo. Los datos se envían al dispositivo móvil que ejecuta el sistema *navcontext* mediante una conexión bluetooth.

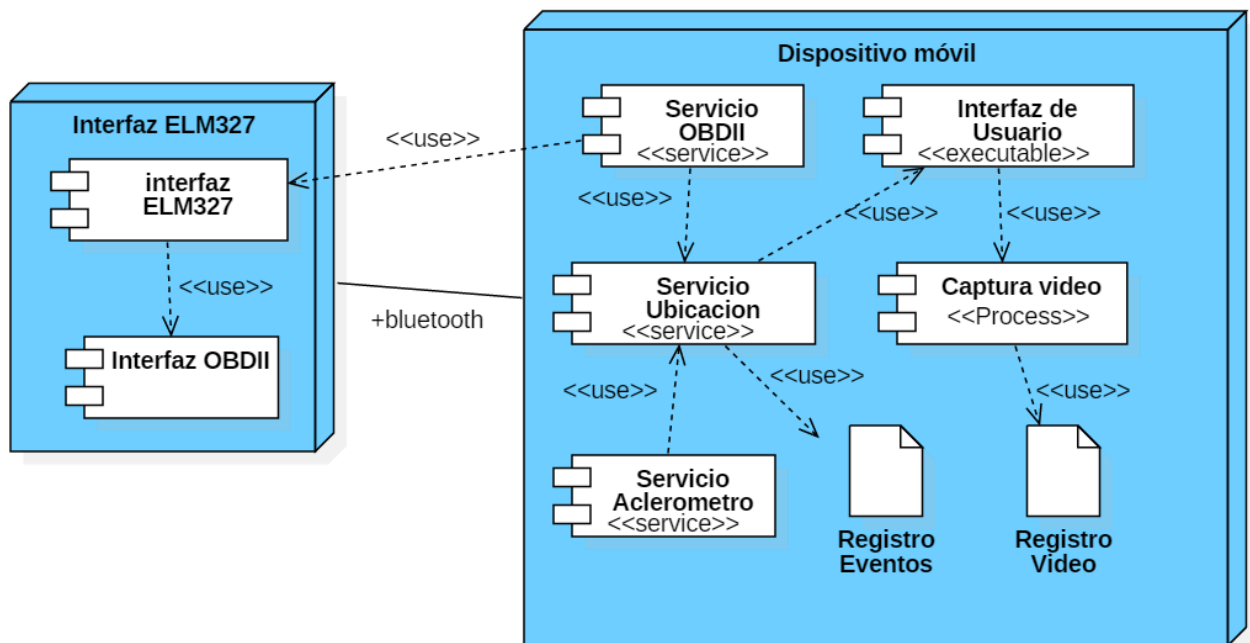


Figura 6. Arquitectura del sistema navcontext

Nodo dispositivo móvil

El dispositivo móvil contiene la aplicación principal, la cual está compuesto de cinco partes: una Interfaz de usuario, un proceso para la captura de video y tres servicios de captura (Localización, OBD-II y acelerómetro).

Interfaz de usuario

Este componente se encarga de desplegar la interfaz definida en la sección del diseño de la aplicación. Coordina el despliegue de la visualización de la trayectoria GPS y la visualización previa del video grabado, valiéndose del proceso de captura de video. Se encarga de capturar los eventos de entrada por parte del usuario, del cambio de visualización de los botones y de la emisión de notificaciones causada por algún error en la aplicación.

Proceso captura de video

Este proceso se dedica a la captura de video mediante la cámara del dispositivo móvil y provee una visualización previa que es desplegada en la interfaz. Los datos capturados se almacenan localmente. Se eligió tener una resolución de 720p para tener una imagen nítida de la vialidad, sin consumir tanto almacenamiento.

Servicios de localización

Este servicio utiliza el sistema GPS para recolectar y almacenar la ubicación del usuario cada segundo. Se encarga de mantener un descriptor del viaje, compuesto por el conjunto de tuplas de la trayectoria recorrida y los eventos que los servicios de acelerómetro y OBD-II reportan durante el trayecto (Ylizaliturri, 2014).

Servicio OBD-II

Este servicio se comunica al dispositivo ELM327 mediante bluetooth para leer los datos de velocidad y revoluciones por minuto del motor, a razón de una lectura por segundo. Se encarga de verificar si existe algún error en la conexión o si los datos leídos son corruptos, en caso de que esto suceda se envía un mensaje a la interfaz para que ésta emita una notificación audible al usuario. Asimismo, utiliza ventanas deslizantes sobrepuestas (durante 3 segundos) para detectar dos tipos de eventos: exceso de velocidad y frenado abrupto; para más detalle ver (Ylizaliturri, 2014). Una vez capturado el evento, éste se envía al servicio de localización para etiquetarlo con la posición quien

finalmente lo almacena en memoria. Cada lectura obtenida del lector bluetooth ELM327 (velocidad y rpm) se almacena con una marca temporal (timestamp).

Servicio acelerómetro

Este servicio hace uso de los datos provenientes de los acelerómetros integrados en el dispositivo móvil para detectar las maniobras abruptas, principalmente como consecuencia de movimientos laterales. Su implementación es idéntica a la realizada en *driving habits* por lo que su descripción se detalla en (Ylizaliturri, 2014).

4.1.5. Escenario de uso

El siguiente caso de uso se presenta para ejemplificar el funcionamiento del sistema *navcontext*.

Tomas es un participante de un estudio naturalista sobre el comportamiento de manejo. Su vehículo se instrumentó como se muestra en las Figura 22 y Figura 23. Tomas revisa cada día de campaña que el lector ELM327 esté conectado correctamente al puerto OBD-II de su vehículo. Enseguida el coloca la tableta, que se le proporcionó, en el soporte del parabrisas de tal manera que grabe todo el carril frente a su vehículo. Enseguida, Tomas prende su vehículo y a continuación, inicia el sistema navcontext dando clic en el botón verde. La aplicación entonces da una alerta sonora para confirmar que se ejecutó correctamente; además, se muestra el mapa con su localización actual y el video que se graba en ese momento. Tomas inicia su recorrido una vez que este proceso se completa. Tomas durante sus recorridos tiene que maniobrar (Ej. Cambiar de carril o desacelerar) para evitar baches u otro vehículos. Al mismo tiempo el sistema navcontext captura la información kinestésica de sus maniobras y la información de los lugares por donde transita, sin necesitar que Tomas participe activamente. Algunas veces el lector OBD-II se afloja del puerto del vehículo, a causa de los brincos por pasar encima de las anomalías de la vialidad. Entonces el sistema navcontext emite una alerta para que Tomas ajuste el lector y evitar la pérdida de datos. Tomas al finalizar cada uno de sus recorridos detiene el sistema con un clic en el botón rojo. El sistema termina de capturar los datos del ambiente y

comportamiento de manejo. Con esto Tomas solo espera el día acordado para entregar los datos a un investigador.

4.2. Sistema de captura de trayectorias GPS.

Este sistema que tiene como objetivo capturar las trayectorias GPS de un usuario.

4.2.1. Metodología del diseño

El requerimiento principal para diseñar la aplicación fue la necesidad de conocer las rutas de manejo de un usuario. Para esto se tomaron características de diseño de sistemas como *runtastic*²⁶ y de lo aprendido al diseñar el sistema *navcontext*.

4.2.2. Características de diseño

Facilidad de uso: Se buscó que la interacción del usuario fuera mínima (encendido y apagado), con el fin de evitar la barrera de aprendizaje, para esto se utilizó el mismo botón diseñado para *navcontext*.

Compatibilidad con diferentes dispositivos móviles: Se buscó que la aplicación pudiera ejecutarse en la mayor cantidad de dispositivos móviles, para esto se eligió el uso del sistema Android. Para evitar sobrecargar la interfaz se colocó una imagen estática de fondo.

Uso en modo offline: Se buscó que la captura de la trayectoria fuera independiente a su envío. Por lo que se diseñó un servicio que capturara la trayectoria y otro para su envío.

²⁶ <https://www.runtastic.com/es>

Envío de información mediante wifi: Para poder obtener la información almacenada de la trayectoria GPS, se eligió enviarla mediante wifi, ya que era bastante probable que los participantes tuvieran acceso a este tipo de servicios.

4.2.3. Diseño del sistema móvil

Se diseñó una sola versión del sistema que integra los elementos discutidos en las características de diseño, la interfaz final se muestra en la Figura 7.

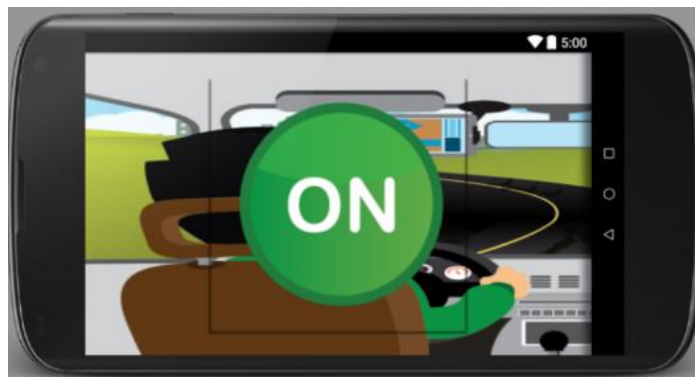


Figura 7. Sistema auxiliar para capturar trayectorias GPS.

4.2.4. Implementación del sistema

Se implementó una sola versión del sistema. El prototipo final se probó con la ayuda de estudiantes del posgrado de ciencias de la computación del CICESE. La arquitectura del sistema se muestra en la Figura 8.

Arquitectura del sistema

El sistema se compone de dos nodos, una aplicación ejecutándose en el dispositivo móvil y un servidor que almacena las trayectorias GPS de los usuarios. El **dispositivo móvil** contiene la aplicación principal, que está compuesta de tres partes.

La **interfaz de usuario** se encarga de la captura de los eventos de entrada por parte del usuario para el inicio y finalización de la aplicación.

Servicio de ubicación: Este servicio utiliza el sistema GPS para determinar la trayectoria de un usuario cada segundo y almacenarla en un archivo que se enviaría a un servidor en un momento posterior.

Receptor wifi: Este módulo se encarga de detectar los cambios de conexión a una red wifi y conectarse a ella, para enseguida enviar las trayectorias GPS capturadas a un servidor.

El **nodo servidor** se encarga de almacenar la información enviada desde el receptor WIFI de la aplicación móvil. Se utilizó un servidor institucional habilitado temporalmente durante uno de los estudios de observación ver Figura 8.

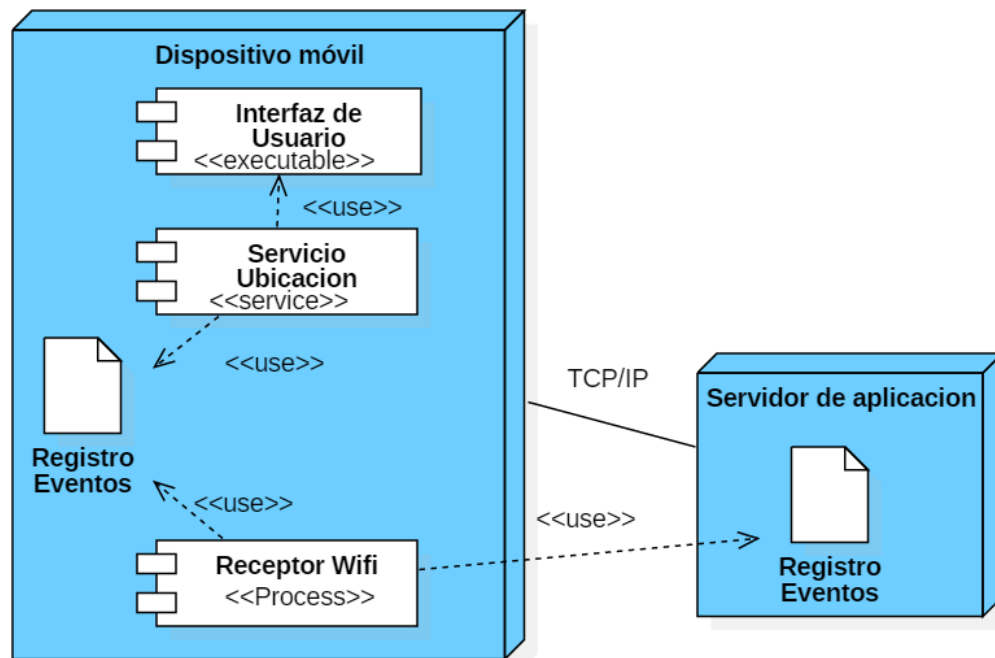


Figura 8. Arquitectura del sistema auxiliar para capturar trayectorias GPS

4.3. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentó el diseño e implementación de dos sistemas móviles de sensado. El primero llamado *navcontext* que permite la captura de comportamiento de manejo y los factores exógenos del ambiente de manejo. El segundo sistema permite

capturar las trayectorias GPS de un usuario. Ambos sistemas son utilizados en los estudios de observación del capítulo cinco.

El diseño de *navcontext* se basó en los resultados del estudio contextual del capítulo tres, considerando los requerimientos del sistema utilizado en un estudio de manejo naturalista y en el análisis de entrevistas de evaluación del sistema *driving habits*. El diseño del sistema de sensado de trayectorias GPS se basó en el diseño de *navcontext* y otras aplicaciones comerciales de sensado. Ambos fueron diseñados para que fueran fáciles de usar y funcionales en ambientes naturalistas. *Navcontext* tiene una arquitectura con dos componentes físicos: un dispositivo móvil y un lector (ELM327) de datos provenientes de la computadora del vehículo. *Navcontext* captura y almacena eventos de manejo agresivo y los datos sin procesar como la velocidad, valores de acelerómetro y video. Para capturar los eventos de manejo agresivo se emplean diferentes algoritmos que utilizan los valores del acelerómetro y la velocidad del vehículo. Por otra parte almacenar los datos sin procesar permite utilizarlos para otros tipos de análisis (ej. codificación manual u otros algoritmos).

Por su parte el sistema de captura de trayectorias GPS tiene dos componentes físicos un dispositivo móvil y un servidor. Su funcionamiento se basa en el uso del sistema GPS del dispositivo móvil y en el envío de datos mediante wifi al servidor. Una de las principales ventajas de los sistemas desarrollados es que requieren de baja inversión para su uso, ya que solo se necesita contar con un dispositivo móvil y en el caso de *navcontext*, también el lector ELM327 que es de bajo costo. Además, de haber sido desarrollados para utilizarse en la plataforma Android que cubre una gran parte de usuarios con dispositivos móvil.

Capítulo 5. Estudios de observación

En este capítulo se describe la realización de dos estudios de observación en la ciudad de Ensenada, B.C., México y el análisis de los datos capturados en estos estudios. El primer estudio tuvo como objetivo conocer el estado de las vialidades y otros elementos del ambiente de manejo en Ensenada. El segundo estudio busca entender el comportamiento de manejo de los conductores al desplazarse en este tipo de ambientes adversos que son característicos de los países de ingresos bajo y medios. Además, se describe la realización de tres esquemas de codificación que sirvieron para diseñar los elementos de la ontología *ndsOntology* que se presentan en el capítulo seis. Se incluye un resumen y las conclusiones al final del capítulo.

5.1. Estudio de observación sobre estado de las vialidades

El primer estudio se realizó con el objetivo de conocer las condiciones de la vialidad, en específico el tipo de anomalías y los señalamientos que existen.

5.1.1. Diseño del estudio

5.1.1.1. Selección de rutas

Se seleccionaron tres rutas para la realización del estudio, ver Tabla 3. Para elegir la *ruta1-EV* se consideró del análisis de las entrevistas realizadas en el estudio contextual del capítulo tres, ya que en este tramo de la vialidad es donde suceden la mayor cantidad de incidentes de tráfico, ver Figura 9. Para considerar la *ruta2-EV* se consideró por ser una ruta por donde los participantes transitaban frecuentemente según el estudio realizado en (Ylizarituri, 2014) que consideraba una población similar, ver Figura 10. La *ruta3-EV* se eligió con base en el análisis de las entrevistas realizadas en el estudio contextual del capítulo tres y por experiencia del investigador sobre las condiciones adversas en que se encuentra esta vialidad, ver Figura 11.

Tabla 3. Rutas estudio estado de la vialidad

Id ruta	Descripción
Ruta1-EV	Sobre Reforma/Transpeninsular. Desde la calle Lázaro Cárdenas hasta calle Westman.
Ruta2-EV	Sobre Bahía de la Paz, 20 noviembre, Ámbar. Además de la ruta sobre la calle 10, desde 20 Noviembre hasta Riveroll.
Ruta3-EV	Sobre la calle primera y Pedro Loyola. Desde calle Ruiz hasta calle Westman.

5.1.2. Etapas del estudio

El estudio se dividió en dos etapas: realización de campaña de sensado y análisis de datos (creación de esquemas de codificación y el análisis de los videos capturados durante las campañas de sensado utilizando estos esquemas).

5.1.2.1. Campaña de sensado

La campaña de sensado se realizó durante la última semana de Marzo del 2015. Consistió en recorrer las tres rutas descritas previamente, en ambas direcciones, usando la aplicación *navcontext* para capturar los datos de las vialidades. Fue el mismo investigador quien realizó los recorridos con la finalidad de obtener una buena calidad de los videos capturados y seguir por completo las rutas elegidas.



Figura 9. Ruta1-EV del estudio de estado de la vialidad.

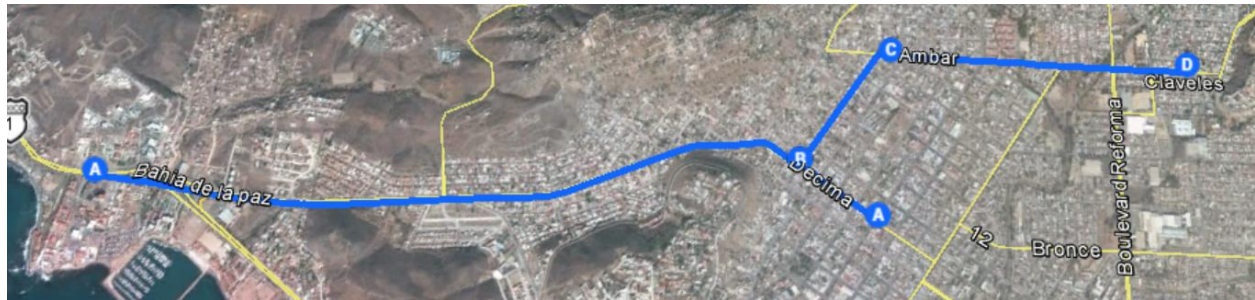


Figura 10. Ruta2-EV del estudio de estado de la vialidad.

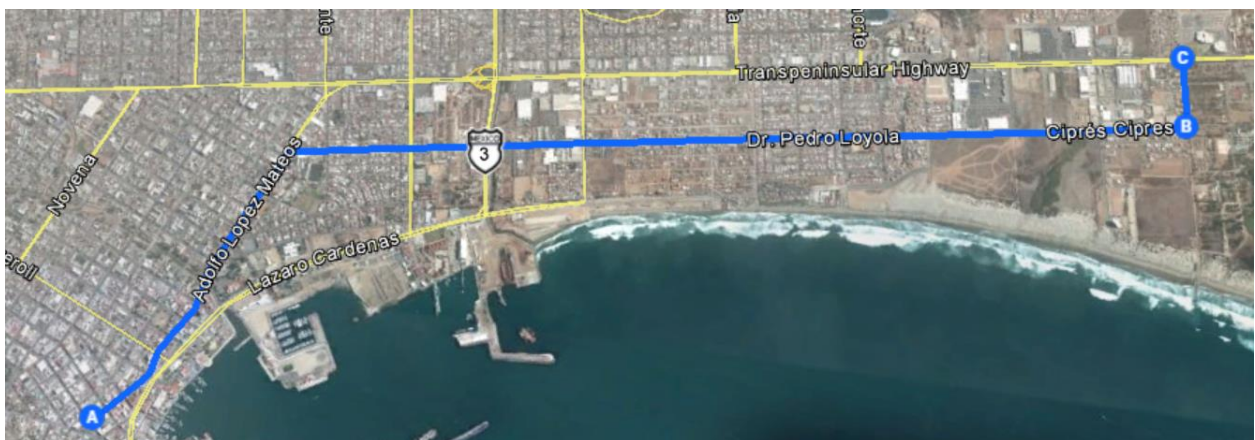


Figura 11. Ruta3-EV del estudio de estado de la vialidad.

5.1.2.2. Análisis de los datos

Esquemas de codificación

Una vez que los datos fueron capturados el investigador procedió a realizar dos esquemas de codificación. El primero con la finalidad de codificar algunos señalamientos de las vialidades (ej. semáforos, altos de disco, etc.). El segundo

esquema de codificación se diseñó para etiquetas anomalías en las vialidades (ej. baches, zanjas, topes, etc.).

Para crear el *esquema de señalamientos* se usaron los datos de videos grabados e información de *OpenStreetMaps* (OSM). Se realizó de manera colaborativa entre 3 codificadores y el investigador que capturó los datos y recorrió las vialidades, este último decidió cuales serían los señalamientos de interés. El esquema resultante puede verse en el Anexo 7. Para crear el *esquema de anomalías* se utilizaron exclusivamente los datos de video. Se realizó en dos etapas, la primera consistió en identificar los diferentes tipos de anomalías de manera colaborativa entre el investigador y dos codificadores, conforme a lo que se observó en los videos de los recorridos; en una segunda etapa se refinaron y se agruparon las anomalías según su severidad. El esquema resultante puede verse en el Anexo 8.

Codificación de datos.

Tres observadores se encargaron de codificar los señalamientos usando el esquema correspondiente, la codificación se hizo por evento (por aparición de un señalamiento). Los observadores conocían los señalamientos de tránsito que se utilizaron en el esquema por lo que se realizó solo un entrenamiento con uno de los videos grabados. Un observador se encargó de codificar las anomalías usando el esquema correspondiente. Se realizó una codificación segundo por segundo. Se calculó el coeficiente kappa(k) (Crano & Brewer, 2013) entre el investigador y el observador para determinar el acuerdo entre observadores (IOA, por sus siglas en inglés, Interobserver Agreement) para esto se utilizó un video con duración de 10 minutos, la trayectoria del video consideró la calle Reforma desde Lázaro Cárdenas hasta Westman y la calle Pedro Loyola desde Westman hasta calle Floresta. El resultado del IOA fue de $k = 0.71$, por lo tanto el IOA fue aceptable (Crano & Brewer, 2013).

5.1.3. Resultados

Señalamientos

El mayor interés en la captura de los señalamientos fue conocer donde se encontraban ubicados aquellos que pudieran afectar en la velocidad a la que manejan los conductores (ej. semáforos y altos), ya que este es un factor relevante en sus maniobras. Además se buscó conocer donde podría haber interacción con otros participantes (ej. microbuses o peatones). Por ejemplo, en paradas de autobús o lugares de estacionamiento no permitidas.

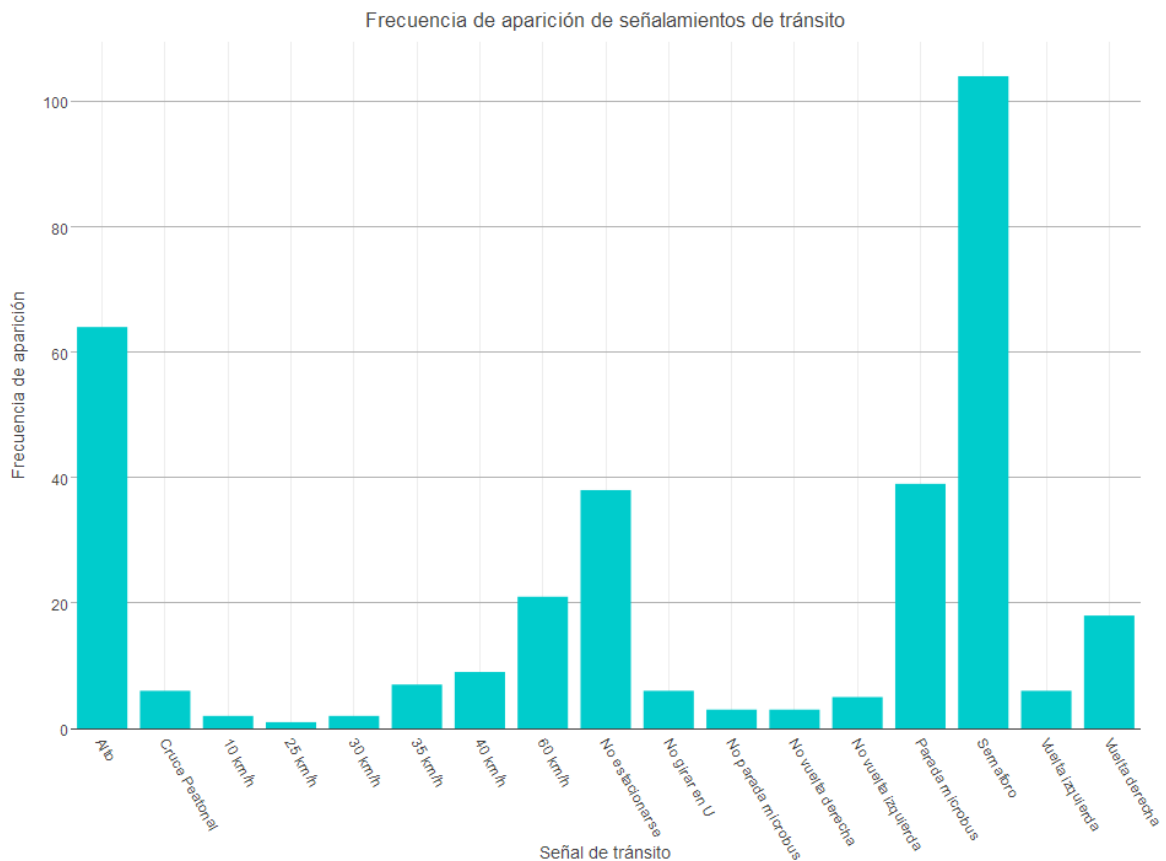


Figura 12. Numero de señalamientos por tipo.

En total se codificaron 334 señalamientos, donde la mayor cantidad se concentró en altos (64) y semáforos (104). Seguido por restricciones de estacionamiento (38) y parada de microbuses (39). La cantidad de los señalamientos capturados se muestra en la Figura 12. Se observó que la mayoría de las intersecciones de las rutas

seleccionadas estaban señalizadas con altos o semáforos. La mayoría de los señalamientos de alto se encontraron en la ruta tres, que tiene por características pasar por zonas residenciales que permiten tránsito de baja velocidad (hasta 40 km/h).

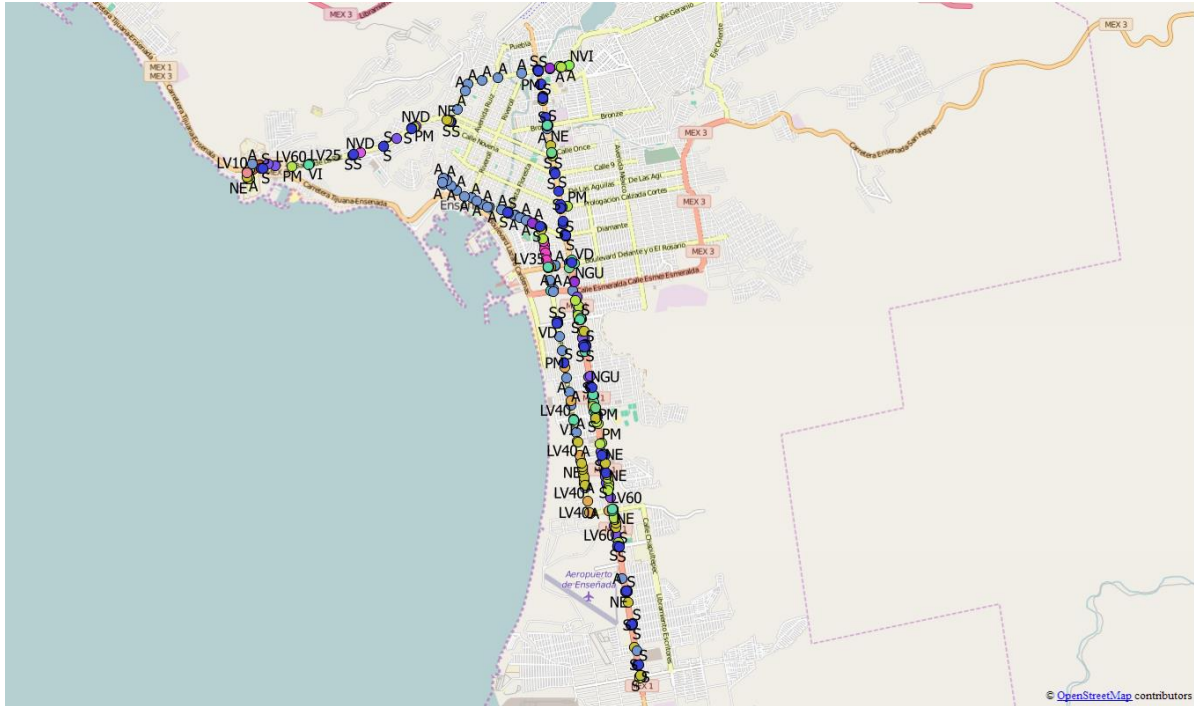


Figura 13. Distribución geográfica de los señalamientos.

Por otro lado la mayor cantidad de semáforos se encontraron en la ruta uno, que es la vialidad que conecta a toda la ciudad y tiene por característica ser una carretera que permite altas velocidades (60 km/h). Por parte de la ruta dos se compone de una carretera y vialidades en zonas residenciales, en la parte de la carretera existe señalamiento de velocidad y semáforos, mientras que en la residencial predominan los señalamientos de alto. Se observó que los señalamientos por paradas de autobús se distribuían de manera similar en las rutas uno y tres. La distribución geográfica de los señalamientos capturados se muestra en la Figura 13.

Anomalías

El interés de codificar las anomalías fue conocer su distribución geográfica y la frecuencia de aparición en las vialidades seleccionadas (para determinar la calidad del

pavimento) y saber si era probable que los participantes del estudio de comportamiento de manejo (ver siguiente sección) interactuaran con ellas.

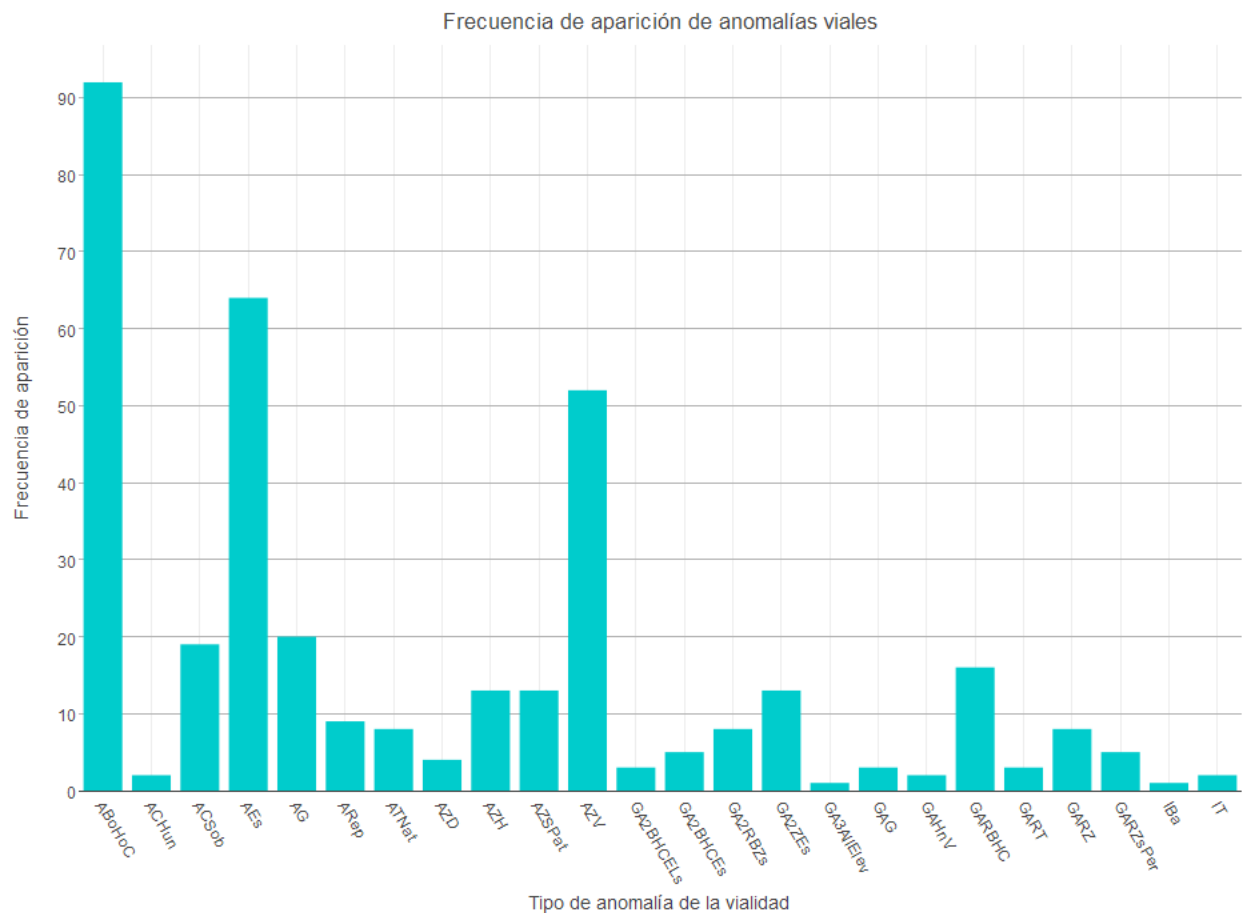


Figura 14. Frecuencia de aparición de las anomalías de la vialidad

En total se observaron 388 anomalías, de las cuales la mayoría fueron anomalías individuales²⁷. Las principales anomalías fueron: baches u hoyos (código ABoHoC) con 92 incidencias, seguidas de escoriaciones (AEs) con 64 y zanjas en el sentido que se transita (AZV) con 52. Por parte de elementos de la infraestructura que fueron clasificados como anomalías solo se detectaron tres, que fueron un vado (Iba) con una incidencia y dos topes (IT). La frecuencia de estas y otras anomalías se muestran en la

²⁷ Son anomalías de un tipo específico (nivel 0 del esquema de codificación). A diferencia de las anomalías compuestas (Del nivel 1 en adelante en el esquema de codificación) que se conforman de dos o más anomalía individuales.

Figura 14. La descripción de cada código que aparece en la gráfica puede ser consultada en el Anexo 8.

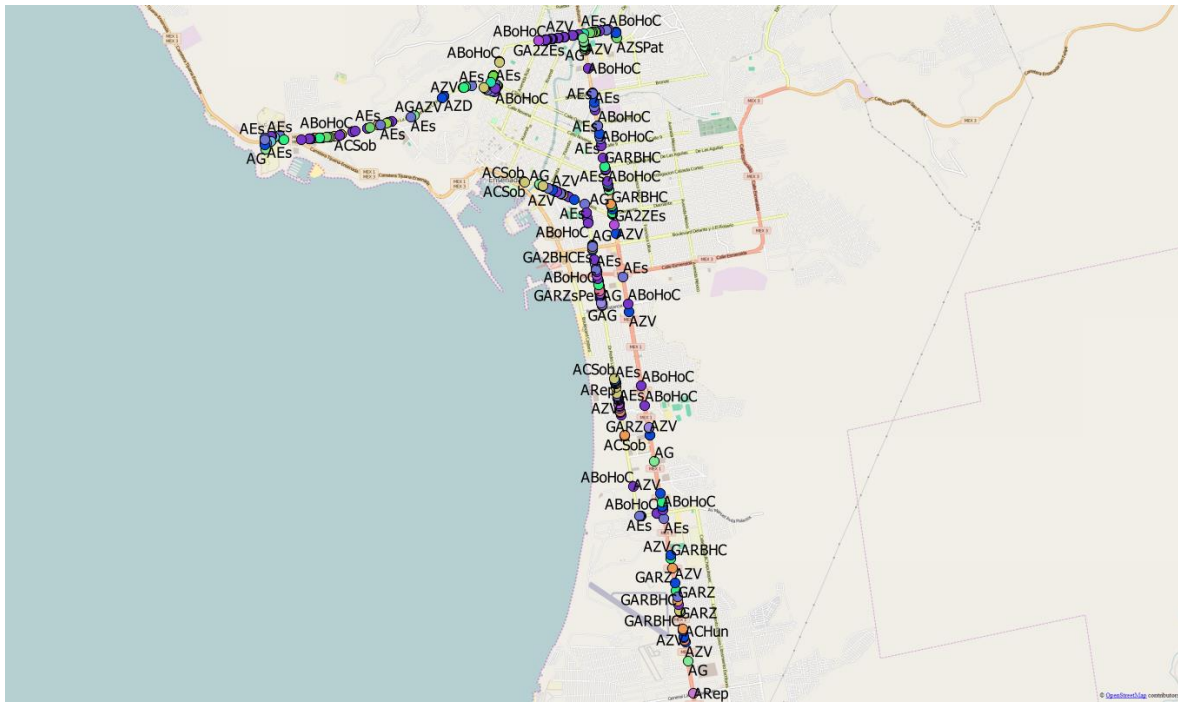


Figura 15 . Distribución geográfica de las anomalías de la vialidad.

Se observó que la ruta uno presentó mayor cantidad de anomalías compuestas (ej. GARZ) al sur de la ciudad (Zona del Valle Dorado-Ciprés). En la zona central y norte (Delante - Ámbar) se presentaron mayor cantidad de anomalías individuales (ej. ABoHoC). Mientras que hubo zonas de la ruta uno que presentaron baja cantidad de anomalías como fue la zona de Valle Dorado-Delante. En la ruta dos en general se encontró que existían anomalías del tipo individual a lo largo de ella, pero con mayor densidad en las zonas residenciales (Decima-Doceava o Ruiz-Olivos). En la zona de la carretera que va de CICESE -Bahía Asunción (en ambos sentidos) se observó una mayor densidad de anomalías compuestas. Por su parte la ruta tres en la zona sur (Calle Westman - Boulevard Zertuche) presentó una menor cantidad de anomalías, mientras que en su zona residencial (Boulevard Zertuche – Hasta la calle primera) cuenta con una alta densidad de anomalías tanto individuales como compuestas. En la zona turística por la calle primera (Pedro Loyola -Ruiz), las anomalías individuales predominaron.

Con base en los datos anteriores se observó que las tres rutas presentaban zonas intercaladas de buenas y malas condiciones. En contraste, tomando la distancia de las calles, la zona por donde pasa la ruta y la distribución de las anomalías; se observa que en las zonas residenciales, por donde pasan las tres rutas, hay una mayor densidad y diversidad de ellas. La distribución geográfica de las anomalías se muestra en la Figura 15. Dada la distribución de las anomalías a lo largo de las tres vialidades, se concluyó que estas rutas permitirían ver algunas interacciones entre los conductores y las anomalías, durante el estudio sobre el comportamiento de manejo. Se esperaba que los conductores tuvieran mayor interacción con anomalías individuales, pero que su comportamiento fuera más aberrante al interactuar con anomalías compuestas. Los datos sobre estos argumentos, se presentan en la sección de resultados del estudio de comportamiento de manejo.

5.2. Estudio de observación sobre el comportamiento de manejo.

Este estudio tuvo como objetivo comprender como afectan los factores exógenos del ambiente en el comportamiento de manejo de los conductores en la ciudad de Ensenada, B.C. Además de generar los productos (ej. esquemas de codificación) que sirvieron de base para diseñar la ontología y capturar los datos que alimentaron la base de conocimiento descrita en el capítulo seis.

5.2.1. Diseño del estudio

Reclutamiento

El reclutamiento tuvo como función motivar a diferentes personas a participar en el estudio, así como seleccionarlos con base en algunos criterios. A continuación se describen los criterios de inclusión, exclusión y proceso de reclutamiento.

Los criterios de inclusión consideran:

- Tener al menos dos años como conductor.
- Tener licencia de manejo vigente.
- Poseer un automóvil del año 1995 o más reciente y en buenas condiciones mecánicas.

Los criterios de exclusión²⁸ por su parte consideraron:

- Ser propenso a manejar agresivamente.
- Usar su vehículo menos de tres veces a la semana.
- Circular por rutas diferentes a las seleccionadas para el estudio (descritas más adelante).

Para incentivar a los participantes se ofreció un premio único de 100 dólares para el mejor conductor que sería elegido conforme a la calidad de la información que aportaron durante el estudio. Los criterios para seleccionar al ganador no fueron revelados durante las campañas de sensado para evitar sesgar el comportamiento de los participantes; sin embargo, se les exhortó a conducir por la ruta a la que fueran asignados y hacerlo la mayor cantidad de recorridos posibles, al menos uno por día. Para publicitar el estudio se utilizó el poster de la Figura 16, el cual se distribuyó mediante el correo institucional de CICESE, de la UNAM unidad Ensenada y la red social Facebook.

Los interesados en participar en el estudio debían contestar dos cuestionarios en línea:

- Un cuestionario de reclutamiento, el cual contenía preguntas para obtener datos demográficos, tecnología que maneja, experiencia y rutinas de manejo del participante (ver Anexo 3).
- Un cuestionario de comportamiento de manejo (López de Cózar et al., 2006) abreviado (SQDB por sus siglas en inglés), el cual permitió conocer los errores de manejo a los que los participantes eran propensos (ej. distracciones, errores, violaciones ordinarias y violaciones graves) (ver Anexo 4)

²⁸ Si un conductor cumplía con alguno de los comportamientos descritos se excluía del estudio.

Inicialmente 80 participantes respondieron el cuestionario de reclutamiento de los cuales solo 66 respondieron el segundo cuestionario de comportamiento de manejo.



Figura 16. Poster utilizado para publicitar el estudio de comportamiento de manejo.

Del total de participantes que respondieron ambas encuestas se seleccionaron 27, aplicando los criterios de inclusión y exclusión mencionados previamente. Las características de los participantes finales se muestran en la Tabla 4.

A continuación se explican dos criterios (cuestionario de comportamiento y rutina de manejo) utilizados para la selección de los participantes:

Tabla 4. Tabla de características de los participantes finales.

Identificador	Edad	Genero	Experiencia	Ocupación	Vehículo
001	29	Femenino	Intermedio	Estudiante	Van
002	24	Masculino	Intermedio	Trabajador	Sedan
005	24	Masculino	Experto	Trabajador	Cupé
006	24	Masculino	Novato	Trabajador	Sedan
012	29	Masculino	Experto	Trabajador	Hatchback
014	24	Masculino	Experto	Estudiante	Camioneta
021	39	Masculino	Experto	Trabajador	Sedan
022	24	Masculino	Intermedio	Estudiante	Mini
023	24	Femenino	Experto	Trabajador	Pick-Up
024	41	Femenino	Intermedio	Trabajador	Camioneta
031	24	Masculino	Experto	Estudiante	Camioneta
043	27	Femenino	Experto	Ambos	Camioneta
044	26	Femenino	Intermedio	Trabajador	Camioneta
048	26	Femenino	Intermedio	Trabajador	Sedan
050	24	Femenino	Experto	Estudiante	Sedan
056	44	Femenino	Experto	Trabajador	Camioneta
058	39	Femenino	Intermedio	Estudiante	Sedan
059	23	Femenino	Intermedio	Estudiante	Camioneta
060	28	Femenino	Intermedio	Trabajador	Hatchback
061	26	Femenino	Intermedio	Becario	Sedan
063	27	Femenino	Intermedio	Estudiante	Sedan
064	25	Masculino	Experto	Trabajador	Van
075	26	Femenino	Experto	Estudiante	Sedan
076	26	Femenino	Experto	Trabajador	Camioneta
080	26	Masculino	Experto	Trabajador	Sedan
081	25	Femenino	Experto	Estudiante	Camioneta
082	24	Masculino	Intermedio	Estudiante	Sedan

Cuestionario de comportamiento de manejo

Se analizaron los resultados del cuestionario de comportamiento de manejo, con el objetivo de excluir a participantes propensos a cometer errores graves. Los resultados de los 27 participantes finales, pueden visualizarse en Figura 17. Los puntajes mayores a 3 en los campos de violaciones ordinarias y graves indican una mayor probabilidad de incurrir en comportamientos agresivos. El perfil de los conductores no señaló que fueran potencialmente agresivos, excepto por dos participantes que presentaron puntajes ligeramente mayores en el campo de violaciones ordinarias. Aun así, sus puntajes promedio cumplían con el requerimiento, por lo que se optó por mantenerlos dentro del estudio.

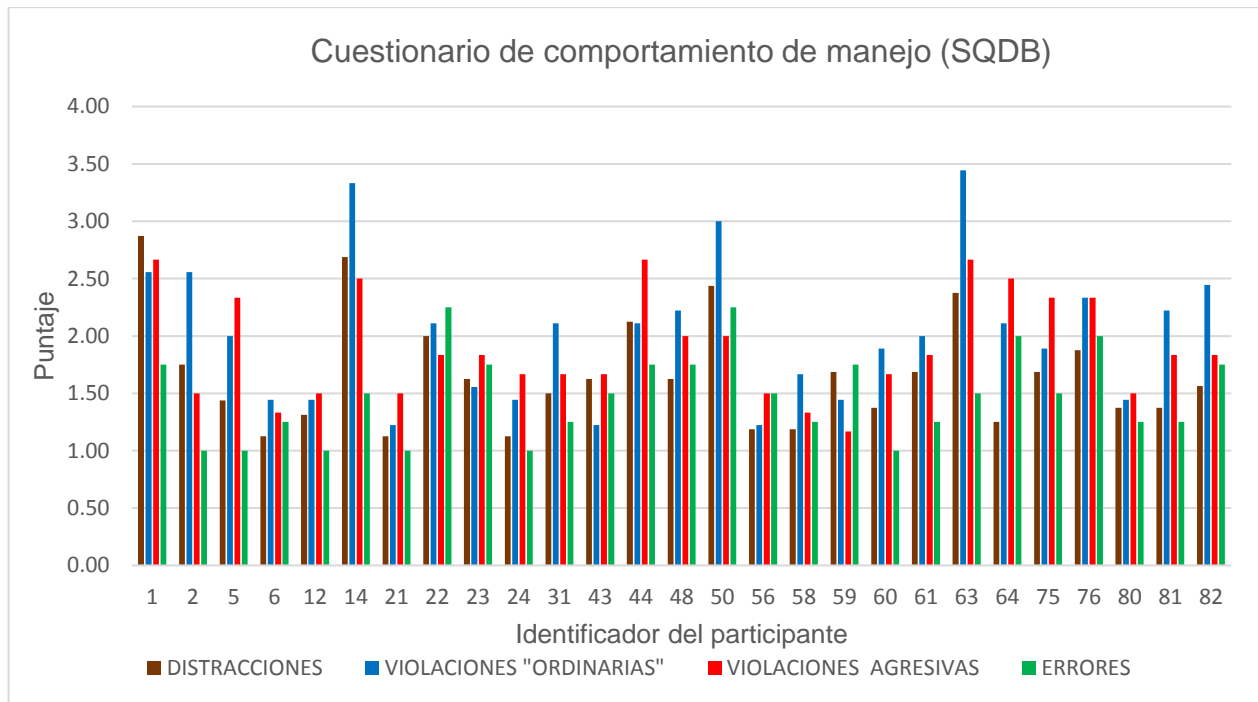


Figura 17. Resultados del cuestionario de comportamiento de manejo por participante.

Ruta de manejo

Para realizar el estudio se diseñaron cuatro rutas (ver Tabla 5). Se buscó que estas rutas coincidieran en la medida de lo posible con las rutas seleccionadas previamente para el estudio sobre el estado de las vialidades y con las rutas que los participantes reportaron en el cuestionario de reclutamiento (con el fin de fomentar su participación en el estudio).

Tabla 5. Rutas del estudio sobre el comportamiento de manejo.

Id ruta	Descripción
Ruta 1	Sobre Reforma/Transpeninsular, desde calle ámbar hasta calle Westman.
Ruta 2	Sobre Bahía de la Paz, calle 20 de noviembre hasta Ámbar
Ruta 3	Sobre Reforma/Transpeninsular, desde calle Lázaro Cárdenas hasta calle Delante
Ruta 4	Sobre Bahía de la Paz desde CICESE/UABC hasta 20 de noviembre y sobre calle 10 hasta Riveroll o calle 9.

Una vez que las rutas fueron diseñadas, la selección de los participantes se basó en la similitud que tuvieran con ellas. El proceso de diseño fue el siguiente:

- Las rutas seleccionadas en el estudio sobre el estado de las vialidades se utilizaron como base.
- Estas rutas se adaptaron en una primera iteración utilizando la información capturada en el cuestionario de reclutamiento.
- En una segunda iteración se refinaron las rutas usando información de los recorridos proporcionadas por los 66 participantes, para la captura se utilizaron dos métodos, usar la aplicación móvil para sensar sus trayectorias GPS (descrita en la segunda mitad del capítulo cuatro) durante tres días o dibujar su rutina en un mapa usando el servicio de mymaps²⁹. Para realizar el análisis se agruparon las rutas de los participantes según la similitud, longitud y frecuencia de manejo reportadas.

La descripción de las rutas finales se puede ver a continuación:

²⁹ <https://www.google.com/mymaps>



Figura 18. Ruta 1 del estudio sobre el comportamiento de manejo.

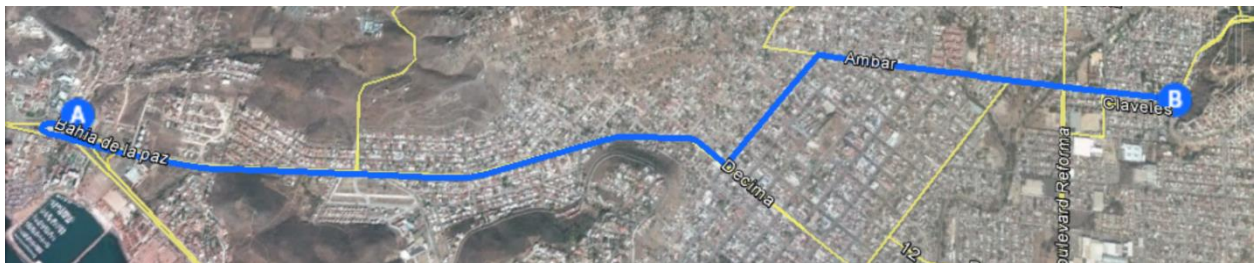


Figura 19. Ruta 2 del estudio sobre el comportamiento de manejo.



Figura 20. Ruta 3 del estudio sobre el comportamiento de manejo.



Figura 21. Ruta 4 del estudio sobre el comportamiento de manejo.

Configuración del sistema

Para realizar las campañas de sensado y el estudio piloto se equipó el vehículo de cada participante de la siguiente manera:

- Se les proporcionó una tableta de 7 pulgadas con cámara integrada, con la aplicación *navcontext* instalada y con los datos del participante previamente configurados.
- Un soporte de parabrisas de succión para colocar la tableta.
- Un lector bluetooth ELM327 que se debía conectar al puerto OBD-II del vehículo del participante.

A cada participante se le explicó cómo funcionaba la aplicación. El proceso de instalación del equipo se describe a continuación. Se instaló cableado para cargar continuamente la tableta ya que la aplicación consumía la energía de la batería rápidamente. El soporte de la tableta se colocó del lado del copiloto y sobre este se montaba la tableta. Finalmente se procedía a ejecutar la aplicación para explicar su funcionamiento. El proceso se muestra en la Figura 22.



a) Cableado del vehículo



b) Colocación de soporte de tableta.



c) Montaje de tableta



d) Aplicación en funcionamiento

Figura 22. Proceso de montaje de instalación del dispositivo móvil.

El dispositivo ELM327 se instaló en el conector OBD-II el cual se encontraba junto a la caja de fusibles o de cambio en la cabina del vehículo, ver Figura 23.



Figura 23. Instalación del dispositivo ELM327.

5.2.2. Etapas del estudio

El estudio se dividió en dos fases: realización de la campaña de sensado y análisis de los datos.

Estudio piloto

Se realizó un estudio piloto con el fin de determinar los requerimientos de las campañas de sensado y probar el sistema *navcontext* (descrito en el capítulo cuatro). El estudio se llevó a cabo del 24 de marzo del 2015 al 03 de abril del 2015. En el estudio participaron 13 conductores, quienes, usaron el sistema *navcontext* durante al menos dos días. No se les indicó seguir ninguna ruta en específico. El estudio tuvo una duración de dos semanas. Este estudio permitió detectar errores en la captura y sincronización de datos, en el rendimiento del sistema (ej. congelamiento de la interfaz), problemas de conexión. También se obtuvieron nuevos requerimientos como: agregar alertas cuando la batería o el almacenamiento se agotaran; buscar alguna manera de aumentar el espacio de almacenamiento ya que el video ocupaba mucho espacio. Las pruebas también sirvieron para ajustar los algoritmos de detección de manejos agresivos y determinar tiempos de recolección de datos. Además, el estudio piloto ayudó a determinar que cada dos o tres días era necesario recoger los datos capturados con el fin de liberar la memoria del dispositivo.

Realización de campañas de sensado

El estudio se llevó a cabo durante todo el mes de Junio y las dos primeras semanas de Julio del 2015. El estudio consistió de cuatro campañas de sensado participativo regulares y dos campañas extra para recuperar los recorridos que no se hubieran completado. Para esto se crearon cuatro grupos, cada uno integrado por siete participantes en promedio y tenían una ruta asignada, como se muestra en la Tabla 6. Cada semana de campaña de sensado, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

El día sábado se determinaba el lugar y la hora a la que se instalaría el equipo. El domingo se realizaba la instalación del sistema a cada participante del grupo, con una duración de 30 minutos. Durante la instalación el participante firmaba el documento de consentimiento de participación, el cual se le había enviado previamente, vía correo electrónico, para su lectura. Se inspeccionó el vehículo y se le instruyó al conductor sobre el uso del sistema *navcontext*, conectar el lector ELM327 al vehículo y colocar el soporte con la tableta en el parabrisas. Además se le pidió contestar un cuestionario en línea sobre el estado inicial de su vehículo y de su salud. Finalmente, el participante determinaba el lugar y la hora en que podría entregar la información capturada, el día miércoles o jueves.

Tabla 6.Descripción de las campañas de sensado participativo.

Campaña	Grupo	Ruta	No. Participantes	Hombre	Mujer	Edad	Fecha
Semana 1	G1	R1	6	2	4	28.3	1-5 Junio
Semana 2	G2	R2	7	3	4	30.8	8-12 Junio
Semana 3	G3	R2	7	3	4	24.8	15-19 Junio
Semana 4	G4	R4	7	4	3	26.8	22-26 Junio
Semana 5	Mixto	Mixta	5	3	2	-	29/Junio–03/Jul
Semana 6	Mixto	Mixta	4	2	2	-	06-10 Julio

Los participantes reportaron que contaban con buena salud. La mayoría reportó no tener complicaciones graves de visión (ver Figura 24), ni problemas de audición (ver Figura 25) o físicos que les impidieran manejar. Los participantes reportaron de manera similar que sus vehículos se encontraban en buen estado mecánico.



Figura 24. Problemas visuales

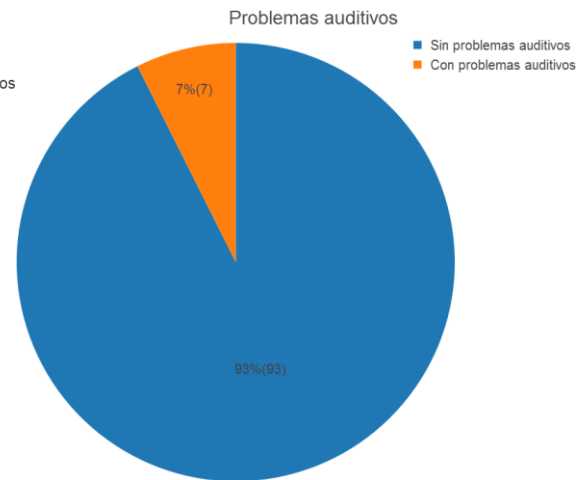


Figura 25. Problemas auditivos

Intervención

La intervención se realizó de lunes a viernes por campaña. A cada participante se le pidió utilizar el sistema *navcontext* para grabar su recorrido en la ruta exacta que se le asignó, se le exhortó a realizar el recorrido la mayor cantidad de veces posibles, al menos una vez por día, en ambos sentidos. No hubo restricciones en el horario del recorrido; sin embargo, se les invitó a realizarlo cuando hubiera suficiente iluminación. A mitad de semana (miércoles o jueves) se recuperó la información capturada hasta el momento y se determinó en qué lugar y hora se entregaría el equipo para el día sábado.

Retiro

El día viernes o sábado el equipo se retiraba del vehículo del participante. Cuando un participante no completó los cinco días de sensado, se le pidió recuperar los días

faltantes, para esto se determinó el lugar y la fecha para iniciar otra campaña de sensado, tomando en cuenta la disponibilidad del participante y del equipo.

Análisis de datos

Esquema de codificación

Para realizar el análisis de los videos, se utilizó una adaptación del esquema de codificación del estudio naturalista de 100 vehículos (Dingus et al., 2006) y se tradujo el manual de códigos que lo complementa (“Researcher Dictionary for Safety Critical Event Video Reduction Data,” 2012). Este esquema se describe conceptos sobre el comportamiento de manejo de los conductores y los factores del ambiente que lo influyen. Para adaptar el esquema se tomaron en cuenta los resultados obtenidos del estudio contextual del capítulo tres. Dado que la categorización era diferente, el primer paso fue seleccionar las categorías que capturaban la información de interés, es decir, del ambiente de manejo, los factores exógenos (ej. factor ambiental e infraestructura) y maniobras de manejo; además se seleccionaron otros metadatos (ej. la naturaleza del evento) para complementar la información obtenida del estudio contextual. Las categorías finales pueden visualizarse en la Tabla 7, las definiciones de cada una puede consultarse en la sección de resultados o en el Anexo 9.

Enseguida se redujeron los códigos de cada categoría, eliminando aquellos que no eran posibles determinar con la tecnología empleada (ej. una sola cámara) o que no eran de interés (ej. golpe en reversa).

Tabla 7. Categorías del esquema de codificación sobre los comportamientos de manejo

Categorías	
Severidad del evento	Factor ambiental - Condiciones superficies
Naturaleza del evento	Factor ambiental - Densidad tráfico
Tipo de incidente	Factor ambiental infraestructura -Control tráfico
Maniobra previa	Factor ambiental infraestructura -Alineación
Factor precipitante	Número de participantes
Maniobra evasiva	Tipo de participante
Control posterior	Participante maniobra previa
Factor contribuyente - Comportamiento conductor	Participante acción correctiva
Factor contribuyente - Visión oscurecida	Comportamiento participante
Factor ambiental - Clima	Localización - Carril posición relativa
Factor ambiental - Luces	Ubicación del participante

Después, se enriqueció el esquema con base en los conceptos obtenidos en el estudio contextual y en el esquema de anomalías desarrollado durante el estudio de estado de vialidad. Este proceso se realizó de manera iterativa hasta obtener la versión final del esquema en la iteración número ocho. El esquema completo puede consultarse en el Anexo 9.

Como parte de las herramientas para analizar el comportamiento de manejo, se reutilizó el concepto de *época*, definido como un periodo de tiempo donde suceden uno o más eventos de interés (Dingus et al., 2006). A su vez, un evento se refiere a todos los incidentes, casi choques y choques (Dingus et al., 2006) que pueden suceder al conducir. Este concepto abstrae las 23 categorías en el esquema de comportamiento de manejo, que fueron presentadas en la Tabla 7. Para fines de este estudio, una época inicia con una maniobra previa a que suceda un factor precipitante (una situación de peligro que provoca al conductor realizar una maniobra evasiva) y finaliza con una

maniobra para controlar el vehículo posterior a una maniobra de evasión. La presentación gráfica de una época se muestra en la Figura 26, donde los rectángulos indican las categorías del esquema de codificación: acciones del conductor evaluado, factores y acciones de otro participante que haya provocado el factor contribuyente. Las fechas indican la sucesión temporal entre las categorías. El inicio de la flecha indica que cierta categoría aparece previamente a la que es apuntada.

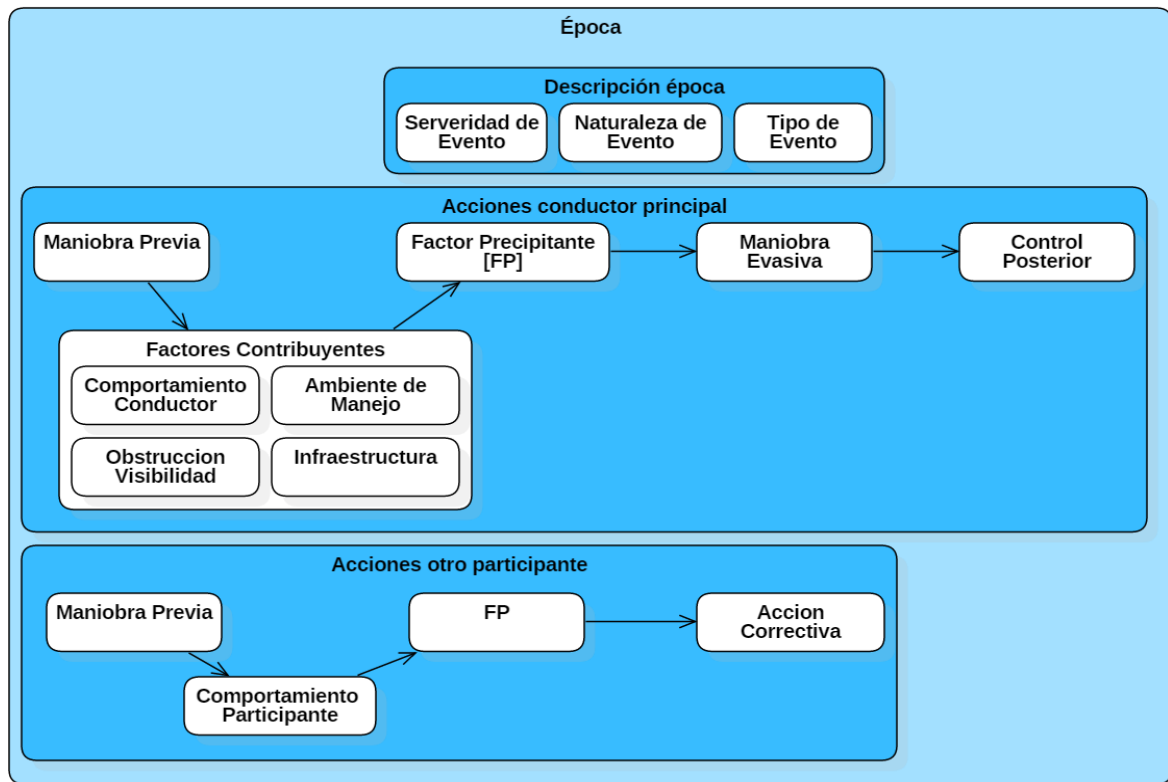


Figura 26. Representación de una época y las categorías que la componen.

Codificación de los eventos

Del total de videos capturados durante el estudio de comportamiento de manejo, se seleccionaron 23 (ya que codificar manualmente requiere mucho tiempo), que cubren 20 recorridos completos³⁰. Cuatro videos cubren dos recorridos (dos videos por recorrido). Otro video cubre dos recorridos, en dos rutas diferentes. Con esto se cubrieron cinco recorridos en ambos sentidos para las rutas uno y dos. Además dos

³⁰ recorrer toda la ruta asignada en un sentido.

videos se eligieron por contener dos épocas de interés (interacción con peatones). Para elegir los videos se hicieron tres iteraciones. En la primera iteración se seleccionaron aquellos videos en los cuales el sistema *navcontext* capturó automáticamente la mayor cantidad de eventos. Después se revisaron los videos restantes, para determinar que conductores parecían haber tenido un comportamiento de manejo más errático o abrupto (sin seguir ningún esquema). Por último se buscó cubrir las rutas uno y dos en ambos sentidos. Dado que las rutas tres y cuatro eran similares a las rutas uno y dos, se pudieron reutilizar videos capturados en estas rutas.

Un observador realizó la codificación de los 23 videos, segundo por segundo utilizando el programa *chronoviz*³¹. La codificación consistió en determinar las épocas y determinar el valor particular para cada categoría del esquema de codificación (ver Tabla 7). Aunque el sistema *navcontext* ayudó a capturar automáticamente algunas maniobras de manejo agresivo (correspondientes a las maniobras evasivas en este esquema), muchas de éstas eran falsos positivos, por lo que su uso se limitó a ser una guía del momento donde pudo suceder una época.

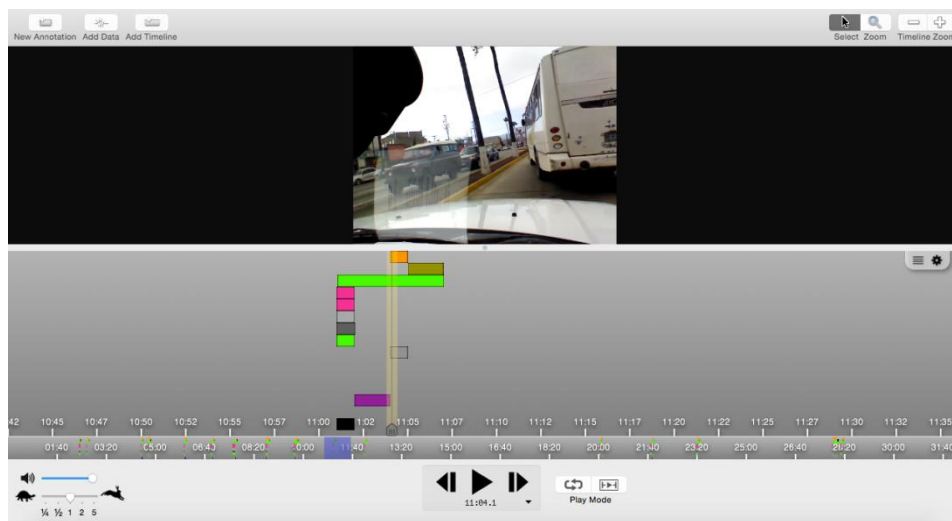


Figura 27. Ejemplo de una época codificada en *chronoviz*.

³¹ <http://chronoviz.com>

Un ejemplo de codificación de una época se muestra en la Figura 27. Donde una categoría codificada (o más) se representa con un rectángulo. La representación del esquema de codificación en *chronoviz* y la relación de cada categoría con un color, se muestra en la Figura 28. Por ejemplo, el color morado representa el factor precipitante y el naranja la maniobra evasiva.

►0_0SEVERITUD_EVENTO	■
►1_9NATURALEZADELEVENTO	■
►2_10TIPODEINCIDENTE	■
►3_11MANIOBRASDELEVENTO	■
►5A_13FP_ESTERVEHICULOPIERDEELCONTROLDEBIDOA	■
►5B_13FP_ESTERVEHICULOVIJANDO	■
►5C_13FP_OTROVEHICULOENELCARRIL	■
►5D_13FP_OTROVEHICULOINVADIENDOELCARRILDELVEHICUOEVALUADO	■
►5E_13FP_PEATONES_CICLISTASUOTROTRANSPORTENOMOTORIZADO	■
►5F_13FP_OJETOANIMAL	■
►5F_13FP_OTROTIPODEEVENTO	■
►6_14MANIOBRAEVASIVA	■
►7_15CONTROLDELVEHICULODESPUESDELAACCIONCORRECTIVA	■
►FC1_161718COMPORTAMIENTODELCONDUCTOR1FACTORESRELACIONADOSALEVENTO	■
►FC7_35CONDUCTOR1VISIONOSURECIDAPOR	■
►FAAM1_45CLIMA	■
►FAAM2_44LUCES	■
►FAAM4_36CONDICIONESDELASUPERFICIE	■
►FAAM5_39DENSIDADDELTRAFICO	■
►FAI5_40CONTROLDELTRAFICO	■
►FAI5_42ALINEACION	■
►LOCALIZACION	■
►CV2_1_NUMERODEPERSONASOVEHICULOS	■
►CV2_2_4950UBICACIONDELOTROVEHICULOPERSONA	■
►CV2_3_5152VEHICULOPERSONATIPO2	■
►CV2_4_5354VEHICULO2MANIOBRA	■
►CV2_5_5556CONDUCTORVEHICULO2ACCIONCORRECTIVAINTENTADA	■
►CV2_7_LIKE161718_CONDUCTOR2ACCIONESOFACOTRESRELACIONADOSALACCIDENTE	■
►SUPERFICIE_ANOMALIAS	■

Figura 28. Representación del esquema de comportamiento de manejo en *chronoviz*.

El observador práctico el uso del esquema de comportamiento de manejo, La práctica consistió en codificar tres videos cuya duración total fue de aproximadamente 45 minutos. Al final de la práctica, el investigador revisó la codificación realizada por el observador y le ayudo a resolver dudas sobre cómo mejorar la forma de etiquetar las épocas. Enseguida el investigador y el observador codificaron un video con duración de 10 minutos para calcular el IOA; los resultados se resumen en la Tabla 8, en el caso del factor precipitante se muestra desglosado en seis subcategorías. Los valores obtenidos en cada categoría son mayores a 0.65 que es el valor de aceptación reportado en (Dingus et al., 2006) por lo tanto el IOA fue aceptable.

Tabla 8. Resultado del IOA para el esquema de comportamiento de manejo

Categoría	IOA (k)	Categoría	IOA (k)
Severidad del evento	0.79112	Número de participantes	0.76310
Naturaleza del evento	0.89055	Tipo de participante	0.76536
Tipo de incidente	0.79387	Participante maniobra previa	0.76536
Maniobra previa	0.76310	Participante acción correctiva	0.84331
Maniobra evasiva	0.87991	Comportamiento participante	0.76536
Control posterior	0.66871	Ubicación del participante	0.68583
Factor contribuyente - Comportamiento conductor	0.76392	Factor precipitante - Pérdida de control	0.79797
Factor contribuyente - Visión oscurecida	0.76310	Factor precipitante – Este vehículo viajando en	1
Factor ambiental - Clima	0.76310	Factor precipitante – Otro vehículo en el carril	1
Factor ambiental - Luces	0.76310	Factor precipitante – Otro vehículo invadiendo carril	0.7990
Factor ambiental - Condiciones superficies	0.76310	Factor precipitante– Peatones o vehículo no motorizados	1
Factor ambiental - Densidad tráfico	0.76407	Factor precipitante – Objeto u Animal	1
Factor ambiental infraestructura - Control tráfico	0.72600	Localización - Carril posición relativa	0.76470
Factor ambiental infraestructura - Alineación	0.76310	Anomalía	0.79850

5.2.3. Resultados

5.2.3.1. Estadísticas de uso de la aplicación

A continuación se describen los resultados obtenidos del análisis de los 23 videos codificados. Para reportar el tiempo y kilómetros de uso total de la aplicación, se analizaron de manera separada los videos que representaban recorridos completos y los recorridos elegidos por contener épocas de interés extras (interacciones con

peatones). Para el caso de los recorridos completos compuestos de más de un video, se muestran los resultados de manera individual.

Tabla 9. Relación de los recorridos realizados por participante en cada ruta y sentido.

Participante	Ruta:Ambar-Cicese	Ruta:Cicese-Ambar	Ruta:Ambar-Westman	Ruta:Westman-Ambar
001	recR1s1#1,	recR1s2#1		
002				recR2s2#1
006			recR2s1#1	recR2s2#2
012	recR1s1#2	recR1s2#Ext1		
021	recR1s1#3			
023		recR1s2#2		
031	recR1s1#5	recR1s2#4		
043	recR1s1#4,	recR1s2#3		
044			recR2s1#2	recR2s2#3, recR2s2#Ext2
060			recR2s1#3p1, recR2s1#3p2	
064				recR2s2#4
075			recR2s1#4p1, recR2s1#4p2	
076		recR1s2#5_R2s1#5		recR2s2#5

El tiempo total de uso del sistema registrado fue de 453 minutos. Para los 20 recorridos completos la media fue $\mu = 23:30$ minutos (min) y la desviación estándar fue $\sigma = 9:00$ min, el recorrido más corto fue de 8:29 min y el más largo de 37: 53 min. Para los dos recorridos extra $\mu = 3:30$ min y $\sigma = 2:00$ min por recorridos. La cantidad total de kilómetros manejados fueron 214.97 kilómetros (km). Para los 20 recorridos completos $\mu = 11.18$ km y $\sigma = 4.17$ km, el recorrido más corto fue de 4.49 km y el más largo de 12.18 km. Para los dos recorridos extra $\mu = 1.28$ km y $\sigma = 0.64$ km.

Los recorridos que cada participante realizó para cada ruta y sentido se muestran en la Tabla 9, donde los identificadores (de la forma recR_s_#_) representan un recorrido (rec) realizado en una *ruta* (R), en cierto *sentido* (s), con un *número secuencial* (#) del 1 al 5 para diferenciarlos dentro de la ruta. La moda de los recorridos por participante fue de dos (un recorrido por sentido). La ruta uno tenía una longitud menor a la ruta dos, en cualquiera de los dos sentidos, esto se puede visualizar en la Figura 29. Donde los recorridos completos para la primera ruta muestran un promedio menor a 10 km, mientras que en la segunda están por encima de este valor.

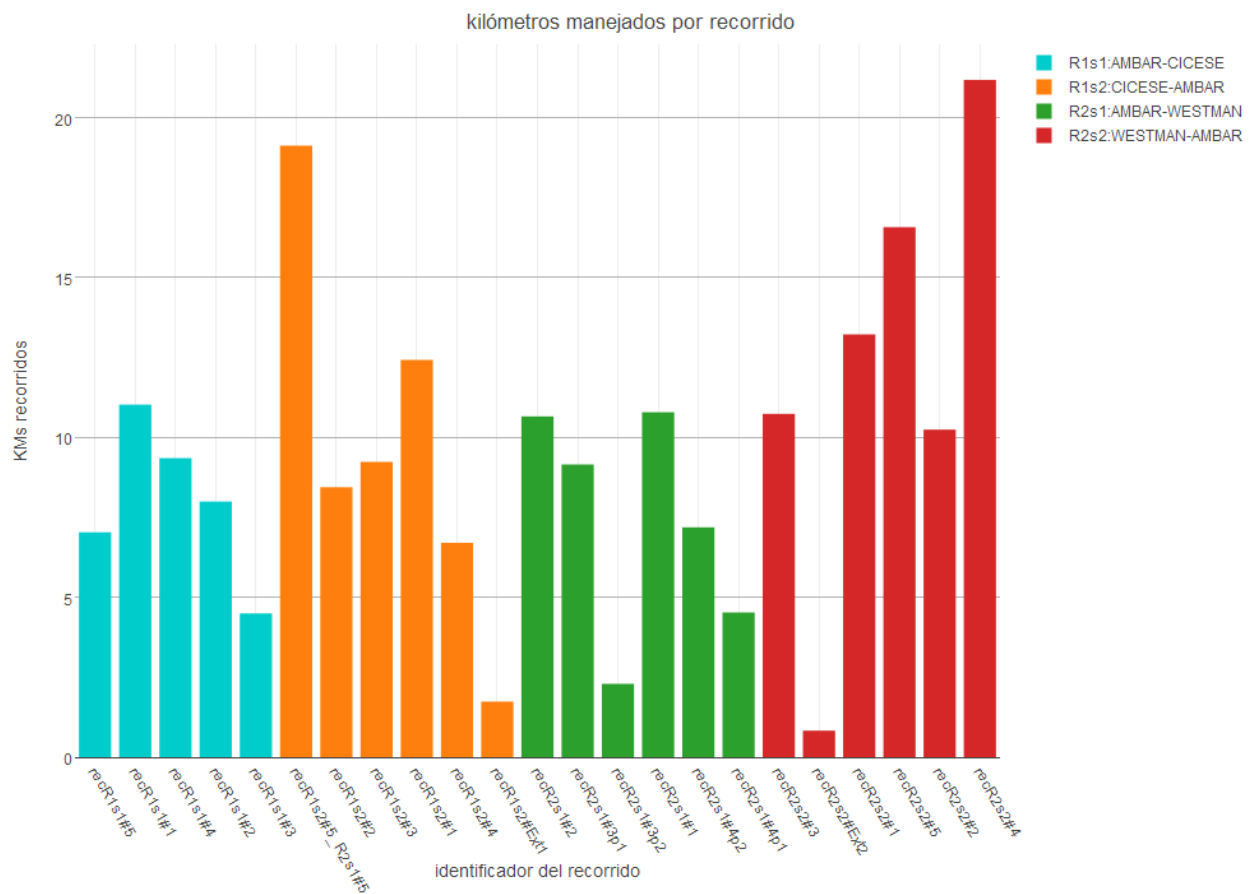


Figura 29. Kilómetros registrados en cada recorrido y dividido por ruta y sentido.

La ruta Ámbar-Westman muestra dos recorridos completos que fueron a su vez fueron divididos en dos. El primero estuvo compuesto de los recorridos recR2s1#3p1 y recR2s1#3p2, el segundo de los recorridos recR2s1#4p1 y recR2s1#4p2. Los dos recorridos de menor distancia fueron aquellos recorridos donde se observaron las épocas de interés extras.

El recorrido recR1s2#5_R2s1#5 tuvo una distancia mayor a los 19 km, debido a que cubrió dos rutas (la primera de CICESE-Ámbar y la segunda de Ámbar-Westman). Finalmente la distancia del recorrido recR2s2#4 fue de 21 km, ya que el participante que lo registró vivía en una zona alejada de la ciudad.

5.2.3.2. Épocas capturadas

El número total de épocas capturadas fue de 188 ($\mu = 10.6$ épocas y $\sigma = 4.2$ épocas, por recorrido), de las cuales 53 sucedieron en la ruta uno con sentido Ámbar-CICESE y 41 en el sentido CICESE-Ámbar; en la ruta dos sucedieron 37 en el sentido Ámbar-Westman y 57 en el sentido Westman-Ámbar. El recorrido recR1s2#5_R2s1#5 tuvo 6 épocas, de las cuales cinco sucedieron en la ruta Ámbar-Westman y uno en la ruta CICESE-Ámbar.

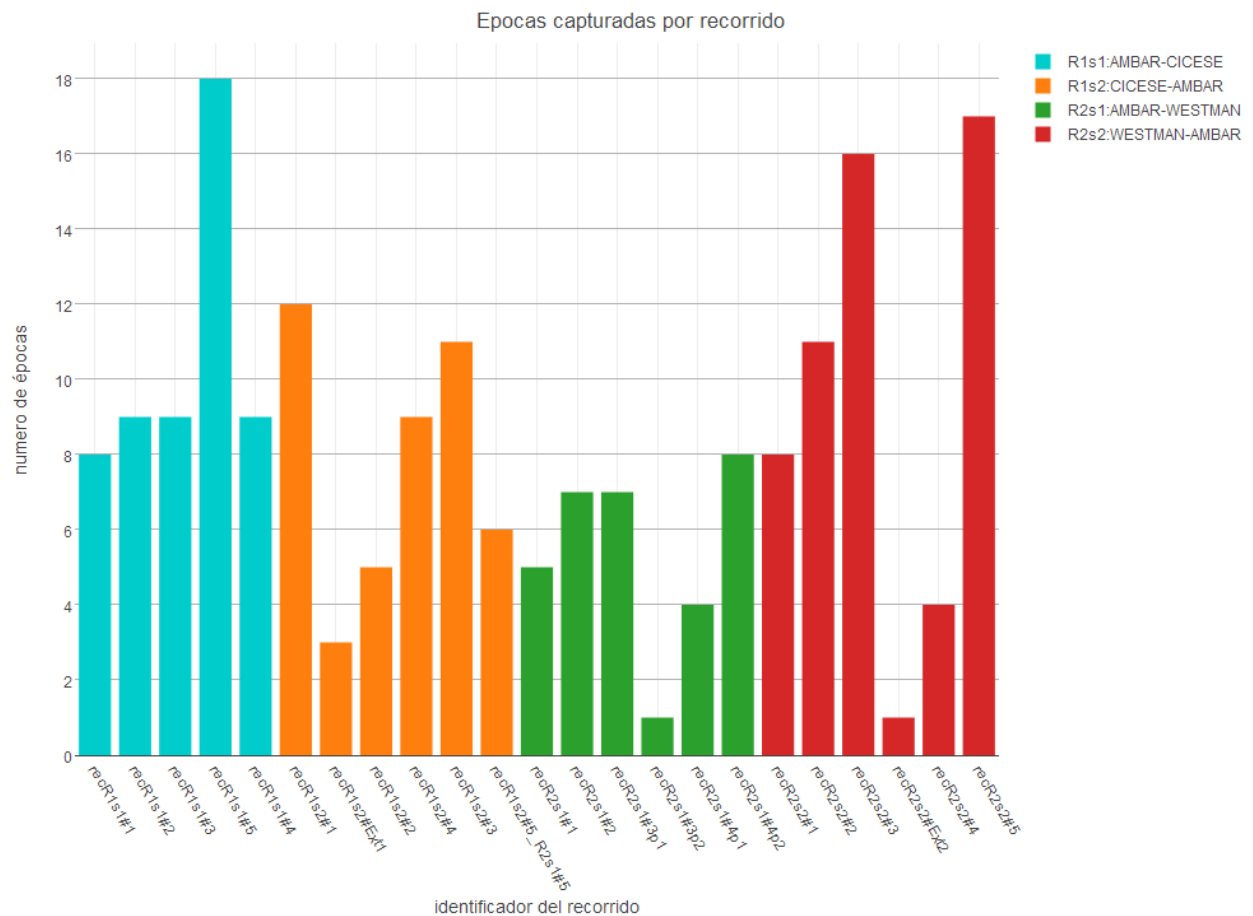


Figura 30. Número de épocas por recorrido.

El recorrido recR1s2#Ext1 tuvo tres épocas mientras que recR2s2#Ext2 solo tuvo solo una. Por cada recorrido se muestra el número de épocas observadas en la Figura 30.

A continuación se presentan los resultados del análisis de las categorías que abstrae el concepto de época. Los resultados de aquí en adelante se presentan tomando todos los recorridos en conjunto, con el objetivo de que sea más claro para el lector.

Naturaleza de los eventos. Esta categoría especifica el tipo de conflicto, choque o incidente que ocurrió (El evento más perjudicial o que potencialmente pudo serlo). En total se detectaron 13 tipos de naturalezas, los dos principales fueron: conflicto con un obstáculo u objeto (CO) y conflicto con vehículo por delante (CVD) cubriendo un 86.17% del total de épocas capturadas. Mientras que, conflicto con peatón (CP), conflicto con vehículo estacionado (CVE), conflicto con vehículo de carril adyacente en la misma dirección (CVCA) y conflicto con vehículo que se mete al carril (CVM) cubren un 9.05%. El resto de las naturalezas cubrieron en conjunto el 4.78% restante. Esto se visualiza en la Figura 31.

De lo anterior se observó que la mayor interacción fue con objetos en el camino (ej. Anomalías), en segundo lugar vehículos y en tercer lugar peatones, para esta muestra de datos.

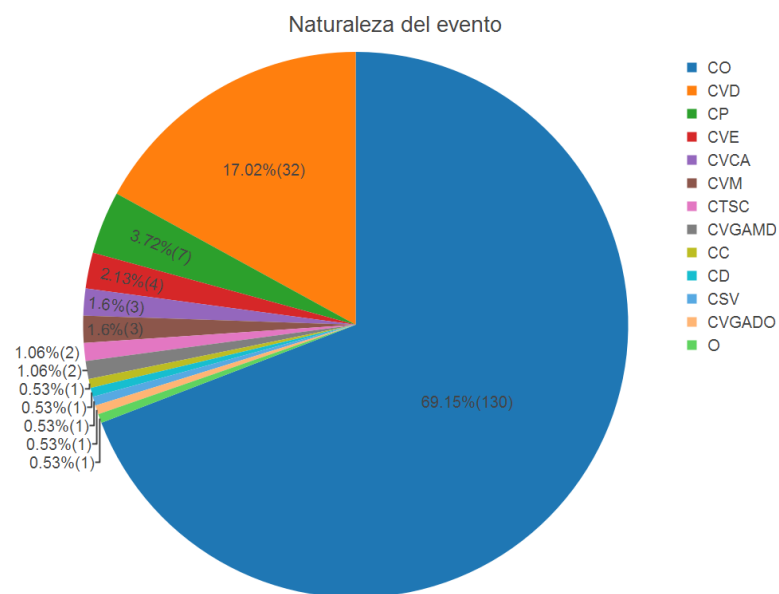


Figura 31. Naturaleza de los eventos (épocas)

Tipos de incidente. Indica el tipo de incidente que se codificó (es similar a la naturaleza), se mantuvo por compatibilidad con el esquema original. En este caso se observó que los dos tipos principales fueron: interacción con anomalías con un 65%; después, (casi) contacto con otro vehículo de enfrente en su parte trasera (ETGA) con 21%; mientras que el 14% restante de los incidentes fue con peatones (P) u otro tipo de maniobras con otros vehículos.

Severidad del evento. Indica la gravedad de todos los sucesos que ocurren en la vialidad: choque, casi-choque, incidente, etc. Este inicia con el factor precipitante y termina con la maniobra evasiva. Esta clasificación se basa en que tan abrupta fue su maniobra evasiva. Las épocas se clasificaron en tres niveles: sin conflicto con 72.87%, relevante a un choque 22.34% y casi choque 4.79%. El hecho de que la mayor cantidad de épocas se clasificara sin conflicto habla de que existe una reacción anticipada del conductor a los factores precipitantes. Algo importante fue ver que durante el estudio nunca ocurrió algún choque.

Factores precipitantes (FP). Es el estado del ambiente de manejo o la acción del conductor u otro participante que provoca un choque, casi-choque o incidente, este sucede fuera del vehículo y es una acción no un comportamiento (ej. usar el celular). Las seis categorías de factores precipitantes obtenidos se muestran en conjunto para mejor visualización.

Se observaron 15 factores precipitantes, de los cuales, el factor vialidad en malas condiciones (VMC) cubrió 68.62% (ej. anomalías de la vialidad). Enseguida los factores más importantes fueron, vehículos que se detuvieron en el camino por un tiempo indeterminado (ADM2S) con 7.98%, los que viajaban a una velocidad más lenta (AMDVCL) con 7.45% y los que se detuvieron por un par de segundos (ADDL2S) con 4.79%. El factor otro objeto en la vialidad fue 2.13%.

Por su parte los peatones en la vialidad cubrieron el 2.13%, los que se iban aproximando a la vialidad fueron el 1.6% y un ciclista en la vialidad (CTNMEV) con 0.53%. El resto de factores fueron diversas acciones de otros vehículos por invadir el carril en el que manejaba el conductor evaluado.

De esto puede observarse que los conductores tuvieron una mayor interacción con elementos provocados por las malas condiciones de la vialidad, mientras que el segundo factor muestra que las acciones de otros vehículos tienen que ver con la velocidad y el frenado, afectando más que las acciones aberrantes. Por su parte los peatones presentan una baja frecuencia de interacción. Esto se muestra en la Figura 32.

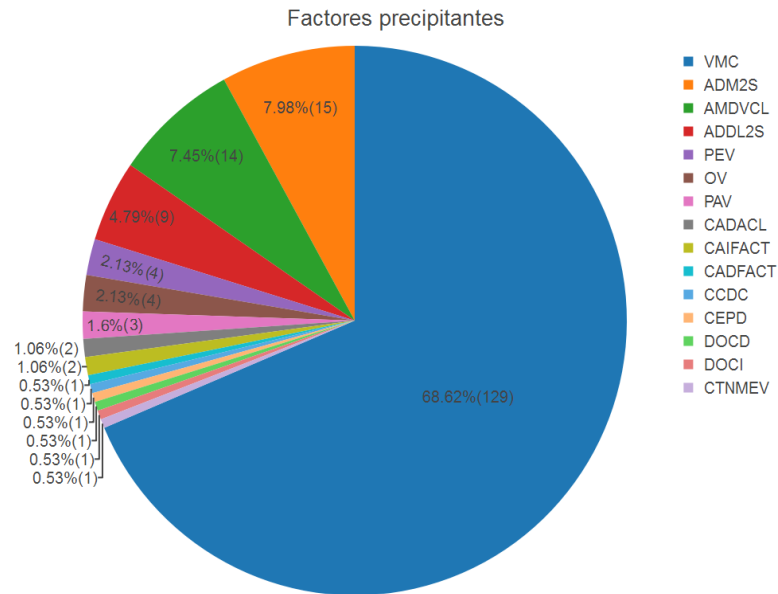


Figura 32. Factores precipitantes

Maniobras previas (MP). Es la última acción que el conductor evaluado realizó justo antes de que sucediera un factor precipitante. Se capturaron seis tipos de maniobras previas, de las cuales, ir derecho a velocidad constante (DVC) en el carril cubrió poco más de una tercera parte con 35.11%; ir desacelerando en el carril (DC) cubrió 33.51% y acelerar en el carril cubrió el 28.19%. En conjunto estar detenido (PC), girar a la izquierda (GI) y evadir un objeto (MEOBJ) cubrieron el porcentaje restante. Esto se puede observar en la Figura 33.

Maniobras evasivas (ME). Es la reacción o maniobra evasiva realizada por el conductor evaluado en respuesta al factor precipitante. Se observaron 17 tipos de maniobras evasivas. El tipo más frecuente fue no realizar ninguna maniobra (NHME) con un 30.32%, distintas razones pueden dar pie a este comportamiento, por ejemplo,

algunos conductores pudieron pasar sobre alguna anomalía que generó algún golpe en su vehículo. Por parte de las reacciones realizadas, los conductores decidieron desacelerar (DS) el 26.06% de las veces; acelerar y evadir dentro del carril dirigiéndose a la izquierda (DIDC) el 9.04%; solo evadir dentro del carril (DDDC) el 5.85%; cambiar al carril derecho (CCD) el 4.26% e igual porcentaje al lado izquierdo (CCI). Mientras que frenar (F) cubrió el 3.72%; acelerar(A) el 3.19%.

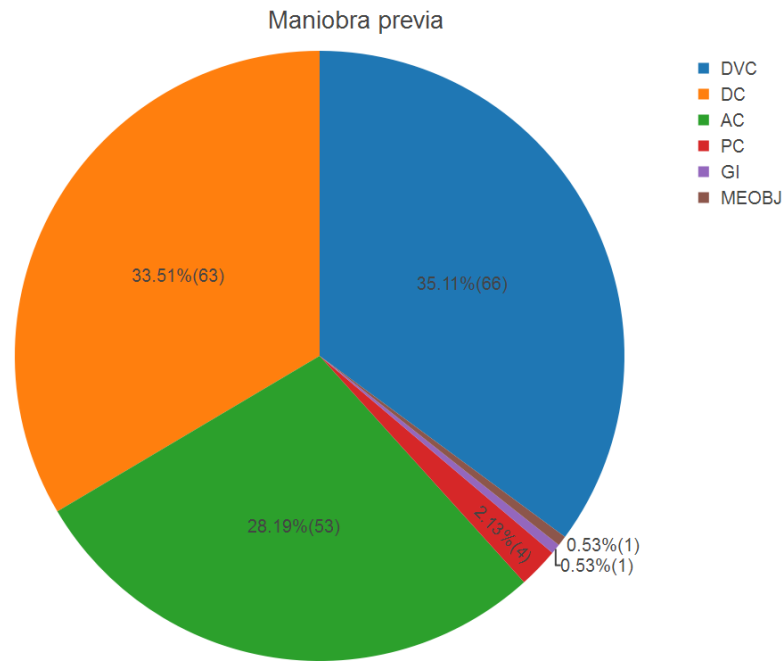


Figura 33. Maniobras previas

Las demás maniobras evasivas cubrieron el porcentaje restante. De esto se puede observar que en muchas de las ocasiones los conductores omitieron una acción o simplemente disminuyeron la velocidad. En otros casos con solo moverse dentro del carril fue suficiente y menos frecuente fue necesario hacer cambios de carril, frenar o acelerar abruptamente.

Control posterior. Es la acción realizada por el conductor evaluado después del factor precipitante. Se observaron nueve tipos de maniobras posteriores. Las tres principales maniobras posteriores conllevaron mantener el carril, lo que varió fue cómo controlaron su velocidad, el 38.3% la aumentó (MCCOAV); el 34.04% mantuvo su velocidad

constante (MCCOVC) y finalmente el 14.89% la redujo (MCCORV). El conjunto de las maniobras de control posterior cubrieron el porcentaje restante.

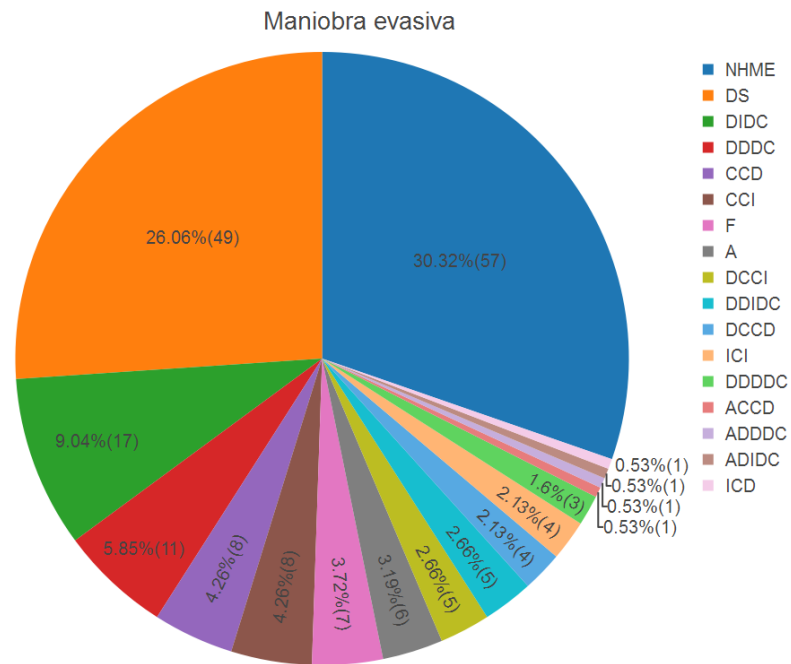


Figura 34. Maniobra evasiva

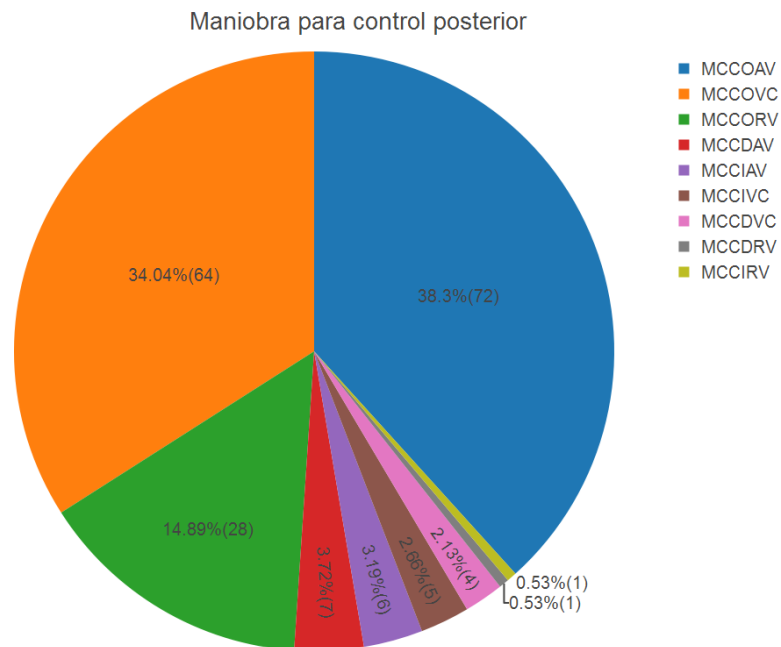


Figura 35. Maniobra para control posterior

Si esto se compara con las ME, puede observarse, que es coherente ver este tipo de comportamiento, dado que, las ME conllevaron pocos cambios de carril y más cambios de velocidad.

Factores contribuyentes

Comportamiento del conductor. Factores que propiciaron que sucediera o evitara el factor precipitante. El 93.62% de las veces no hubo ningún comportamiento del conductor, el resto del porcentaje se desglosa en los siguientes comportamientos: pasar sobre una anomalía (BPA), exceder el límite de velocidad (ELV), evitar otro vehículo (EV), exceder la velocidad segura sin sobre pasar el límite de velocidad (EVSNLV), hacer semi alto (VAS), pasarse un semáforo en rojo (VSPISR).

Aunque los resultados muestran que los conductores en pocas ocasiones tuvieron un comportamiento que pudiera influenciar el que ocurriera un incidente, se observa que en los casos que si sucedió, de nuevo jugó un papel importante la velocidad y los señalamientos para regularla.

Visión oscurecida. Factores visuales que pudieron contribuir a causar el factor precipitante. No se encontró ningún caso donde la visión fuera un factor contribuyente.

Factores ambientales - Ambiente de manejo

Clima. Condiciones climáticas al inicio del factor precipitante. El 77.66% de las épocas fueron capturadas durante un clima nublado (UN), mientras que el 22.34% el día estaba despejado. Esto puede ser por la temporada en que se realizó el estudio y el horario en que se capturaron los recorridos.

Luces. Iluminación del ambiente de manejo al inicio del factor precipitante. El 94.66% de las veces hubo luz de día (LD) mientras que el 5.32% fue en el atardecer (AT).

Condiciones de la superficie. El tipo de superficie que puede afectar el coeficiente de fricción al inicio del factor precipitante (No se refiere a la calidad del pavimento).

La superficie permaneció seca (S) el 93.62% de las veces, mojada (M) un 5.85% y solo en una ocasión hubo fango o lodo (LF) con el 0.53%.

Densidad tráfico. Nivel de densidad de tráfico al inicio del factor precipitante. El 85.64% de las veces hubo flujo libre (FL), mientras que el 14.36% hubo ciertas restricciones (FAR).

Factores ambientales - Infraestructura

Control tráfico. Tipo de señal de tráfico aplicable al conductor evaluado, al inicio del factor precipitante. Aunque en el estudio de estado de vialidad se encontraron una gran cantidad de señalamientos, en este estudio se encontró que el 83.51% de las veces no hubo una señal de tráfico cerca (NECT), sin embargo la razón más frecuente cuando lo hubo fueron los semáforos (SEM) con 12.23% y los altos (SA) con 2.13%. El resto del porcentaje los cubrieron dos señales de baja velocidad (SBVP), un oficial de tránsito (OV) y una señal de no pasar (SNP).

De esto se puede visualizar que en efecto las señales con más frecuencia en la ciudad (semáforos y altos), también fueron las que aparecieron con más frecuencia, cuando fue el caso.

Alineación. Descripción geográfica (forma e inclinación) de la vialidad que se adapte mejor a la situación, al inicio del factor precipitante. Las épocas sucedieron el 89.89% de las veces en calles rectas y planas (CRP); el 5.32% en calles rectas con inmersión (CIR); el 4.26 en calles rectas con pendiente (PCR); y el 0.53% en calles curvas con pendiente (PCC).

Localización - Carril posición relativa. Carril en el que se desplaza el conductor evaluador al inicio del factor precipitante. El 52.13% de las épocas sucedió cuando un participante circulaba en el carril izquierdo (CI), que según el reglamento de tránsito de Ensenada es para tráfico rápido; mientras que hubo una ocurrencia de las épocas en un 23.94% tanto para el carril central (CC) como para el derecho (CD).

Número de participantes. Es el número de participantes (otros que el conductor evaluado) involucrados en el evento o que restringe la capacidad del conductor evaluado para maniobrar al inicio del factor precipitante. Solo en dos ocasiones hubo más de un participante implicado en las épocas. Sin embargo, solo se codificaron los datos para el participante que causó el factor precipitante.

Ubicación del participante. Posición del otro vehículo, peatón, ciclista, animal u objeto que está involucrado en el evento o que restringe la capacidad del conductor evaluado para maniobrar al inicio del factor precipitante. El 80.32% de las veces el participantes estuvo enfrente (E); el 10.64% estuvo enfrente a la derecha (ED); del lado izquierdo enfrente cerca del asiento del conductor (ALIAF) y enfrente a la izquierda tuvieron (EI) 3.27% de ocurrencia, cada uno; por ultimo del lado derecho cerca del asiento del conductor (ELDAF) tuvo 1.6%.

Tipo de participante. Tipo de participante involucrado en el evento o que restringe la capacidad del conductor evaluado para maniobrar al inicio del factor precipitante. Se observaron 11 tipos de participantes. La mayoría de los participantes que provocaron al menos un factor precipitante fueron, anomalías (ANOM) con un 81.7%; enseguida fueron vehículos de diferentes tipos: automóviles sedan (AUT) fueron el 12.77%; minivans (MVE) y Pickups (PIC) cada uno 3.72%; trailers (TRAILC) 2.66 %; Micros (MIC). El resto de participantes cubrió el porcentaje remanente.

Anomalía. Es el tipo de anomalía de la vialidad con la que interactúa el conductor, ya sea como factor precipitante o factor contribuyente y corresponde a los valores del esquema de anomalías descritos previamente. Se observaron 19 tipos diferentes de anomalías con las que interactuaron los conductores. Tres ocurrencias fueron como factor contribuyente y el resto fue factor precipitante. Los 10 tipos principales de anomalías fueron: reparaciones abultadas (ARep) con 14.39%; grupo de baches y zanjas (GA2RBZs) con 12.12%; vados (IBa) con 11.36%; baches u hoyos (ABoHoC) con 10.61%; grupos de baches y elevaciones en un hundimiento (GA2BHCEs) también con 10.61%; reparación abultada con una zanja encima (GARZ) con 8.33%; un tope artificial (IT) con 7.58%; grupo de zanjas sobre una reparación abultada (GA2ZEs) con 6.82%; desnivel entre la junta de dos segmentos como un escalón (AEsc) con 6.06%;

una reparación abultada que además tiene una elevación como un bulto o tope (GART) con 3.79%. Las anomalías restantes cubren el porcentaje que falta de aparición la mayoría con solo una incidencia. Esto puede observarse en la Figura 37.

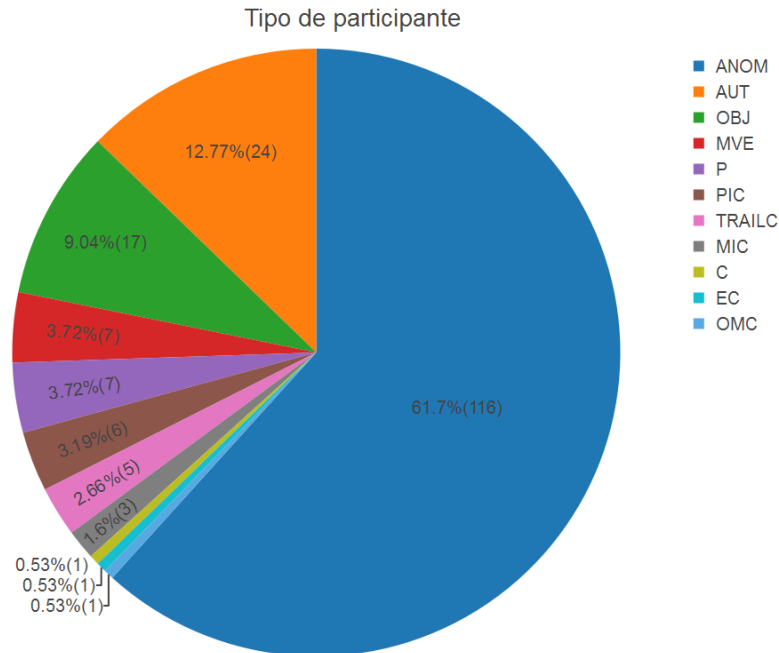


Figura 36. Tipo de participante

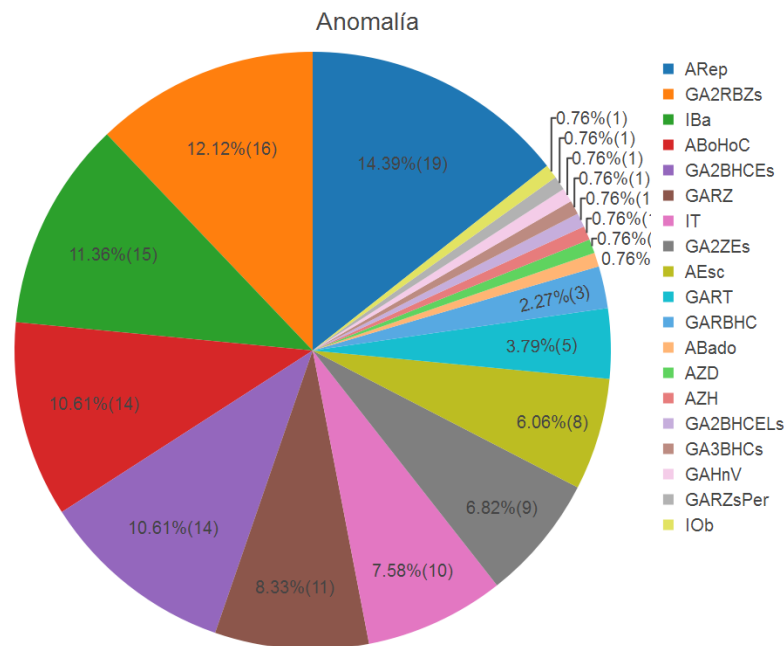


Figura 37. Anomalías de la vialidad

Estos resultados muestran que la mayor interacción fue con anomalías individuales (casi un 40%), esto es coherente con los resultados del estudio de estado de vialidad, donde también se mostró que este tipo de anomalías individuales son las que se presentaron con más frecuencia se presentan en las vialidades de la ciudad. Sin embargo, en más del (30%) de las ocasiones los conductores tuvieron que interactuar con anomalías compuestas que pudieron implicar maniobras abruptas. Por su parte los elementos de la infraestructura, afectaron casi en un 20% de las ocasiones (vados y topes).

Participante maniobra previa. Es la maniobra previa del participante que causó el factor precipitante (si fue esta existió), es similar a la definición de maniobra previa que se definió para el conductor evaluado. Las cuatro principales maniobras previas de los participantes fueron: Otras (O) con 71.28% esto es a causa de que muchos de los factores precipitantes fueron anomalías; seguido de dirigiéndose hacia adelante (DHE) con 14.89%; después ambos, parado en un carril de vialidad (PC) y derecho a velocidad constante (DVC) con 3.19%. El resto del porcentaje las cubrieron Giro a la izquierda (GI), salir desde estacionamiento (DLE), giro a la derecha (GD) , cambio de carril (CC), maniobrar para evitar otro vehículo (MEV) y un caso no se pudo determinar esta información (NAD).

Participante acción correctiva. Es similar a la definición de maniobra evasiva para el conductor evaluado, pero aplicada al participante que causó el factor precipitante (si es el caso). En este caso de igual manera, la omisión de la maniobra evasiva (NHME) fue la que obtuvo el mayor porcentaje, siendo del 82.98% de incidencia; enseguida, fueron el frenado (F) con 11.17%; aceleración (A) y desaceleración (DS) con 1.6% cada uno. Restaron otras cuatro maniobras previas que cubrieron el porcentaje faltante.

Comportamiento participante. Es similar a la definición de comportamiento del conductor evaluado, pero aplicada al participante que causó el factor precipitante (si es el caso). El 72.87% no hubo una maniobra posterior. Del resto de las épocas, las cuatro principales razones fueron: Parada repentina en el camino (PRIC) con 12.77%; manejar lento en relación al tráfico (MLRTNDLV) con 4.79%; estacionarse en un lugar

inapropiado (ELIP) con 2.13% y manejar debajo del límite de velocidad (MLDLV) con 1.6%. Los nueve comportamientos restantes cubrieron el porcentaje faltante.

5.3. Resumen y Conclusiones

En este capítulo se describió la realización de dos estudios de observación en la ciudad de Ensenada, B.C, México y el análisis de los datos obtenidos de estos estudios. El primero con el objetivo de conocer el estado de las vialidades y el segundo con el fin de conocer como los factores exógenos del ambiente afectan en el comportamiento de manejo de los conductores. En el primer estudio se determinó que los señalamientos que se presentan con mayor frecuencia en las vialidades elegidas, son semáforos y altos; respecto al estado de la vialidad se observó que existe una mayor cantidad de anomalías individuales (ej. baches, escoriaciones y zanjas) a lo largo de la vialidad; se observó que la densidad de este tipo de anomalías se incrementa más en zonas residenciales, al igual que la aparición de anomalías compuestas.

Para el estudio de comportamiento de manejo, se realizaron campañas de sensado. Del total de videos obtenidos solo se codificaron 23 videos para realizar el análisis. De esta muestra se analizaron las interacciones entre el ambiente de manejo y los conductores mediante el concepto de época que permite abstraer en 23 categorías, que cubren los factores del ambiente, maniobras de manejo, participantes y otra metainformación. Del análisis de los datos se pudo observar que los conductores tuvieron una mayor interacción con elementos de la vialidad como son las anomalías, enseguida con vehículos y al final con peatones u otros tipos de participantes. Se pudo constatar que interactuar con elementos de la vialidad, no siempre conllevó a realizar una maniobra evasiva, mientras que, en el caso de realizarla, la mayor parte de las veces solo se buscó controlar la velocidad y/o realizar un movimiento lateral dentro de los carriles; sin embargo también hubo ocasiones en las que se necesitaron maniobras más abruptas como frenado, aceleración o cambios de carril. Solo en pocas ocasiones hubo un señalamiento de tránsito durante una época, en los casos cuando hubo, fueron los semáforos y señales de alto los que se presentaron con mayor frecuencia. Por parte del tipo de vialidad la mayoría de las épocas se presentó en calles rectas y planas. Finalmente se observó que los participantes interactuaron con distintas clases de

anomalías; si bien la tendencia siguió prevaleciendo hacia una mayor interacción con anomalías individuales, también hubo una cantidad considerable de interacciones con anomalías compuestas. Además, de los resultados de los estudios de observación, se obtuvieron como productos intermedios, tres esquemas de codificación; estos se utilizan para el diseño e implementación de la ontología descrita en el capítulo seis. Los datos capturados permitieron crear dos bancos de datos, uno por cada estudio realizado; el que corresponde al estudio de comportamiento, se utilizó en la evaluación de la ontología descrita en el capítulo siete.

Capítulo 6. Diseño e implementación de la base de conocimientos

En este capítulo se describe el diseño e implementación de una base de conocimientos (BC), la cual se compone de una ontología modular en perfil OWL2 DL, nombrada *ndsOntology*³² y la formalización de los datos capturados en el estudio de comportamiento de manejo presentado en el capítulo cinco. Se describe la metodología empleada para el diseño de la ontología *ndsOntology*. Se abordan los requerimientos y se explica cómo los elementos modelados en la ontología permiten satisfacerlos; se describe también el procesamiento y formalización de los datos capturados para incorporarlos a la base de conocimientos. Se incluye un resumen y las conclusiones al final del capítulo.

6.1. Métodos de diseño e implementación de la base de conocimientos

Diseño

El diseño de la ontología se conceptualizó utilizando los siguientes recursos: preguntas de competencia descritas en este capítulo, los conceptos, esquemas de anomalías y de comportamiento de manejo, desarrollados en el capítulo cinco. Se siguió un diseño modular, por lo que, la ontología final se compone de ontologías independientes que modelan una parte del dominio a tratar. Se usó un enfoque egocéntrico, es decir, que toma como referencia la perspectiva del conductor que realiza el recorrido. Además se realizó un sistema para procesar y formalizar la información que se almacenó en la BC.

³² nds son las siglas en inglés de naturalistic driving study.

Implementación

Para formalizar la ontología se utilizó el lenguaje OWL2, en un perfil DL ya que provee la máxima expresividad del lenguaje para hacer uso de razonadores semánticos. Se utilizó un nombre de espacio diferente tanto para cada ontología individual como para la ontología final. Se buscó también utilizar patrones y ontologías existentes en la literatura.

Herramientas

Se utilizó el ambiente de edición de ontologías Protégé³³ que permite formalizar las ontologías en el lenguaje OWL2 y serializarlas en diferentes sintaxis. Al mismo tiempo, integra las herramientas de visualización OWLViz³⁴ y OntoGraf³⁵ (usadas para generar las imágenes en este capítulo) y razonadores semánticos.

A continuación se presentan las preguntas de competencia que guiaron el diseño de la *ndsOntology*; después, se describen los módulos de la ontología y sus elementos (clases y propiedades) que permiten responder a cada pregunta de competencia. Finalmente se describe el procesamiento y materialización de los datos que contiene la BC.

6.2. Preguntas de competencia

Las preguntas de competencia surgen de las categorías del estudio contextual, del concepto de época y de los diferentes esquemas de codificación. Por lo que la completitud del dominio modelado dependió de los resultados obtenidos en las etapas previas. Las primeras preguntas abordan información del dominio de manejo, que se refiere a los factores exógenos y a las maniobras realizadas por el conductor evaluado u otros participantes durante una época.

³³ <http://protege.stanford.edu>

³⁴ <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OWLViz>

³⁵ <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoGraf>

1. **¿Cuál son las categorías que definen la estructura de una época?**
2. **¿Cuáles son los factores exógenos que afectan en la manera de conducir de las personas?**

- a. ¿Cuál fue el factor precipitante (causa) de una maniobra evasiva de un conductor?

En las siguientes preguntas se debe anteponer la frase “al inicio del factor precipitante”:

- b. ¿Cuál fue el comportamiento del conductor?
- c. ¿Cuál fue el factor que obstruyó la visión del conductor?
- d. ¿Cuál era el clima?
- e. ¿Cuál era la iluminación (Luz)?
- f. ¿Cuál era la condición de la superficie de la vialidad?
- g. ¿Cuál era la densidad de tráfico?
- h. ¿Qué señalamiento para el control de tráfico estaba presente?
- i. ¿Cuál era la alineación de la vialidad?
- j. ¿Cuántos participantes estuvieron involucrados?

Las siguientes preguntas hacen referencia al participante que causó el factor precipitante.

- k. ¿Qué tipo de participante era?
 - l. ¿Cuál era la posición relativa del participante con respecto al vehículo evaluado?
 - m. ¿Cuál fue la maniobra previa realizada por el participante?
 - n. ¿Cuál fue la acción correctiva realizada por el participante?
 - o. ¿Cuál fue el comportamiento del participante?
3. **¿Cómo afectan los factores exógenos en la manera de conducir de las personas?**
 - a. ¿Cuál fue la maniobra previa realizada?
 - b. ¿Cuál fue la maniobra evasiva realizada?
 - c. ¿Cuál fue la acción correctiva realizada?

Las siguientes preguntas permiten clasificar las épocas según su severidad, naturaleza o tipo:

4. ¿Cuál es la clasificación de la época?

- a. ¿Cuál es la severidad del evento?
- b. ¿Cuál es la naturaleza del evento?
- c. ¿Cuál es el tipo de incidente?

Con el objetivo de obtener los atributos de movimiento del vehículo se propusieron las siguientes preguntas:

5. ¿Cuáles son los atributos cuantitativos de las maniobras del vehículo?

- a. ¿Cuál era la velocidad, las revoluciones por minuto (rpm) y aceleración en las coordenadas x, y, z cuando el vehículo realizó una maniobra?
- b. ¿Cuáles son los sensores que componen al vehículo?

Se definieron tres preguntas que capturan la necesidad de modelar información espacio temporal:

- 6. ¿En qué lugar sucedió una época o una maniobra?
- 7. ¿Cuáles son las épocas que sucedieron en un intervalo de tiempo?
- 8. ¿Cuáles son las maniobras que sucedieron en horarios más concurridos en una fecha dada?

Se plantearon las siguientes preguntas de competencia, para comprender el comportamiento de manejo como parte de las trayectorias de movilidad:

- 9. ¿Cuáles son las trayectorias de un participante o grupo de participantes?
- 10. ¿En qué secciones de la trayectoria sucedieron épocas y en cuáles no?

Para capturar información de las rutas de transporte se planteó la siguiente pregunta y sus incisos:

11. ¿Cuál es la información de las vialidades relacionadas con los recorridos de los participantes?
 - a. ¿Cuáles son las vialidades de la ciudad?
 - b. ¿Qué participantes pasaron por un segmento de vialidad dado?
 - c. ¿Cuáles son las anomalías en un carril de un segmento de la vialidad?
 - d. ¿Cuál es la velocidad permitida en un segmento de vialidad?
 - e. ¿Cuáles son las calles donde sucedieron las épocas de un recorrido del conductor?

De manera adicional, se plantearon las siguientes preguntas de competencia para modelar información capturada en el estudio de comportamiento de manejo:

12. ¿Cuáles son los datos demográficos de un conductor?
13. ¿Cuál es el estado de salud de un conductor al inicio del estudio?
14. ¿Cuáles son las respuestas de un conductor al cuestionario de comportamiento de manejo (SQDB)?
15. ¿Cuáles son los estudios de manejo realizados?
16. ¿Cuáles son las rutas y los grupos de conductores que pertenecen a un estudio de manejo?
17. ¿Cuáles son los participantes de un estudio de manejo y a que grupo pertenecen?
18. ¿Cuál es el estado del vehículo al inicio el estudio?

En primer lugar, con el fin de responder a preguntas sobre la estructura de una época (**pregunta 1**), se definió la ontología *ndsEpoch*, compuesta de 24 clases, 32 propiedades de objeto y una propiedad de datos. Las clases de esta ontología modelan de manera genérica los factores y maniobras que suceden durante una época, tal como se definió en el capítulo cinco, ver Figura 26, estas corresponden a su vez a las categorías del esquema de codificación de comportamiento (ver, Tabla 7) de manejo que pueden consultarse en el Anexo 9 . La jerarquía de clases puede visualizarse en la Figura 38, donde la relación *is-a* indica especialización (La flecha apunta hacia un concepto más general).

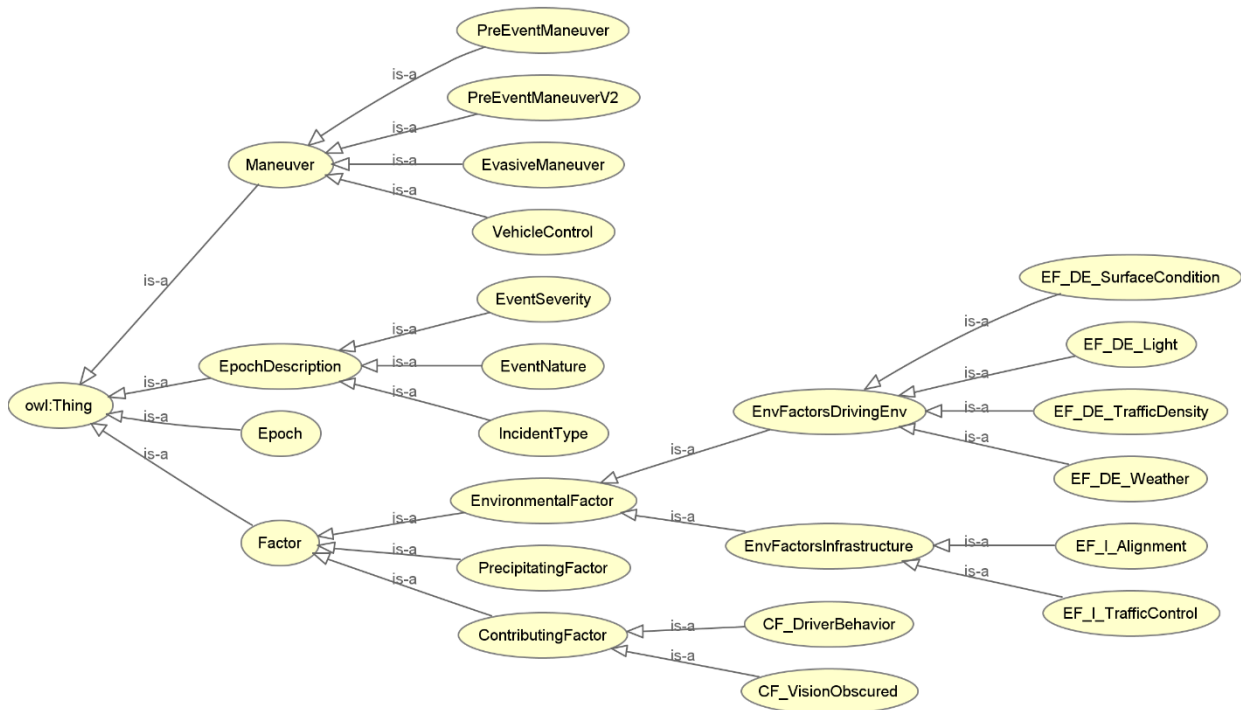


Figura 38. Jerarquía de clases que componen la ontología *ndsEpoch*.

Por ejemplo, la clase *PreEventManeuver* representa una maniobra previa a que se suscitara un factor precipitante (*PrecipitatingFactor*) y provocara una maniobra evasiva (*EvasiveManeuver*). La clase *EF_DE_SurfaceCondition* representa las condiciones de la vialidad en términos de humedad. La definición de las clases restantes puede consultarse en el esquema de comportamiento de manejo, ver Anexo 9.

Se definió una propiedad de objeto para cada una de las clases más especializadas de la ontología *ndsEpoch*, excepto para la clase *Epoch*. Estas propiedades ligan la clase *Epoch* (Dominio) con la clase especializada (Rango), como se muestra en la Figura 39, donde la dirección de la flecha va desde el dominio (*Epoch*) hacia el rango (clase diferente a *Epoch*). La nomenclatura muestra el nombre de cada una de las propiedades y su color correspondiente. Por ejemplo *hasVisionObscured* liga un factor, que pudo obstruir la visión del conductor previo al factor precipitante, a una época específica.

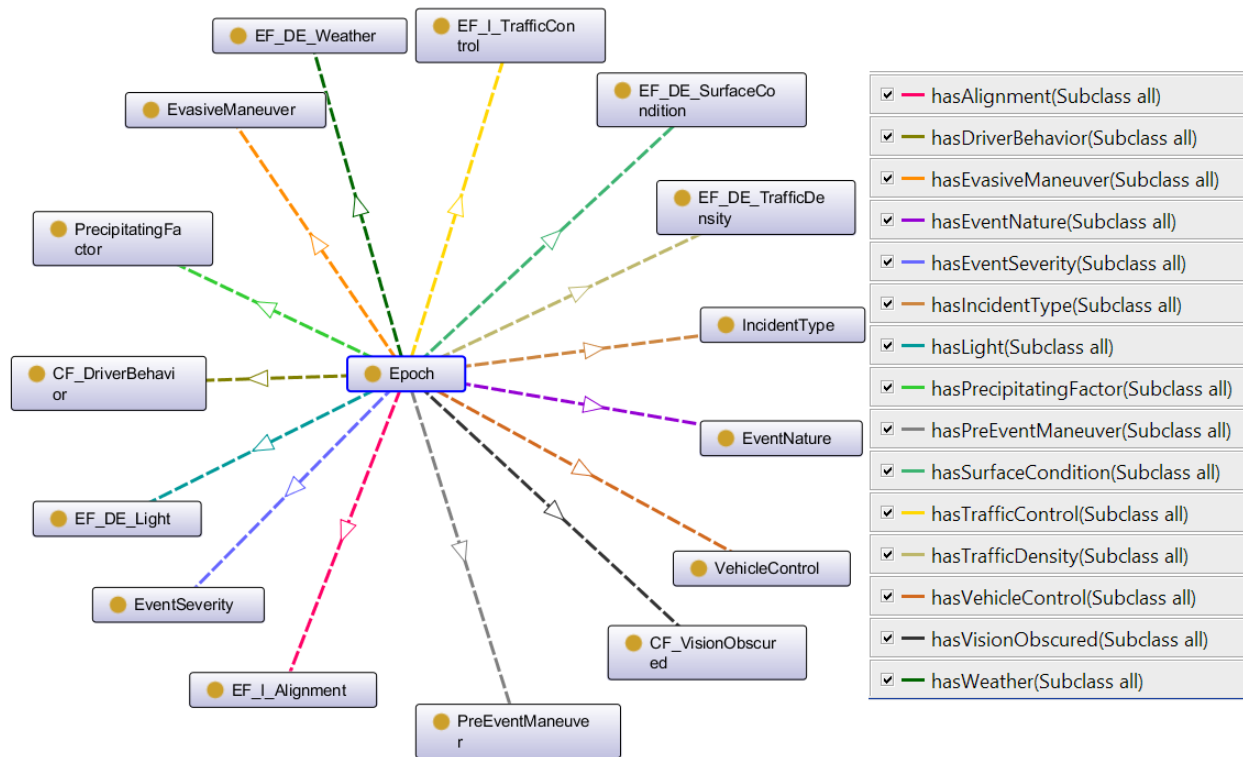


Figura 39. Extracto de las propiedades de la ontología *ndsEpoch*.

Otro conjunto de propiedades de objeto se describen en la Tabla 10, estas no tienen un rango o dominio asignado, con el objetivo de tener una ontología modular y adaptable con otros vocabularios. Se definió también la propiedad de datos *hasNumberOfParticipants* que liga una época (*Epoch*) con el número de participantes que interactuaron con el conductor. Esta permite responder a la **pregunta 2 j)**. Adicionalmente, se definieron propiedades con el único fin de hacer legible la ontología. Cabe aclarar que algunas clases no se usan directamente pero sirven en los procesos de inferencia *Maneuver*, *EpochDescription*, *Factor*, *EnvironmentalFactor*, *EnvFactorsDrivingEnv* o *EnvFactorsInfrastructure*, *ContributingFactor*.

Enseguida se ejemplifica el uso de la *ndsEpoch* para responder si ocurrió un factor precipitante (un caso específico de la **pregunta 1**). Se parte de una época (*Epoch*) conocida, y tomando la relación *hasPrecipitatingFactor*, se puede saber si hay una instancia relacionada de *PrecipitatingFactor*. Sin embargo, para saber el tipo de factor

precipitante (ej. pregunta 2a), es necesario tener subclases que especialicen a la *PrecipitatingFactor*.

Tabla 10. Propiedades de la ontología *ndsEpoch* sin dominio ni rango definido.

Nombre	Descripción	Pregunta
hasParticipant	Liga un participante que provocó el factor precipitante (FP) a una época.	2 k)
PreEventManeuverV2	Liga una maniobra previa realizada por el participante que provocó el FP a una época.	2 m)
hasParticipantRelativePosition	Liga la posición relativa del participante que provoca el FP desde la perspectiva del conductor evaluado a una época. Algunas especializaciones son <i>isLeftSideBehind</i> , <i>isRightSideBehind</i> .	2 l)
isEpochOf	Liga una época a otros conceptos como puede ser una trayectoria.	10

Para responder concretamente a las preguntas sobre los factores exógenos (**pregunta 2** e incisos), comportamiento del conductor (**pregunta 3** e incisos) y descripción de época (**pregunta 4** e incisos), se diseñó una ontología llamada *ndsErrors* que define varias subclases para cada clase especializada de la ontología *ndsEpoch* (ej. *EF_DE_Weather*), excepto para la clase *Epoch*. Las subclases corresponden a los códigos del esquema de comportamiento de manejo Anexo 9.

Para responder a la **pregunta 2 a)** se declararon siete subclases de la clase *precipitatingFactor* (PF). En el caso de la clase *PF_OtherVehicleInLane* se declararon siete subclases, que indican acciones realizadas por otros objetos o participantes en el mismo carril en el que se desplaza un conductor evaluado, ver Figura 40. Por ejemplo, la clase *PF_OVL_AheadSlowerConstantSpeed* (derecha-abajo), indica que un vehículo avanza a velocidad constante pero más lenta a la del conductor.

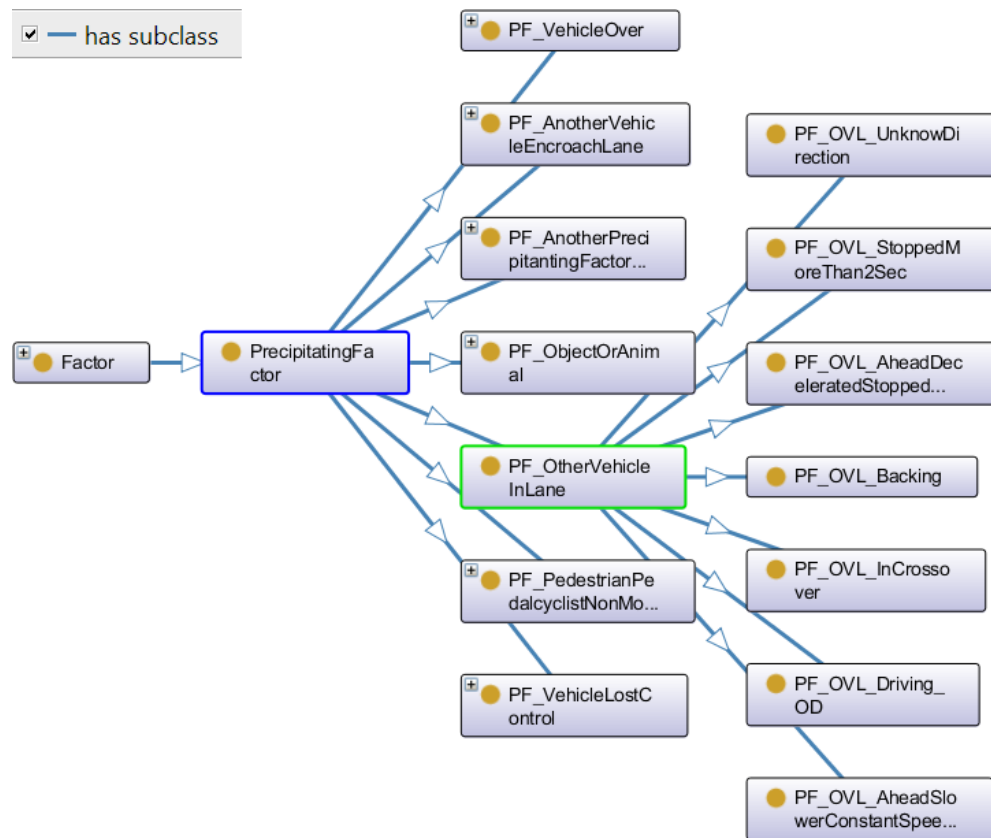


Figura 40. Extracto de subclases de la ontología *ndsError* para responder a la pregunta 2 a).

Para responder a la **pregunta 3 b)** se declararon varias subclases de la clase *EvasiveManeuver* (EM), que indican las maniobras evasivas que pueden ser consecuencia de un factor precipitante, ver Figura 41, donde la flecha apunta hacia un concepto más especializado. Por ejemplo *EM_SteeringLeftInLane* indica que un conductor evaluado se desplazó hacia su lado izquierdo sin salir del carril.

Para responder a las preguntas sobre el tipo de incidente de una época **pregunta 4 c)**, se especializaron las subclases de *EpochDescription*.

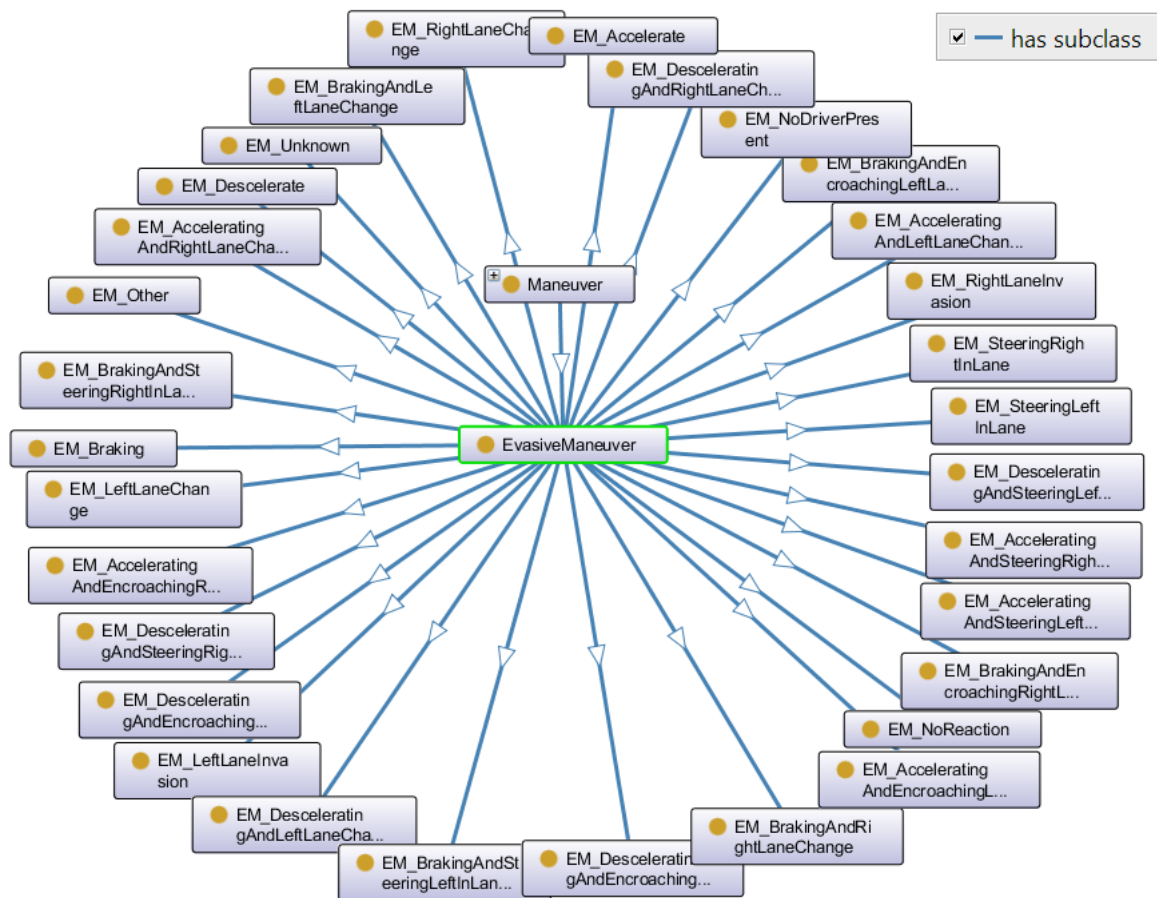


Figura 41. Extracto de subclases de la ontología *ndsError* para responder a la pregunta 3 b).

Para la clase *IncidentType* por ejemplo se declaró una subclase nombrada *IT_JumpOrPassThroughRoadAnomaly*, la cual indica que un conductor evaluado tuvo un conflicto con una anomalía de la vialidad y la subclase *IT_sideswipe_SD* indica que hubo un conflicto con algún vehículo en la misma dirección por alguno de los costados, ver Figura 42.

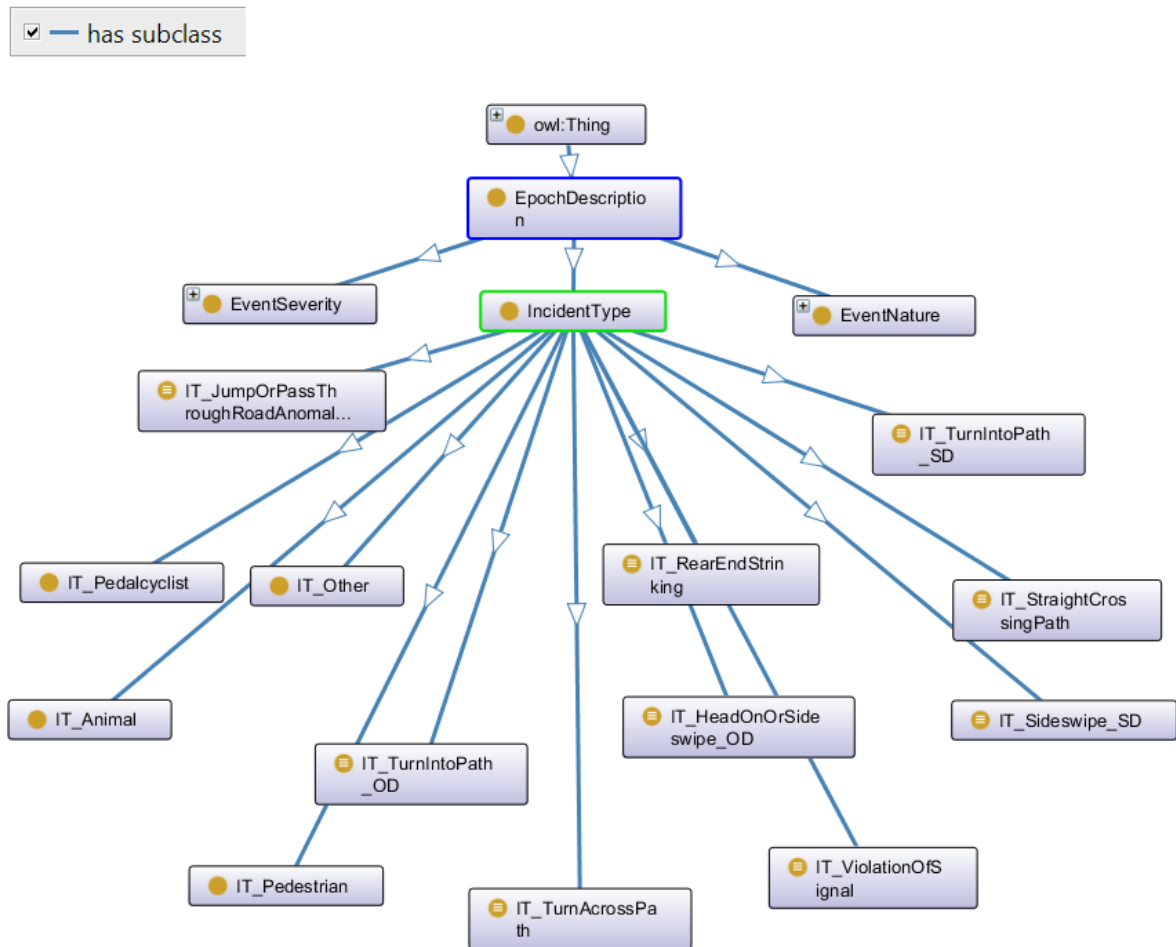


Figura 42. Extracto de subclases de la ontología *ndsError* para responder a la pregunta 4 c).

Una de las principales contribuciones de la ontología, es la especificación de dos vocabularios (ontologías de aplicación) que capturan elementos del ambiente de Ensenada, B.C. México, donde se realizaron los estudios de observación, descritos en el capítulo cinco.

El primer vocabulario ***participantsVocab*** especifica el tipo de participante con el cual se puede interactuar mientras se maneja. Este vocabulario permite responder la **pregunta 2 k)**. Un subconjunto de las clases del vocabulario se muestra en la Figura 43. La clase principal es *Participant*, de ella se derivan subclases que agrupan el tipo de participante y en el siguiente nivel las subclases corresponden a un tipo específico, como es Repartidor de Pizza (*PizzaDeliver*), o un grupo de peatones (*PedestrianGroup*).

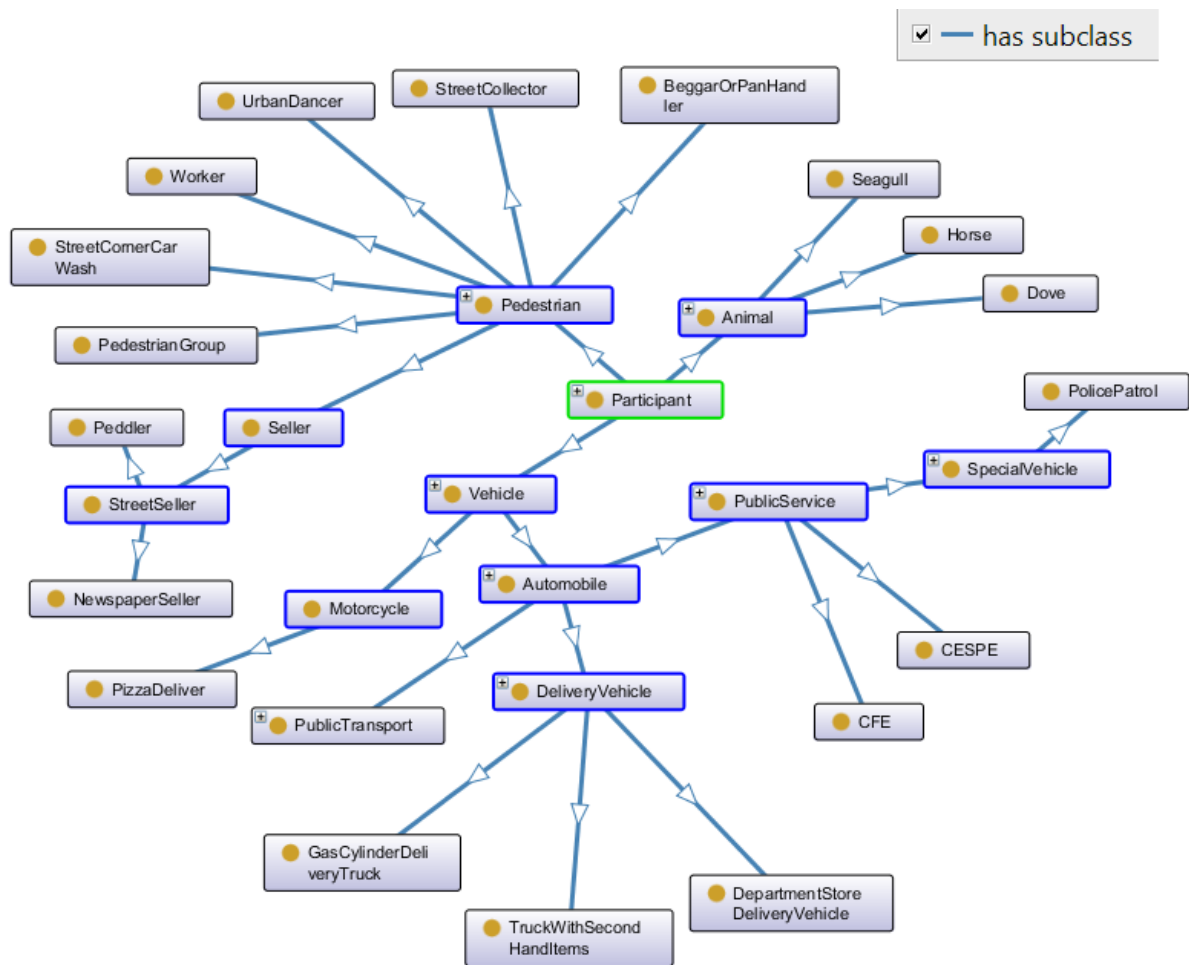


Figura 43. Extracto del vocabulario *participantsVocab*.

El segundo vocabulario *roadAnomaliesVocab* especifica el tipo de anomalías que puede existir en las vialidades por donde transitan los conductores. Permite responder las preguntas 2 a) y 2 b). En la Figura 45 se muestra un subconjunto de las clases del vocabulario que corresponden al ambiente de Ensenada. Este vocabulario se utiliza para especificar el tipo de anomalía, en dos casos: cuando un participante pasó encima de una anomalía previo a un factor precipitante (*FC_CC_JumpOrPassThroughRoadAnomaly*), el cual se muestra en la Figura 44; el otro caso, cuando alguna anomalía fue el factor precipitante (*PF_CL_PoorRoadConditions*) y generó una maniobra evasiva Figura 46.

contestar sobre los atributos de movimiento del vehículo (**Pregunta 5**), se definió la ontología *vehicleVocab* que modela un subconjunto de las partes de un vehículo y de los atributos cuantitativos. Se tomaron conceptos y propiedades de la ontología *TTIControl* (Zhao et al., 2015) . Las clases pueden verse en la Figura 47.

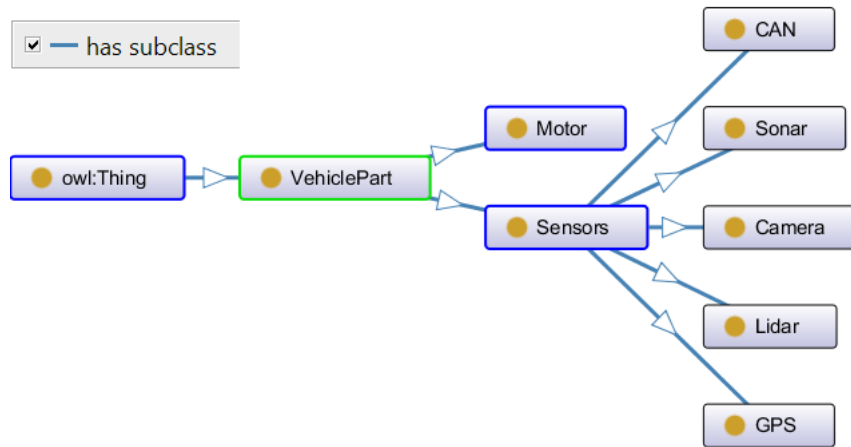


Figura 47. Jerarquía de clases de la ontología *vehicleVocab*.

Para ligar los atributos de movimiento del vehículo, se crearon diferentes propiedades de datos, estas se describen en la Tabla 11.

Tabla 11. Subconjunto de propiedades de la ontología *vehicleVocab*.

Nombre	Descripción	Pregunta
hasAccX, hasAccY, hasAccZ	Liga los valores del acelerómetro en X, Y y Z a un <i>fix</i> .	5 a)
hasSpeed	Liga la velocidad a un <i>fix</i> .	5 a)
hasRpm	Liga las revoluciones a un <i>fix</i> .	5 a)
usedSensor	Liga un sensor en uso al vehículo	5 b)

Se modeló información espacio temporal, que sirve tanto para el dominio de aplicación como para otros elementos de la ontología.

Para responder a las preguntas sobre información espacial se adaptó un fragmento de la ontología *GeoSparql*³⁶, que es una recomendación de la Open Geospatial Consortium (OGC, por sus siglas en inglés) para modelar información geoespacial en RDF (Battle & Kolas, 2011). Se adaptó esta ontología con el fin de cumplir con el perfil OWL2 DL. Por otro lado, para contestar a preguntas sobre información temporal, se reutilizó la ontología *Owl-Time*³⁷. Se eligió parte de la W3C Semantic Web Activity y la cual ha sido utilizada previamente en diferentes aplicaciones (Hu et al., 2013). Además tiene la ventaja de cumplir el perfil OWL2 DL.

El responder a las **preguntas 9 y 10** permite conocer el patrón de movilidad y el patrón de comportamiento de uno o varios conductores. Para lograrlo se reutilizó la ontología (patrón) *Geo-Ontology*, que modela una trayectoria semántica y permite integrarle diferentes ontologías de dominio. La *Geo-ontology* se describe en (Hu et al., 2013) se implementa en (Krisnathi et al., 2015). La ontología se renombro a *semanticTrajectory* y modificó para integrar las ontologías descritas previamente a través de la clase época (*Epoch*). Enseguida se describen los elementos más importantes de esta ontología.

En *semanticTrajectory* se modelan los conceptos de *fix*, segmento (*Segment*), trayectoria semántica (*SemanticTrajectory*) y vehículo (*Vehicle*), las clases y relaciones más relevantes se muestran en la Figura 48. Un *fix* captura la información espacio temporal, liga segmentos, provee información y metadatos a otros elementos de la ontología. La información espacial de un *fix* se modeló ligando cada *fix* a una instancia de la clase *Position* mediante la propiedad *hasPosition*. La clase posición a su vez utiliza la clase *Geometry* de *geosparql* para capturar las coordenadas geográficas. La información temporal se modeló mediante la propiedad *AtTime* que liga un *fix* a la clase *Instant* de la ontología *Owl-Time*. Un segmento (*Segment*) está definido con un *fix* {xi, yi, ti} inicial y uno final {xj, yj, tj}, con $t_i < t_j$ y {xi, yi} no necesariamente tienen que ser diferente de {xj, yj}. Para ligar un segmento con el *fix* inicial y el *fix* final, se utiliza las propiedades *startFrom* y *endsAt* respectivamente. *SemanticTrajectory* une todos los

³⁶www.opengis.net/ont/geosparql

³⁷www.w3.org/TR/owl-time/

segmentos y fixes como un todo en un recorrido; además, sirve de punto de acceso a esta información. Para ligar los segmentos se utiliza la propiedad *hasSegment*.

La clase *Vehicle* tiene dos funciones, ligar un vehículo a sus trayectorias mediante *hasTrajectory* y determinar qué vehículo recorrió un segmento mediante *isTraversedBy*. De esta forma se pueden analizar las trayectorias por vehículo.

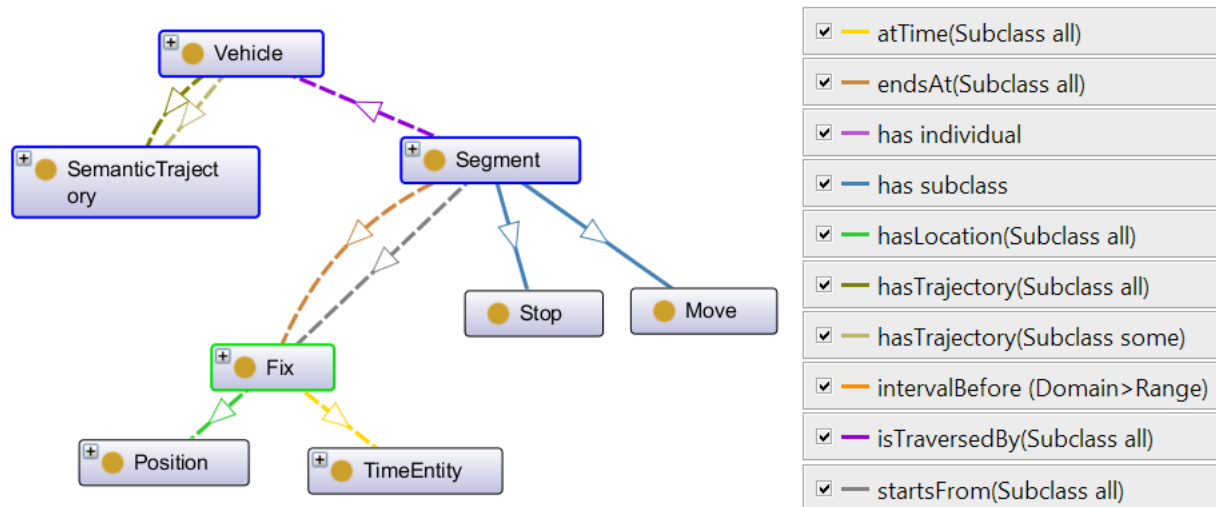


Figura 48. Extracto de clases y relaciones de la ontología *SemanticTrajectory*.

Para integrar las épocas (*Epoch*) a la trayectoria se modeló el patrón de movimiento stop-move. Este patrón permite diferenciar eventos de interés (*Stop*) de otros comunes (*Move*) en una trayectoria, en este sentido las épocas son los eventos de interés. Para lograrlo se definieron dos subclases de la clase *Segment*, una llamada *Move* y otra *Stop*; se definió la clase *Epoch* como subclase de la clase *Stop* para a partir de ella acceder a la información de las ontologías desarrolladas previamente.

Al realizar la herencia, la clase *Epoch* heredó de *Segment* las relaciones *startFrom* y *endsAt* con la que se liga a la época con dos *fix*. Estas propiedades permiten responder a las preguntas espaciales y temporales de las épocas (**Pregunta 6, 7 y 8**) a través de los valores asociados a sus *fix*. Además se declaró la propiedad *hasMetaFix* que

permite asociar más *fix* a un segmento en este caso fue diseñado para usar con *Move*. Con el fin de ordenar temporalmente los segmentos se agregó la propiedad de dato *hasSemTrajectorySegmentId* que liga un *Segment* con un valor entero ascendente, es decir el 0 es el primer segmento en suceder.

La ontología hasta este punto permite analizar las épocas como parte de un patrón de movimiento de manera lógica. Con el fin de agregar información de las rutas de transporte, se responde a la Pregunta 11 e incisos, adaptando la ontología *TTIMap* (Zhao et al., 2015) y se renombró a *TTIMap*; un extracto se muestra en la Figura 49. La clase más abstracta es *RouteOfTransportation*, de esta se derivan la clase *RoadPart* y *RoadType*. Las subclases de la primera modelan partes de la vialidad como segmentos de ruta (*RoadSegment*) o carriles (*Lane*). Las subclases de la segunda modela el tipo de vialidad como una carretera (*Highway*) o vialidades típicas (*OrdinaryRoad*).

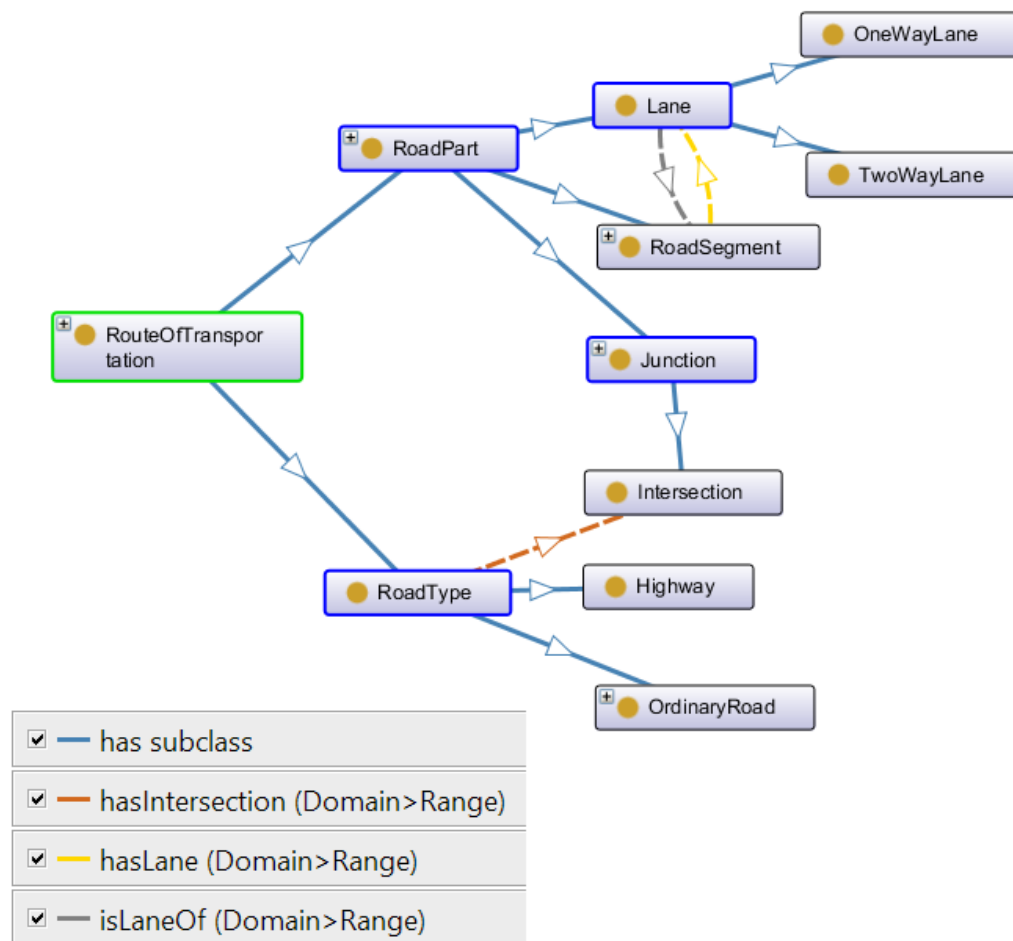


Figura 49. Extracto de la jerarquía de clases de la ontología *TTIMap*.

hasLane permite ligar un segmento de vialidad y sus carriles, *isLaneOf* funciona en sentido inverso. Otras propiedades importantes son las que se describen en la Tabla 12, estas no tienen un dominio y rango definido.

Enseguida se describe brevemente el proceso de inferencia para responder a las preguntas 11 b) y e). Para conocer que calles corresponden a una época (Pregunta 11 e), se liga un identificador de una vialidad de OSM a alguno de los *fix* de la época, mediante *osm_way_id*; de forma similar para los *Moves*.

Tabla 12. Subconjunto de propiedades de la ontología *TTIMap*.

Nombre	Descripción	Pregunta
isConnectedTo	Liga diferentes partes de la vialidad	11 a)
isLaneOf	Liga un carril a un segmento de vialidad	11 a)
hasRoadAnomaly	Liga un carril y una anomalía. Liga una época y una anomalía como FP o FCCC.	11 c) , 2 a) y 2b)
osm_way_id	Liga un elemento de la vialidad con un identificador en OpenStreetMaps(OSM)	11 b) y e)
speedMax	Liga la velocidad máxima de	11 d)

Para responder a la pregunta sobre qué participante pasó por una vialidad (pregunta 11 b), se mantiene una propiedad que liga un conductor con el vehículo que recorrió una trayectoria y esta trayectoria tiene ligados a su vez unos *stop* y *moves*, a partir de estos se puede conocer las vialidades y determinar si alguna coincide con la vialidad de interés.

La *TTIMap* define clases que modelan señalamientos, establecimientos y otras características de la infraestructura en una ruta de transporte, que pueden consultarse en los archivos de la ontología.

En este punto la ontología permite modelar la información necesaria para analizar las épocas, su información espacio temporal y las trayectorias semánticas. Adicionalmente

se modelaron ontologías correspondientes a las preguntas 12 a 18, que modelan información para administrar un estudio de comportamiento de manejo e indirectamente enriquecer las épocas y trayectorias. Enseguida se da un resumen de la funcionalidad de cada una de las ontologías.

- *ndsStudyDescription*: Define la estructura de un estudio de comportamiento de manejo, sus grupos, rutas y participantes por ruta.

Las siguientes ontologías corresponden a los diferentes cuestionarios aplicadas a los participantes del estudio de comportamiento del capítulo cinco.

- *vehicleConditionAndOwnVehicle*: Modela la condición de un vehículo previo al inicio de una campaña de sensado, corresponde al cuestionario de estado de vehículo.
- *driverExperience*: Modela los elementos del cuestionario de reclutamiento que corresponden a la experiencia del conductor.
- *driverHealth*: Modela los elementos del cuestionario de salud del participante previo al inicio de una campaña de sensado.
- *driverProfile*: Modela los elementos del cuestionario de reclutamiento que corresponden a los datos personales del conductor.
- *driverSqdb*: Define los elementos del cuestionario de comportamiento (sqdb).

Además de las ontologías y vocabularios descritos previamente, se definieron diferentes ontologías de alineamiento que definen equivalencias y evitan la ambigüedad entre las clases de las ontologías. Finalmente el conjunto de ontologías que componen la *ndsOntology* se muestran en la Figura 50. La implementación de la ontología puede encontrarse en el sitio³⁸.

³⁸ <http://github.com/navcontext/ndsontology>

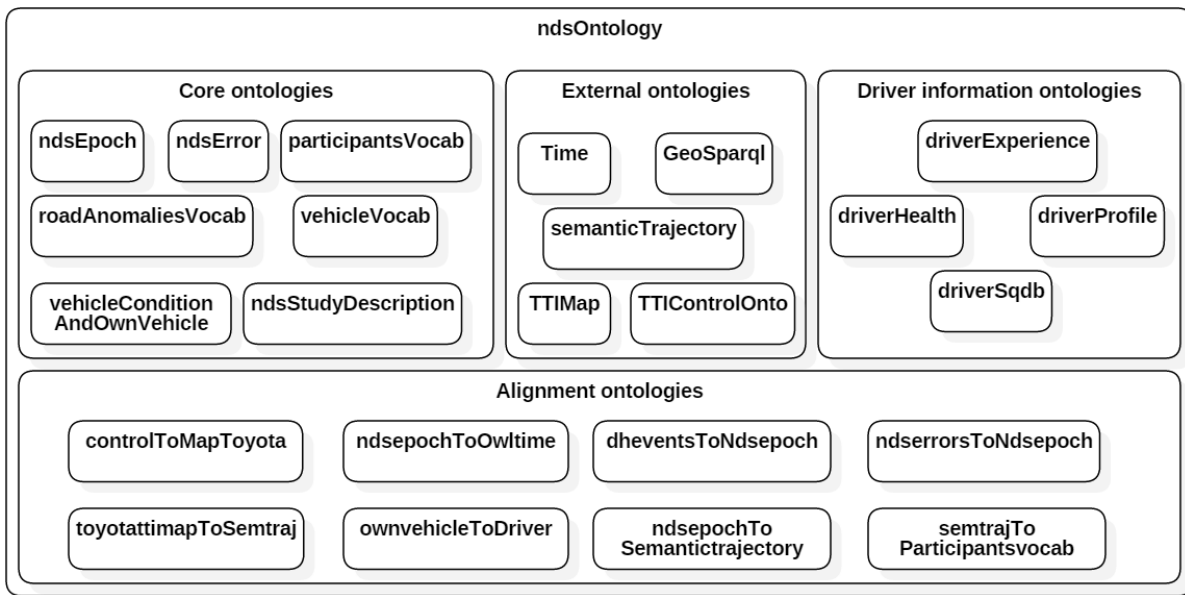


Figura 50. Ontologías modulares que componen a la ontología *ndsOntology*.

6.3. Procesamiento de datos

En esta sección se describe el procesamiento y formalización semántica de los datos capturados, durante los estudios del estado de vialidad y de comportamiento de manejo; además, de información de la rutas de transporte de la ciudad de Ensenada.

Métodos

Para los datos de manejo se realizaron limpieza de datos, pre procesamiento, sincronización y materialización, ver Figura 51. Para los señalamientos, anomalías y rutas de transporte solo se realizó la etapa de materialización. Se utilizó Java como lenguaje para implementar las etapas del procesamiento. En la etapa de formalización se utilizó la librería owlapi³⁹.

A continuación se presenta el procesamiento de cada tipo de dato. Iniciando con los datos de comportamiento de manejo, enseguida los de señalamientos, anomalías y finalmente la ruta de transporte.

³⁹ owlapi.sourceforge.net

Procesamiento

Los datos de comportamiento de manejo consistieron de trayectorias GPS, datos del vehículo (velocidad, revoluciones por minuto (rpm) y del acelerómetro) y de las épocas en cada recorrido.

En la primera etapa se buscó eliminar información corrupta o vacía (ej. videos dañados o errores en la trayectoria GPS). Enseguida se realizó un pre procesamiento por cada tipo de dato para eliminar redundancia y corregir errores en el formato de los datos. Después en el caso de las trazas GPS se realizó un mapeo de cada punto GPS con una vialidad de OSM (*map matching*), usando la biblioteca barefoot⁴⁰. En el caso de las épocas fue en este momento que se realizó la codificación descrita en el capítulo cinco. Posteriormente se sincronizaron los datos del vehículo y las épocas, mediante una etiqueta temporal que está ligada a los puntos GPS de cada época. Enseguida se dividieron las trayectorias en segmentos (*Stop* y *Moves*) tomando como referencia el momento de inicio y finalización de cada época (*Stop*). Finalmente se realizó la materialización de cada tipo de dato. Para los datos del vehículo se utilizó la ontología *vehicleVocab*, para las trayectorias fue *SemanticTrajectory* y para las épocas fue *ndsOntology*, que engloba los diferentes módulos de la ontología para cada categoría.

De manera asíncrona se materializaron las rutas de transporte de la ciudad de Ensenada (utilizadas para realizar el *map matching* de los puntos GPS), utilizando información de los trazos de OSM (modificada por el investigador y colaboradores previamente), para esto se utilizó la ontología de *TTIMap*.

⁴⁰ <https://github.com/bmwcarit/barefoot>

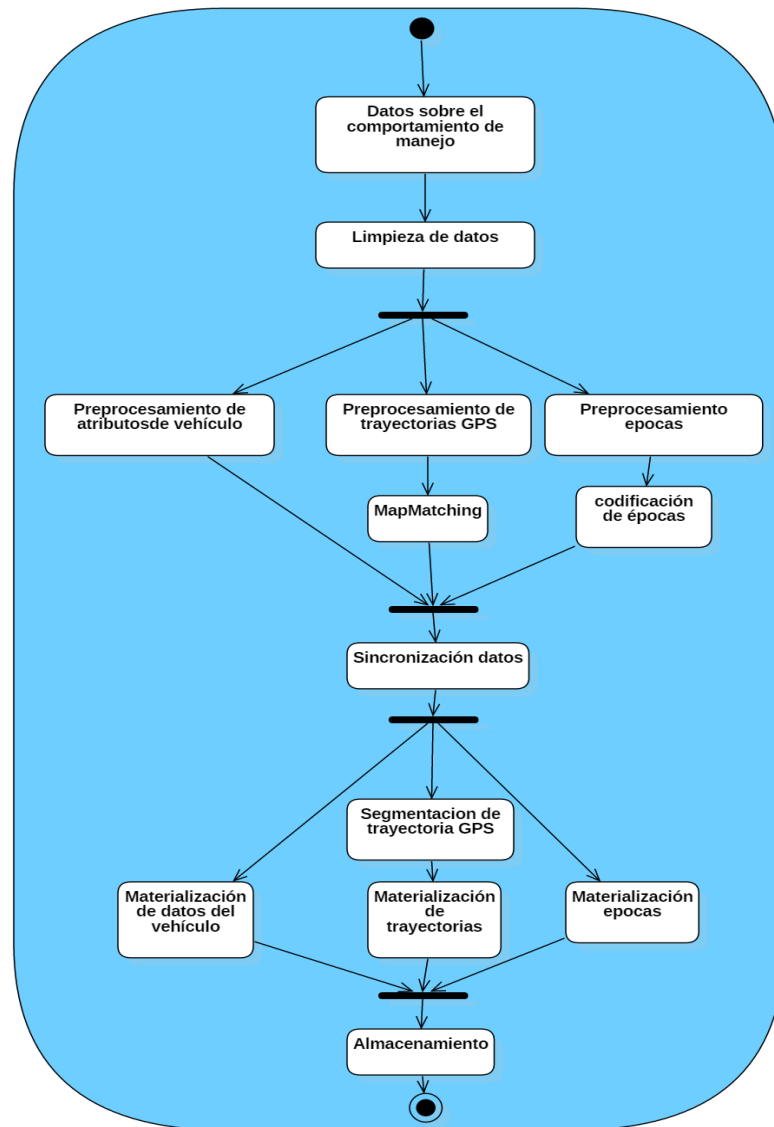


Figura 51. Etapas de procesamiento para los datos de comportamiento de manejo.

6.4. Resumen y Conclusiones

En este capítulo se presentó el diseño e implementación de una base de conocimientos para analizar cómo los factores exógenos del ambiente de manejo afectan en el comportamiento de manejo de los conductores. Ésta se compone de una ontología y la materialización de datos (instancias) obtenidos en el estudio de comportamientos de manejo e información de las rutas de transporte de la ciudad de Ensenada, B.C.

Se desarrolló una ontología nombrada *ndsOntology*. Para su diseño se formularon diferentes preguntas de competencia y se utilizó la información que capturaban los esquemas de anomalías y comportamiento de manejo descritos en el capítulo cinco. Esta ontología permite modelar, de manera modular, diferentes tipos de información como son los factores exógenos del ambiente de manejo, maniobras de conductores, participantes, trayectorias de movilidad y rutas de la vialidad. Completando así lo planteado en las preguntas de competencia. Se realizó también un sistema que permite procesar las diferentes fuentes de datos, que va desde limpieza, corrección, formateo de los datos hasta su materialización para integrarlos a la base de conocimientos. Finalmente, como la base de conocimientos contiene información real, es factible utilizarla para comprender el comportamiento de los conductores con relación a los factores exógenos de la ciudad de Ensenada, B.C.

Capítulo 7. Evaluación de la base de conocimientos

En este capítulo se discute la evaluación de funcionalidad de la base de conocimientos que se implementó y se describió en el capítulo seis. Se explica el proceso de inferencia y los resultados obtenidos durante la evaluación. Se incluye un resumen y las conclusiones al final del capítulo.

7.1. Metodología de evaluación

Objetivo: Demostrar la funcionalidad y el proceso de inferencia de la ontología *ndsOntology*. La información capturada en los estudios de observación y la de las rutas de transporte contenidas en la base de conocimientos son utilizadas para este fin.

Métodos

Se diseñaron cinco preguntas de competencia para evaluar la funcionalidad de la base de conocimientos. Se redactó un caso de prueba para ejemplificar algunas problemáticas que enfrentan los conductores y para ayudar a visualizar el uso de las preguntas de competencia. Las preguntas de competencia se tradujeron a un lenguaje que la base de conocimientos. El proceso de inferencia se verificó observando los resultados obtenidos de cada consulta.

Herramientas

Se utilizó SPARQL 1.1 como el lenguaje para consultar las ontologías. Se utilizó Protégé para realizar la evaluación ya que integra de manera transparente las siguientes herramientas:

- Snap-SPARQL (Horridge & Musen, 2015) permite hacer uso de la sintaxis de SPARQL 1.1 para consultar la base de conocimientos e integrar la capacidad de inferencia sobre el perfil OWL2 DL.

- Pellet ⁴¹ un razonador semántico que realiza el proceso de inferencia en OWL2 DL.

7.2. Caso de prueba

La historia de usuario que se muestra a continuación aborda algunas situaciones a las que un conductor se puede enfrentar en sus recorridos en vehículo. Para mostrar el uso de las preguntas de competencia en algunas situaciones en concreto, se colocó el identificador de un par de ellas al final de algunas oraciones de la historia.

Carmelita es una joven de 27 años, actualmente reside con su esposo al sur de la ciudad de Ensenada; estudia su especialidad en economía en línea y labora como abogada en una empresa de tecnología, que se encuentra en el norte de la ciudad. Para transportarse a su trabajo usa su camioneta del año 2003. Lleva manejando 5 años en la ciudad y en estos años ha reconocido las principales vialidades de la ciudad que le permiten llegar a su trabajo.

Durante la semana se levanta temprano para ir a su trabajo, trata de salir antes de las 6 a.m. ya que hay mucho tráfico después de esa hora; para llegar a su trabajo debe cruzar de sur a norte por algunas de las principales vialidades de la ciudad, donde ella sabe que ocurren muchos incidentes, por lo que trata de manejar con precaución. Como parte de su trabajo regularmente se desplaza a distintos puntos de la ciudad en su automóvil. En su descanso se ve con su esposo para comer en un lugar que esté ubicado a la misma distancia para ambos. Al salir del trabajo conduce a su casa para reunirse con su esposo y ver el programa de televisión “game of thrones”.

Durante los viajes que realiza de ida a su trabajo se ha dado cuenta que algunos conductores la presionan para manejar más rápido (le tocan el claxon o se acercan demasiado a su carro), la mayoría de las veces omite esas provocaciones, pero ha notado que los automovilistas muchas veces la rebasan o insultan [P2]. Se ha dado cuenta que no siempre conoce las vialidades por las que se desplaza y muchas veces

⁴¹ <https://github.com/Complexible/pellet>

ha caído en algunas de las anomalías de la vialidad sobre todo en baches. Otras veces ha tenido que realizar maniobras imprudentes para evitar golpear su carro como frenado o volanteo abrupto porque hay una parte del camino levantada [P2].

A la hora de la comida le ha pasado que hay muchos vehículos. Algunos de los conductores manejan de forma descuidada, como los choferes de transporte público, ya que en ocasiones se detienen para subir pasajeros, lo que le ha provocado frenar abruptamente o tener que disminuir su velocidad de forma repentina [P2].

Finalmente al salir de su trabajo se relaja y verifica las luces de su vehículo antes de conducir. De camino a su casa trata de tener cuidado en la zona industrial porque han existido ocasiones que algunos de los trabajadores se le han atravesado. En alguna ocasión casi colisiona con un grupo de ellos que cruzaron corriendo la calle para tomar el microbús que se encontraba en la acera del sentido contrario [P3].

7.3. Evaluación con preguntas de competencia

Cada pregunta de competencia se presenta, primero en lenguaje común y enseguida en el lenguaje SPARQL 1.1. Por visibilidad, se utilizaron prefijos para representar los nombres de espacio de cada ontología, la correspondencia de cada uno puede consultarse en la Tabla 13. Las consultas SPARQL funcionan mediante patrones de grafos básicos (BGP por sus siglas en ingles), que es un conjunto de patrones de tripletas⁴². El resultado de la consulta viene dado por la combinación de las coincidencias de cada patrón de tripletas. La condición OPTIONAL permite hacer una asignación de un valor a una variable sin descartar los resultados que no cumplan con el patrón dentro de sus llaves.

⁴² <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/#BasicGraphPatterns>

Tabla 13. Espacio de nombres de las ontologías utilizadas en las preguntas de competencia

Espacio de nombres	Ontología	Espacio de nombres	Ontología
ndsontot	ndsontology	time	owltime
ndsep	dsEpoch	map	TTIMap
ndserrs	ndsErrors	ndsdesc	ndsStudyDescription
parts	participantsVocab	owntod	ownVehicle-to-Driver
anoms	roadAnomaliesVocab	dprof	driverProfile
semtraj	semanticTrajectory	owl y rdf	ontologías del lenguaje

Pregunta de competencia [PI1]: *Selecciona todas las épocas capturadas durante el estudio.*

Esta consulta utiliza los prefijos ndsep, rdf, semtraj. La consulta inicia recuperando todas las trayectorias (individuos del tipo *SemanticTrajectory*); por cada trayectoria se obtienen sus segmentos mediante *semtraj:hasSegment*, enseguida se toman solo aquellos segmentos que son también épocas (individuos del tipo *Epoch*). Al final los resultados se ordenan por trayectoria y época. En la Tabla 14 se muestra la consulta.

Tabla 14. Pregunta de competencia PI1 en SPARQL.

```
SELECT ?traj ?epoch
WHERE {
    ?traj rdf:type semtraj:SemanticTrajectory;
    semtraj:hasSegment ?epoch.
    ?epoch rdf:type ndsep:Epoch.
} ORDER BY ?traj ?epoch
```

El resultado son 188 épocas de las 23 trayectorias diferentes que se registraron. Que es coherente con lo reportado en el estudio de comportamiento del capítulo 3.

Pregunta de competencia [PI2]: *Selecciona todos los segmentos (moves y stops) de las trayectorias capturadas durante el estudio.*

Esta consulta utiliza los prefijos `ndsep`, `rdf`, `semtraj`. La consulta inicia recuperando todas las trayectorias (individuos del tipo *SemanticTrajectory*); por cada trayectoria se obtienen sus segmentos mediante `semtraj:hasSegment`. Al final los resultados se ordenan por trayectoria y época. En la Tabla 15 se muestra la consulta.

Tabla 15. Pregunta de competencia PI2 en SPARQL.

```
SELECT ?traj ?segment
WHERE {
    ?traj rdf:type semtraj:SemanticTrajectory;
    semtraj:hasSegment ?segment.
} ORDER BY ?traj ?segment
```

El resultado son 399 épocas de las 23 trayectorias diferentes que se registraron. El resultado es coherente ya que el número de movimientos (*Move*) es igual al número de épocas (*Epoch*) + 1 por trayectoria.

Pregunta de competencia 1[P1]: *Selecciona el factor precipitante (FP), maniobra evasiva (ME) y si aplica el tipo de anomalía (Anom) que causó el FP, de cada época, en cada trayectoria realizada por los conductores del grupo 1 (G1), que hayan manejado entre 12:00 p.m. y 6:00 p.m. durante toda la extensión del estudio.*

Esta consulta utiliza los prefijos `dprof`, `ndsdesc`, `ndsep`, `owntod`, `semtraj` y `timap`. Partiendo de que existe solo un estudio de manejo en la base de conocimiento. La consulta inicialmente selecciona el grupo1 del estudio; enseguida se buscan los conductores que lo integran utilizando `ndsdesc:hasGroup`; para cada conductor se obtiene el vehículo que maneja mediante `owntod:Drives`; el vehículo está ligado mediante `semtraj:hasTrajectory` a las trayectorias recorridas; de cada trayectoria se obtienen las épocas ligadas combinando `semtraj:hasSegment` y `rdf:type semtraj:Epoch`, esto infiriendo que una época es subclase de un segmento.

Por cada época se obtiene el factor precipitante (FP), la maniobra evasiva (ME), un identificador del orden de aparición y si aplica la anomalía (Anom) que fue el FP; esto mediante `ndsep:hasPrecipitatingFactor`, `ndsep:hasEvasiveManeuver`, `semtraj:hasSemTrajectorySegmentId` y `map:hasRoadAnomaly` (dentro de la cláusula `OPTIONAL`), respectivamente.

Tabla 16. Pregunta de competencia P1 en SPARQL.

```

SELECT DISTINCT ?group ?epoch ?pf ?em ?idseq ?stime ?etime
WHERE {
    ?group rdf:type ndsdesc:StudyGroup;
    owl:sameAs ndsdesc:Grupo1.
    ?driver rdf:type dprof:Driver;
    ndsdesc:hasGroup ?group;
    owntod:Drives ?car.
    ?car semtraj:hasTrajectory ?traj.
    ?traj semtraj:hasSegment ?epoch.
    ?epoch rdf:type ndsep:Epoch;
    ndsep:hasPrecipitatingFactor ?pf;
    ndsep:hasEvasiveManeuver ?em;
    semtraj:hasSemTrajectorySegmentId ?idseq;
    semtraj:startsFrom ?sfix;
    semtraj:endsAt ?efix.
    ?sfix semtraj:atTime ?sinst.
    ?sinst time:inXSDDateTime ?stime.
    ?efix semtraj:atTime ?einst.
    ?einst time:inXSDDateTime ?etime.
    OPTIONAL {
        ?epoch <http://www.toyota-
            ti.ac.jp/Lab/Denshi/COIN/Map#hasRoadAnomaly> ?anom.
    }
    FILTER( ?stime >= "2015-06-01T12:00:00-07:00"^^xsd:dateTime &&
        ?etime <= "2015-07-15T18:00:00-07:00"^^xsd:dateTime)
} ORDER BY ?group ?driver ?stime ?etime

```

De cada época se obtienen los *fix* de inicio y finalización mediante *semtraj:startFrom* y *semtraj:endsAt* respectivamente y a partir de ellos se obtiene la información temporal mediante *time:atTime* que se utiliza para filtrar el conjunto de épocas por fecha y horario. Como un paso extra el resultado se ordena por grupo, conductor y el tiempo de la época. La consulta se muestra en la Tabla 16.

En la Figura 52 se muestra un subconjunto de la respuesta obtenida. Se muestran tres participantes del grupo (G1), para cada uno se muestran sus épocas en orden de aparición con respecto a una trayectoria (idseq inicia en 0 por trayectoria) así como los tiempos de inicio y final.

?group	?epoch	?idseq	?stime	?etime
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_044_...	27	2015-06-15T17:27:46...	2015-06-15T17:27:55...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_044_...	29	2015-06-15T17:32:23...	2015-06-15T17:32:36...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_044_...	31	2015-06-15T17:32:40...	2015-06-15T17:32:47...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_044_...	1	2015-06-16T17:03:07...	2015-06-16T17:03:07...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	1	2015-07-01T07:33:26...	2015-07-01T07:33:36...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	3	2015-07-01T07:33:38...	2015-07-01T07:33:48...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	5	2015-07-01T07:38:54...	2015-07-01T07:39:04...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	7	2015-07-01T07:39:07...	2015-07-01T07:39:13...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	9	2015-07-01T07:50:58...	2015-07-01T07:51:06...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	11	2015-07-01T07:53:31...	2015-07-01T07:53:39...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	13	2015-07-01T07:58:36...	2015-07-01T07:58:47...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_060_...	1	2015-07-01T08:02:16...	2015-07-01T08:02:25...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_075_...	1	2015-06-04T08:23:01...	2015-06-04T08:23:10...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_075_...	3	2015-06-04T08:23:10...	2015-06-04T08:23:18...
ndsdesc:Grupo1	ndsontot:Epoch_075_...	5	2015-06-04T08:23:42...	2015-06-04T08:23:50...

Figura 52. Extracto de los resultados de la pregunta P1 parte 1.

En la Figura 53, se muestra la información del FP (?pf), ME (?em) y Anom (?anom), asociada a cada época, en el caso de FP se observa que solo hubo dos causas de factores precipitantes *FPE_PEV* (Peatón en vialidad) y *FPA_VMC* (vialidad en malas condiciones) que causaron diferentes tipo de ME (*EM_DS*, *EM_DCCD*, *EM_DIDC*, etc.) o en algunos casos no hubo reacción (*EM_NHME*).

?pf	?em	?anom	?idseq
ndsontot:FPA_VMC_075_0406...	ndsontot:EM_NHME_0...	ndsontot:SA_GA2RBZs_0...	15
ndsontot:FPA_VMC_075_0406...	ndsontot:EM_NHME_0...	ndsontot:SA_ABoHoC_07...	1
ndsontot:FPA_VMC_075_0406...	ndsontot:EM_NHME_0...	ndsontot:SA_GA2RBZs_0...	3
ndsontot:FPA_VMC_075_0406...	ndsontot:EM_DS_075_0...	ndsontot:SA_ABoHoC_07...	5
ndsontot:FPA_VMC_075_0406...	ndsontot:EM_DCCD_07...	ndsontot:SA_GARZ_075_...	7
ndsontot:FPA_VMC_023_0806...	ndsontot:EM_NHME_0...	ndsontot:SA_GA2BHCEs_...	1
ndsontot:FPA_VMC_023_0806...	ndsontot:EM_NHME_0...	ndsontot:SA_AEsc_023_0...	3
ndsontot:FPA_VMC_023_0806...	ndsontot:EM_ICI_023_0...	ndsontot:SA_ABoHoC_02...	5
ndsontot:FPA_VMC_023_0806...	ndsontot:EM_ICI_023_0...	ndsontot:SA_IBa_023_08...	7
ndsontot:FPA_VMC_023_0806...	ndsontot:EM_DS_023_0...	ndsontot:SA_IBa_023_08...	9
ndsontot:FPE_PEV_043_09062...	ndsontot:EM_DIDC_04...		1
ndsontot:FPA_VMC_043_0906...	ndsontot:EM_NHME_0...	ndsontot:SA_GA2BHCEs_...	3
ndsontot:FPA_VMC_043_0906...	ndsontot:EM_DDIDC_0...	ndsontot:SA_GA2ZEs_04...	5
ndsontot:FPA_VMC_043_0906...	ndsontot:EM_DCCD_04...	ndsontot:SA_IBa_043_09...	7

Figura 53. Extracto de los resultados de la pregunta P1 parte 2.

Los resultados además permiten entender que dependiendo del tipo de Anom existe diferente ME. Así el resultado cumple los requerimientos de la pregunta de competencia y permite visualizar la relación entre el comportamiento de manejo y algunos factores exógenos dentro de una trayectoria.

Pregunta de competencia 2[P2]. *Devuelve las maniobras realizadas por un conductor donde al menos en una de sus trayectorias ocurrió una época con factor precipitante (FP) causado por microbús y previamente hubo una época cualquiera.*

En esta consulta se utilizan los prefijos `ndsontot`, `ndsep`, `rdf`, `semtraj` y `time`. Inicialmente se seleccionan todas las trayectorias: enseguida por cada una de ellas se seleccionan dos veces sus épocas (`?epoch` y `?epoch2`), que se obtienen de los segmentos ligados mediante `semtraj:hasSegment` del tipo (`rdf:type`) *Epoch*. Para cada época se buscan, las acciones del conductor, FP y participante que provocó el FP. Para las épocas (`?epoch2`) además se restringen los resultados a aquellos en los que el FP fue provocado por un microbús, esto se logra seleccionando solo aquellas épocas que tienen ligado un participante del tipo (`rdf:type`) *Microbús* mediante `ndsep:hasParticipant`. Después se buscan el tiempo de finalización de la época sin restricción (`?epoch`) y el tiempo de inicio de la época donde participó el microbús (`?epoch2`). Finalmente se realiza un filtro para tomar los resultados donde el tiempo de finalización sucede previo al tiempo de inicio. Opcionalmente en caso de que una anomalía hubiera causado el FP de la primera época se busca el tipo mediante `map:hasRoadAnomaly`. Los resultados son ordenados por trayectoria, las épocas en orden como sucedieron. La consulta se muestra en la Tabla 17.

Uno de los resultados se muestra en la Figura 54 (por falta de espacio algunas propiedades no muestran el nombre de la relación, pero su etiqueta corresponde a la misma del lado derecho). La trayectoria `semtraj_Id` tiene dos épocas la primera `Epoch_Id_12` y la segunda `Epoch_id_11` por su orden temporal que se observa siguiendo las propiedades que ligan a cada *fix* (`semtraj:hasFix`). Para ambas épocas se muestran las maniobras del conductor y el factor precipitante (FP).

Tabla 17. Pregunta de competencia P2 en SPARQL.

```

SELECT DISTINCT ?traj ?epoch ?epoch2 ?part ?pm ?pf ?anom ?em ?ac ?part2 ?pm2
?pf2 ?em2 ?ac2 ?etime ?stime
WHERE {
?traj rdf:type semtraj:SemanticTrajectory;
semtraj:hasSegment ?epoch, ?epoch2.
?epoch2 rdf:type ndsep:Epoch.
?epoch rdf:type ndsep:Epoch.

?epoch ndsep:hasParticipant ?part;
ndsep:hasPreEventManeuver ?pm;
ndsep:hasPrecipitatingFactor ?pf;
ndsep:hasEvasiveManeuver ?em;
ndsep:hasCorrectiveAction ?ac.

?epoch2 ndsep:hasParticipant ?part2.
?part2 rdf:type parts:Microbus.
?epoch2 ndsep:hasPreEventManeuver ?pm2;
ndsep:hasPrecipitatingFactor ?pf2;
ndsep:hasEvasiveManeuver ?em2;
ndsep:hasCorrectiveAction ?ac2.

?epoch semtraj:endsAt ?efix.
?efix semtraj:atTime ?einst.
?einst time:inXSDDateTime ?etime.
?epoch2 semtraj:startsFrom ?sfix2.
?sfix2 semtraj:atTime ?sinst.
?sinst time:inXSDDateTime ?stime.
OPTIONAL{ ?epoch <http://www.toyota-
ti.ac.jp/Lab/Denshi/COIN/Map#hasRoadAnomaly
?anom. }
FILTER( ?etime <= ?stime)
} ORDER BY ?traj ?epoch ?epoch2

```

Por su parte en la primera época el FP es una anomalía del tipo reparación (*SA_ARep*), mientras que en la segunda época el FP es un microbús (*Part_CV2_3_5152_MIC*). Así se satisfacen los requerimientos de la pregunta de competencia.

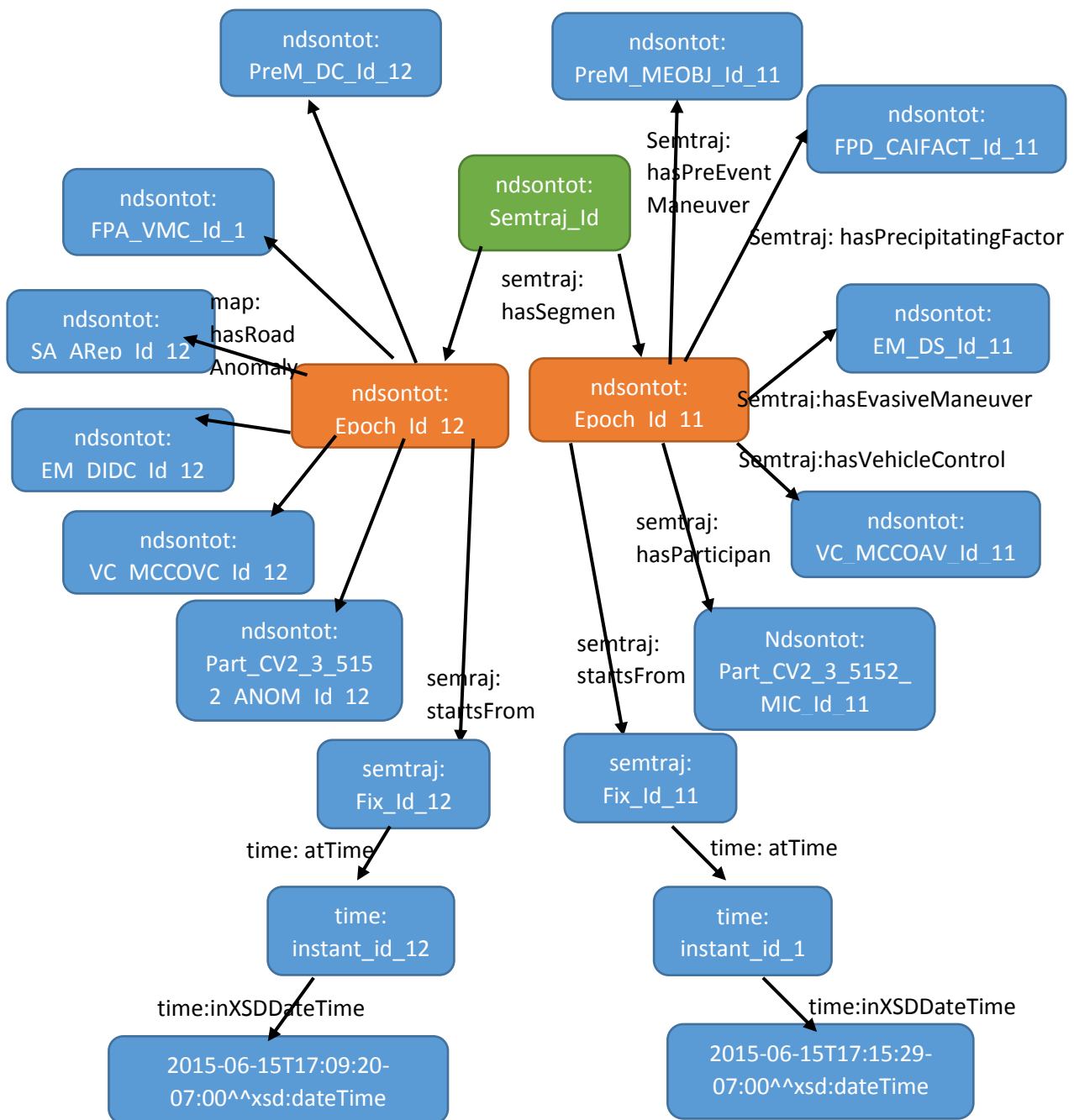


Figura 54. Dos épocas resultantes de la pregunta de competencia P2.

Pregunta de competencia 3[P3]: *Selecciona las calles en las que sucedió una época donde el factor precipitante (FP) fue un peatón, describe los factores ambientales del ambiente de manejo y de la infraestructura.*

En esta consulta se utilizan los prefijos map, ndsontot, ndsep, owl, parts, rdf, semtraj. Inicialmente se seleccionan todas las trayectorias almacenadas; enseguida por cada una de ellas se buscan sus épocas (como se ha explicado en la descripción de las preguntas previas).

Tabla 18. Pregunta de competencia P3 en SPARQL.

```
SELECT DISTINCT
?traj ?epoch ?roadseg ?osmid ?xsdDate ?part ?pf ?em ?fccc
?fcvo ?faw ?fal ?sc ?tc ?td ?alig
WHERE
{
  {
    ?traj rdf:type semtraj:SemanticTrajectory;
    semtraj:hasSegment ?epoch.
    ?epoch rdf:type ndsep:Epoch.
    ?fix map:osm_way_id ?osmid.
    {
      ?epoch semtraj:startsFrom ?sfix.
      BIND ( ( ?sfix) AS ?fix).
    }
    ?epoch ndsep:hasPrecipitatingFactor ?pf;
    ndsep:hasEvasiveManeuver ?em;
    ndsep:hasDriverBehavior ?fccc ;
    ndsep:hasVisionObscured ?fcvo ;
    ndsep:hasWeather ?faw ;
    ndsep:hasLight ?fal ;
    ndsep:hasSurfaceCondition ?sc ;
    ndsep:hasTrafficControl ?tc ;
    ndsep:hasTrafficDensity ?td ;
    ndsep:hasAlignment ?alig ;
    ndsep:hasParticipant ?part.
    ?part rdf:type parts:Pedestrian.
    ?fix semtraj:atTime ?instant.
    ?instant time:inXSDDateTime ?xsdDate.
  }
  {
    ?roadseg map:osm_way_id ?osmid.
    {?roadseg rdf:type map:OrdinaryRoad} UNION
    {?roadseg rdf:type map:Highway}
  }
}
ORDER BY ?roadseg ?traj ?epoch
```

Enseguida por cada época se selecciona el identificador de la calle donde esta sucedió. Esto se logra tomando el primer *fix* de cada época a través de *semtraj:startsFrom*. Una

vez realizado este paso se busca el identificador de cada *fix* mediante *map:osm_way_id*. Los siguientes pasos consisten en obtener el FP, la maniobra evasiva (ME), los elementos del ambiente de manejo e infraestructura y el participante involucrado en la acción, todo esto mediante las propiedades que tiene el prefijo *ndsep*. A continuación las épocas se restringen a aquellas en las que el participante fue un peatón (*parts:Pedestrian*) mediante *rdf:type*. Además de esto se obtiene la información temporal del momento en que sucedió la época, que se encuentra ligada a cada *fix* mediante la *semtraj:atTTime* y donde su valor está ligado por medio de *time:inXSDDateTime*. La consulta se muestra en la Tabla 18. Por último, para saber la calle donde sucedió la época se realiza el siguiente proceso: Se buscan todos los segmentos de vialidad del tipo (*rdf:type*) *map:OrdinaryRoad* o *map:HighWay* que existen en la base de conocimientos. A continuación se restringen los resultados a aquellos que coincidan con el valor del identificador de vialidad de cada época obtenido previamente, mediante *map:osm_way_id*.

Uno de los resultados obtenidos de la consulta se muestra en la Figura 55 . La estructura consiste de la trayectoria *Semtraj_id* ligada a la época *Epoch_id_11* mediante *semtraj:hasSegment*. De la época se muestran las diferentes propiedades (representadas por flechas salientes desde la época), mediante las cuales se puede acceder a la información de las maniobras realizadas por el conductor, el participante que actuó como FP y los diferentes factores del ambiente de manejo. Por ejemplo, mediante *ndsep:hasParticipant* se accede al FP, que en este caso es un peatón (*Part_CV2_3_5152_P_id_11*); mediante *ndsep:hasTrafficDensity* se accede a que había flujo libre (*EFDETD_FL_id_11*) y a través de *ndsep:hasAlignment* se puede obtener que la calle por donde se transitaba era una recta sin pendiente .Por medio de *semtraj:startFrom* se accede al *fix*(*Fix_id_11*) que marca el inicio de la época y que permite acceder al tiempo de inicio e identificador de la vialidad.

Finalmente se muestra la instancia de la vialidad (*Ambar419446436*) donde sucedió la época, que a su vez está ligada mediante *map:osm_way_id* a su identificador (de manera similar como la hace el *fix* de época). De esta forma se muestra como se satisfacen los requerimientos de la pregunta de competencia P3.

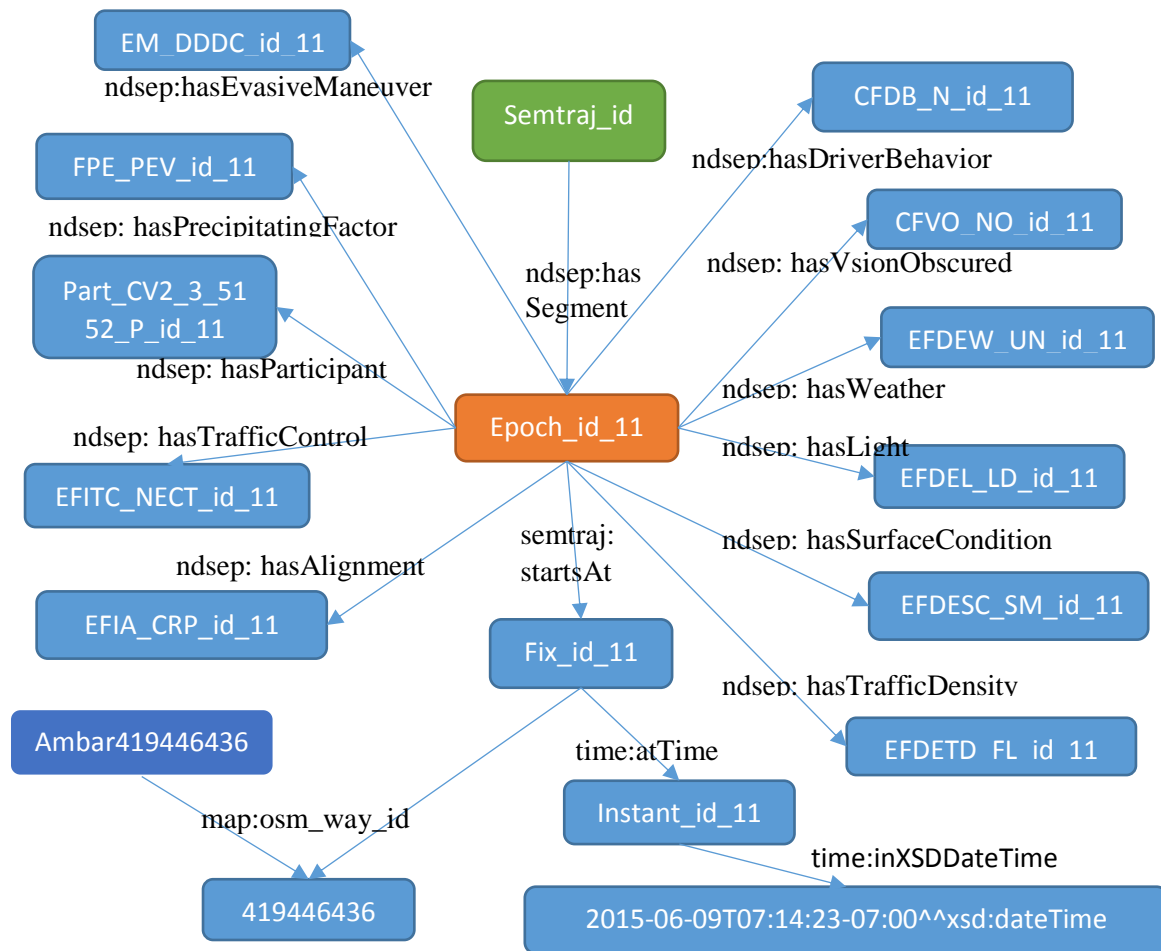


Figura 55. Instancia del resultado obtenido al ejecutar la pregunta de competencia P3.

7.4. Rendimiento de la ontología

En esta sección se realiza una breve discusión sobre el rendimiento observado durante la ejecución de las preguntas de competencia (en SPARQL). La evaluación toma en cuenta los siguientes criterios:

- Complejidad de la consulta o reglas de inferencia utilizadas
- Cantidad de instancias
- Tiempo de ejecución (ver Tabla 19)

Las consultas se realizaron desde una laptop con sistema operativo Windows 8.1 de 64 Bits, con un procesador i7-45100 de 2.00 GHz, con 8GB de memoria RAM. Se utilizó Protégé con 2GB dedicados para su ejecución. En la literatura estas variables se usan con regularidad para evaluar el rendimiento de las ontologías (Armand et al., 2014; Fuchs et al., 2008; Xiao Hang Wang et al., 2004).

Tabla 19. Tiempo de ejecución por pregunta de competencia.

Pregunta de competencia	Tiempo de ejecución
PI1	128 ms
PI2	38 ms
P1	259 ms
P2	86537 ms
P3	31253 ms

Las preguntas de competencia PI1, PI2 tienen una estructura simple con apenas 2 y 3 tripletas respectivamente. La cantidad de instancias que se utilizaron para las consultas fueron igual al número de trayectorias (23) y número de segmentos de las trayectorias (*Stops* y *Moves* que fueron 399). El tiempo total fue de 128 y 38 ms al ejecutarse para cada pregunta respectivamente.

La pregunta P1 cuenta con tres secciones: la primera selecciona las épocas, un par de propiedades de la maniobra del conductor e información temporal; la segunda sección analiza opcionalmente una propiedad y la última es un filtro simple basado en información temporal. El número de instancias utilizados es del orden de los cientos, el cálculo de instancias toma en cuenta: el número de trayectorias (23), el número de épocas (188) y el número de propiedades que ligan las de maniobras y factores (2), número de *fix* (2) e instancias de tiempo (2), más el número de instancias de anomalías (máximo 188). El tiempo de ejecución fue 259 ms.

La pregunta P2 tiene una estructura similar a la pregunta P1, sin embargo, se realizan comparaciones entre dos épocas, lo cual genera una consulta más compleja, dado que tiene que hacer combinaciones entre las diferentes instancias de las épocas. El número de instancias utilizados es del orden de los cientos e incluye: número de trayectorias (23), dos veces el número de épocas (376), y el número de propiedades que ligan las maniobras y factores (10 por ambas épocas), que restringe el tipo de participante (1), número de *fix* (2) e instancias de tiempo (2), más el número de instancias de anomalías (máximo 188). El tiempo de ejecución fue 86537 ms.

La pregunta P3 tiene dos secciones: la primera se encarga de obtener la información de las épocas como son sus propiedades, información temporal y los *fix* de inicio de cada época; la segunda sección se encarga de determinar la instancia de vialidad que corresponde a cada *fix* seleccionado previamente. La búsqueda de la instancia de la vialidad conlleva buscar en todo el espacio de instancias de las vialidades lo que repercute en el tiempo de ejecución. El número de instancias utilizadas en la primera sección es del orden de los cientos, el cálculo de las instancias se omite ya que es similar a los presentados en las preguntas P1 y P2. El orden de instancias utilizadas en la segunda sección es del orden de los miles (aproximadamente 4500). El tiempo de ejecución fue 31253 ms.

Tomando en cuenta las descripciones de las consultas, se puede argumentar que mientras las consultas sean simples y con baja cantidad de instancias la ontología presenta un buen rendimiento. A medida que el número de instancias es mayor el tiempo de ejecución aumenta, como es bien conocido en la literatura (Xiao Hang Wang et al., 2004). Se pudo observar que la complejidad de la consulta es el factor predominante en el rendimiento, aun cuando el número de instancia no es tan grande. Algunas optimizaciones que pueden realizarse son las siguientes:

Utilizar una triplestore como son Stardog o Virtuoso, ya que Protégé repercute en el rendimiento al no contar con optimizaciones como lo hacen estos sistemas.

La búsqueda de la instancia de la vialidad consume mucho tiempo de ejecución ya que ésta se realiza para todas las instancias de las vialidades almacenadas en la base de

conocimiento, una optimización sería restringir este espacio de búsqueda. Otra opción sería agregar una relación entre un *fix* y la instancia de la vialidad que corresponda al momento del pre-procesamiento de los datos.

7.5. Resumen y Conclusiones

En este capítulo se evaluó el funcionamiento de la base de conocimientos implementada en el capítulo seis. La evaluación consistió de cinco preguntas de competencia traducidas al lenguaje SPARQL 1.1, que fueron sometidas a la base de conocimiento. Las preguntas fueron complementadas con una historia de usuario para entender su uso en algunos escenarios a los que pudieran enfrentarse los conductores cotidianamente. Para cada una de las preguntas de competencia se describió el proceso de inferencia y se presentó un extracto de los resultados.

Los resultados expuestos demuestran que la base de conocimientos funciona de manera consistente. Se observó que la ontología permitió capturar de manera correcta cómo los factores exógenos del ambiente de manejo afectan en el comportamiento de manejo de los conductores. Se observó también cómo el concepto de época jugó un rol principal en las consultas, tal como era el objetivo del diseño de la ontología, ya que a partir de este se accede a la información de los factores exógenos, maniobras realizadas, e información espacio temporal. El segundo concepto importante es la trayectoria semántica que permite entender cómo las épocas se relacionan entre sí. Finalmente se mostró como la información de las rutas de transporte permite entender donde se sitúan los problemas viales de manera correcta.

Por parte del rendimiento de las consultas realizadas, se pudo observar que los patrones más simples y con pocas instancias obtienen un buen rendimiento, mientras que el uso de patrones más complejos en las consultas como son restricciones de tipo, uniones de diferentes conjuntos de datos o el contar con muchos individuos disminuye el rendimiento de la ontología, lo cual es un comportamiento esperado. De lo anterior se hace necesario diseñar consultas con patrones simples y que permitan restringir el espacio de búsqueda de las instancias.

Capítulo 8. Conclusiones y trabajo a futuro

8.1. Conclusiones

Este trabajo de tesis identificó cuáles y cómo los factores exógenos del ambiente afectan el comportamiento de manejo de los conductores en ambientes urbanos adversos. Así mismo, se implementó una base de conocimientos la cual permite analizar este tipo de información. Para ello se realizaron las siguientes actividades: un estudio contextual; dos sistemas móviles de sensado; dos estudios de observación en la ciudad de Ensenada B.C.; diseño e implementación de una base de conocimientos que conllevó al diseño e implementación de una ontología; el desarrollo de un sistema para el procesamiento y materialización de los datos del estudio de comportamiento y finalmente una evaluación de funcionalidad.

Como parte del estudio contextual se obtuvo información cualitativa de los elementos del ambiente de manejo y cómo pueden afectar en el comportamiento de los conductores. Dichos elementos se dividieron en dos categorías principales: *factores exógenos* (humano, terreno, clima, vehículo) y *patrones recurrentes* (zonas de manejo, rutinas de manejo y eventos disruptivos). Esta información proporcionó el entendimiento para guiar las etapas subsecuentes del trabajo de tesis.

Se demostró empíricamente que el uso de la aplicación *navcontext* sirvió para capturar datos sobre el comportamiento de manejo de los conductores y la interacción con el ambiente de manejo, de forma similar a sistemas de estudios de manejo naturalistas presentados en la literatura, pero utilizando tecnología de bajo costo. Asimismo, el sistema de captura GPS cumplió con la función de conocer las trayectorias de movilidad de los participantes para realizar un mejor diseño del estudio de comportamiento.

En cuanto al estudio del estado de la vialidad, se pudo observar que para las vialidades seleccionadas gran parte de la señalización se conformó de semáforos o altos; la

carpeta asfáltica presentó deterioro y presencia de anomalías de diferentes tipos pero con un mayor número de incidencias para las de tipo individual. Los resultados del análisis del estudio de comportamiento de manejo exponen que los conductores tienden a interactuar con más frecuencia con anomalías, enseguida con vehículos y al final con peatones u otro tipo de participantes. Se pudo constatar que interactuar con elementos de la vialidad no siempre conllevó a realizar una maniobra evasiva, mientras que en el caso de realizarla, la mayoría solo buscó controlar la velocidad y/o realizar un movimiento lateral dentro de los carriles. La mayoría de las épocas sucedieron en calles rectas sin pendiente. En pocos casos hubo control de tráfico presente, pero cuando existió uno fueron los semáforos y altos los que tuvieron más incidencia. Finalmente, se observó que se interactuó con distintas clases de anomalías, aunque la tendencia siguió prevaleciendo hacia una mayor interacción con anomalías individuales, también hubo una cantidad considerable de interacciones con anomalías compuestas.

Se diseñó e implementó una base de conocimientos para analizar cómo los factores exógenos del ambiente de manejo influyen el comportamiento del conductor. Ésta se compone de una ontología y datos materializados del estudio de comportamiento de manejo. La ontología tiene una estructura modular, cuyo diseño se fundamentó en información obtenida de expertos en seguridad vial y en datos empíricos del estudio de comportamiento de manejo realizado en la ciudad de Ensenada, B.C. (mismos que se condensaron en un esquema de codificación). Además, su implementación hace uso de patrones de ontologías encontrados con frecuencia en la literatura, lo que permite una mayor compatibilidad con otras ontologías que los reutilicen.

Durante la evaluación se demostró de manera empírica que la base de conocimiento permitió responder a las preguntas de competencia propuestas (ej. a partir de un tipo de anomalía, se puede obtener las ocurrencias que han sucedido hasta el momento, además de las maniobras realizadas por el conductor antes y después de este). Por parte del rendimiento se observó un tiempo de ejecución aceptable en general ya que no existen restricciones del tiempo de ejecución como lo habría en aplicaciones en tiempo real, ni mucho menos, restricciones impuestas por los usuarios del dominio de aplicación (ej. Un experto de seguridad vial puede tomarse el tiempo necesario para analizar los datos). El tiempo de ejecución aumenta conforme las consultas requieren

hacer búsquedas en un espacio de datos con mayor número de instancias, como son las rutas de transporte, se encontró que el factor principal para mantener un buen tiempo de ejecución es construir una consulta con patrones de tripletas simples.

8.2. Aportaciones

Una de las principales aportaciones de este trabajo de tesis es el desarrollo de una base de conocimientos compuesta por:

- Una ontología modular que representa los factores exógenos del ambiente de manejo, el comportamiento de los conductores como consecuencia de estos factores y las trayectorias de movilidad. También contiene clases especializadas para modelar un ambiente adverso.
- La materialización de un banco de datos sobre el comportamiento de manejo en un ambiente urbano adverso para el conductor, como la ciudad de Ensenada, B.C, México; el cual contiene las épocas codificadas de videos, datos de sensores, cuestionarios y entrevistas.

Adicionalmente, se desarrolló un prototipo denominado *navcontext* compuesto de una aplicación implementada en dispositivos con sistema operativo Android y de un lector bluetooth ELM327 que se conecta al puerto OBD-II de un vehículo. Este sistema permite realizar campañas de sensado para capturar la interacción entre el usuario y su contexto. Otra aplicación desarrollada es una aplicación móvil que permite capturar las trayectorias de las personas al desplazarse por la ciudad.

Se tradujo y adaptó un esquema de codificación para analizar el comportamiento de los conductores de la *NHTSA* y el manual de codificación del *Virginia Tech Transportation Institute (VTTI)*, con la información obtenida de los estudios realizados que toman en cuenta aspectos de la ciudad de Ensenada, B.C. Así como la creación de un esquema de anomalías de las vialidades observadas en la ciudad de Ensenada, B.C.

Por último, se apoyó al proyecto OSM con el mapeo y corrección de algunas vialidades, señalamientos y otros puntos de interés de la ciudad de Ensenada, B.C.

8.3. Limitaciones

Los resultados de este trabajo de tesis presentan las siguientes limitaciones:

Los resultados de los estudios se circunscriben a ciertas zonas de la ciudad de Ensenada, si bien se buscó realizar un balance en la población seleccionada y tener una muestra de tamaño considerable, ésta estuvo limitada en diferentes aspectos como las zonas de la ciudad por donde se manejaba y las características demográficas de los participantes. Además los resultados obtenidos se basan en una muestra de videos seleccionada que contenía la mayor cantidad de épocas.

La ontología por el momento se limita a entender la interacción entre el conductor evaluado y un único participante el cual provocó el factor precipitante (no se toman en cuenta otros participantes que pudieran haber influenciado en menor medida o de manera indirecta).

En términos de rendimiento, aún falta explorar de qué forma reducir el espacio de búsqueda mediante axiomas, sobre todo al usar la ruta de transporte y datos geográficos en general.

8.4. Trabajo a futuro

Actualmente, el modelado de la ontología se limita a describir la interacción entre el conductor y el participante que causó directamente el factor precipitante (FP); sin embargo, esto podría mejorarse al analizar la sucesión de eventos del otro conductor con relación a su ambiente o también mediante el análisis de otros participantes que hubieran influenciado en menor medida (ej. un vehículo frente al causante del FP).

Complementar la ontología incluyendo las propiedades y clases sobre factores endógenos (ej. emociones, distracciones).

Además, se propone trabajar en el rendimiento de la ontología, realizando axiomas que restrinjan el espacio de búsqueda y una comparativa de rendimiento, entre ésta y otras ontologías disponibles en la literatura.

Igualmente, se plantea incorporar la base de conocimientos (ontología) a alguna arquitectura semántica o desarrollar un sistema móvil offline que haga uso de ella (Ej. un sistema de recomendación para navegación contextual que permita conocer las zonas o rutas donde fuera más propenso una situación de peligro vial para los diferentes tipos de participantes: Peatones, ciclistas, automóviles).

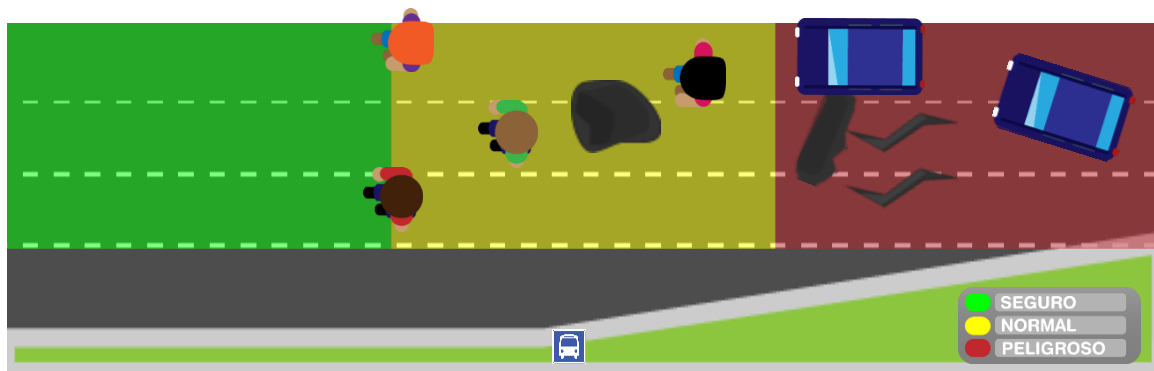


Figura 56. Ejemplo 1 de sistema para zona seguras para cruzar la calle.

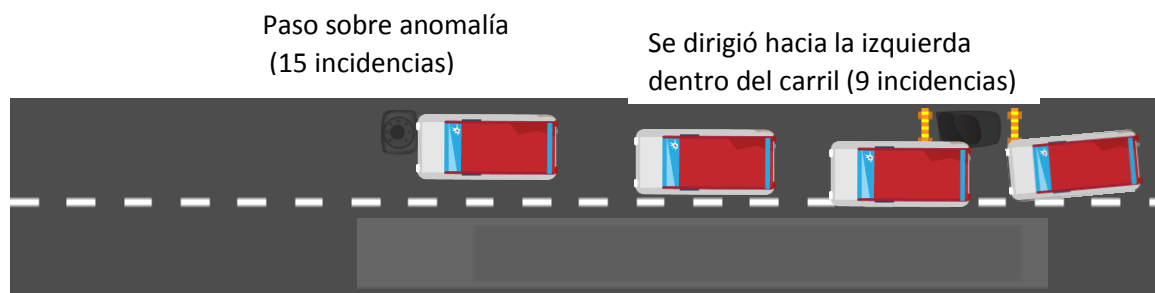


Figura 57. Ejemplo 2 incidencias de maniobras por tipo de factor precipitante (Ej. Anomalías)

Para esto se propone el desarrollo de reglas semánticas para crear notificaciones automáticas (ej. ruta más segura o el lugar para cruzar la calle más seguro), dos ejemplos de tal sistema se puede visualizar en las imágenes de más abajo. Además de realizar una evaluación de aceptación-usabilidad del sistema.

Se propone también, implementar algoritmos de reconocimiento automático para las épocas y así evitar la codificación manual de los eventos. Así como, implementar mecanismos de enriquecimiento automático para la trayectoria. Tomando un enfoque en la web semántica, se pueden enriquecer tanto las trayectorias como las épocas con diversas fuentes de información (Ej. noticias, mensajes de twitter, facebook, SMS, reportes de tránsito, etiquetado participativo) formalizándolas a OWL o RDF.

Realizar un estudio de comportamiento de manejo en conjunto con las dependencias de gobierno o cooperativas de transporte de la ciudad para enriquecer la base de conocimiento.

Lista de referencias bibliográficas

- Alvares, L. O., Bogorny, V., Kuijpers, B., de Macedo, J. A. F., Moelans, B., & Vaisman, A. (2007). A model for enriching trajectories with semantic geographical information. *Proceedings of the 15th Annual ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems (GIS '07)*, (i), 22:1–22:8. <http://doi.org/10.1145/1341012.1341041>
- Armand, A., Filliat, D., Ibanez-Guzman, J., & Ibañez-guzman, J. (2014). Ontology-Based Context Awareness for Driving Assistance Systems. In *IEEE Intelligent Vehicles Symposium Proceedings* (pp. 227–233). <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1109/IVS.2014.6856509>
- Baldanzini, N., Huth, V., Regan, M., Spyropoulou, I., Eliou, N., Lemonakis, P., & Galanis, A. (2010). *Literature review of naturalistic driving studies. 2-be-safe,2-wheel behaviour and safety*. París. Retrieved from http://www.transport-research.info/sites/default/files/project/documents/20120330_125315_51791_2BES-WP2.1-D4.pdf
- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F. J., Cano, J.-C. C., Calafate, C. T., & Manzoni, P. (2012). VEACON: A Vehicular Accident Ontology designed to improve safety on the roads. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(6), 1891–1900. <http://doi.org/10.1016/j.jnca.2012.07.013>
- Battle, R., & Kolas, D. (2011). GeoSPARQL : Enabling a Geospatial Semantic Web. *Semantic Web Journal*, 3(0), 355–370.
- Blatt, A., Pierowicz, J., Flanigan, M., Lin, P.-S., Kourtellis, A., Jovanis, P., ... Hoover, M. (2015). *Naturalistic Driving Study: Field Data Collection*. <http://doi.org/10.17226/22367>
- Bogorny, V., Kuijpers, B., & Alvares, L. O. (2009). ST-DMQL: A Semantic Trajectory Data Mining Query Language. *International Journal of Geographical Information Science*, 23(10), 1245–1276. <http://doi.org/10.1080/13658810802231449>
- Brundell-Freij, K., & Ericsson, E. (2005). Influence of street characteristics, driver category and car performance on urban driving patterns. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(3), 213–229. <http://doi.org/10.1016/j.trd.2005.01.001>
- Caparrós, A. E. (1999). El comportamiento humano en conducción : factores perceptivos , cognitivos y de respuesta Introducción. *Universidad de Murcia*. Retrieved from <http://www.um.es/docencia/agustinr/pca/textos/cogniconduc.pdf>
- Carsten, O., Kircher, K., & Jamson, S. (2013). Vehicle-based studies of driving in the real world: the hard truth? *Accident; Analysis and Prevention*, 58, 162–74. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2013.06.006>
- Choi, S. K. (2015). An ontological model to support communications of situation-aware vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 53, 112–133.

<http://doi.org/10.1016/j.trc.2015.02.009>

- Cooperación Andina de Fomento (CAF). (2010). *Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina*. (C. A. de Fomento & A. J. Sosa, Eds.). Caracas: Corporación Andina de Fomento.
- Corbin, J. M., & Strauss, A. L. (2015). *Basics of qualitative research : techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications.
- Crano, W. D., & Brewer, M. B. (2013). Observational Methods. *The Oxford Handbook of Quantitative Methods in Psychology, Vol. 1*, 135–161.
<http://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199934874.013.0015>
- Dean, M., Schreiber, G., Bechhofer, S., Harmelen, F. Van, Hendler, J., Horrocks, I., ... Stein, L. A. (2004). Owl web ontology language reference.
- Dentler, K., Cornet, R., Ten Teije, A., & De Keizer, N. (2011). Comparison of reasoners for large ontologies in the OWL 2 EL profile. *Semantic Web*, 2(2), 71–87.
<http://doi.org/10.3233/SW-2011-0034>
- Dingus, T. a., Klauer, S. G., Neale, V. L., Petersen, A., Lee, S. E., Sudweeks, J., ... Knipling, R. R. (2006). The 100-Car naturalistic driving study phase II – Results of the 100-Car field experiment. *Dot Hs 810 593*, (April), No. HS–810 593.
<http://doi.org/DOT HS 810 593>
- Dodge, S., Weibel, R., & Lautenschütz, A.-K. (2008). Towards a Taxonomy of Movement Patterns. *Information Visualization*, 7(3), 240–252.
<http://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500182>
- Feld, M., & Müller, C. (2011). The Automotive Ontology: Managing Knowledge Inside the Vehicle and Sharing it Between Cars. *3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, 79–86.
<http://doi.org/10.1145/2381416.2381429>
- Fuchs, S., Rass, S., Lamprecht, B., & Kyamakya, K. (2008). A model for ontology-based scene description for context-aware driver assistance systems. *Proceedings of the 1st International Conference on Ambient Media and Systems*, 5:1–5:8.
<http://doi.org/10.4108/ICST.AMBISYS2008.2869>
- Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 1–23.
<http://doi.org/citeulike-article-id:230211>
- Holtzblatt, K., Wendell, J. B., & Wood, S. (2005). *Rapid Contextual Design. Rapid Contextual Design*. <http://doi.org/10.1016/B978-012354051-5/50002-1>
- Horridge, M., & Musen, M. (2015). Snap-SPARQL: A Java Framework for working with SPARQL and OWL. In *International Experiences and Directions Workshop on OWL* (pp. 154–165).

- Hu, Y., Janowicz, K., Carral, D., Scheider, S., Kuhn, W., Berg-Cross, G., ... Kolas, D. (2013). A geo-ontology design pattern for semantic trajectories. In *International Conference on Spatial Information Theory* (pp. 438–456).
- Hülsen, M., Zöllner, J. M. M., & Weiss, C. (2011). Traffic intersection situation description ontology for advanced driver assistance. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings*, (lv), 993–999. <http://doi.org/10.1109/IVS.2011.5940415>
- Jans B., M. (2009). Movilidad urbana: en camino a sistemas de transporte colectivo integrados. *Revista AUS*, (6), 6–11. <http://doi.org/10.4206/aus.2009.n6-02>
- Johnson, D. a., & Trivedi, M. M. (2011). Driving style recognition using a smartphone as a sensor platform. *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC*, 1609–1615. <http://doi.org/10.1109/ITSC.2011.6083078>
- Krisnadhi, A. A., Arko, R., Carbotte, S., Chandler, C., Cheatham, M., Finest, T., ... Wiebe, P. (2015). Ontology pattern modeling for cross-repository data integration in the ocean sciences: The oceanographic cruise example. *The Semantic Web in Earth and Space Science: Current Status and Future Directions*, 20, 185–203. <http://doi.org/10.3233/978-1-61499-501-2-185>
- Krötzsch, M., Simancik, F., & Horrocks, I. (2012). A description logic primer. *arXiv Preprint arXiv:1201.4089*, (June), 1–17. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1201.4089>
- Lenné, M. G. (2013). The contribution of on-road studies of road user behaviour to improving road safety. *Accident Analysis and Prevention*, 58, 158–161. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2013.06.012>
- López de Cózar, E., Molina Ibáñez, J. G., Chisvert Perales, M., Aragay Barbany, J. M., & Sanmartín Arce, J. (2006). Spanish Adaptation of the Driver Behaviour Questionnaire and Comparison with other European Adaptations. *5th Conference of the International Test Commission: Psychological and Educational Test Adaptation across Languages and Cultures Building Bridges among People*. Retrieved from http://www.uv.es/metras/docs/2006_ITC_lopez_de_cozar.pdf
- Neale, V. L., Klauer, S. G., Knipling, R. R., Dingus, T. a., Holbrook, G. T., & Petersen, A. (2002). *The 100 Car Naturalistic Driving Study Phase I – Experimental Design*. US DOT, National Highway Traffic Safety Administration.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. *Development*, 32, 1–25. <http://doi.org/10.1016/j.artmed.2004.01.014>
- ONU. (2014a). *La situación demográfica en el mundo, 2014*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Nueva York.
- ONU. (2014b). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)*. Department of Economic and Social Affairs. Retrieved from <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>

- ONU. (2015). *World Urbanization Prospects : The 2014 Revision, ST/ESA/SER.A/366*. Department of Economic and Social Affairs Population Division. New York.
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., James, B., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: real distinction? *Ergonomics*, 33(2), 1315–1332.
- Regan, M. A., Williamson, A., Grzebieta, R., Charlton, J., Lenne, M., Watson, B., ... Young, K. (2013). The Australian 400-car Naturalistic Driving Study: Innovation in road safety research and policy. In *2013 Australasian road safety research, policing & education conference*. Brisbane, Queensland. Retrieved from http://acrs.org.au/files/papers/57_Regan-PR.pdf
- Researcher Dictionary for Safety Critical Event Video Reduction Data. (2012). *Virginia Tech Transportation Institute . Tech. Rep*, 1–45. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10919/56719>
- Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, 33(2), 163–180. <http://doi.org/10.1177/0165551506070706>
- Schmid, F., Richter, K. F., & Laube, P. (2009). Semantic trajectory compression. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5644 LNCS, 411–416. http://doi.org/10.1007/978-3-642-02982-0_30
- Secretaría de Salud. (2013). Programa de Acción Específico Seguridad Vial 2013-2018. Retrieved from http://conapra.salud.gob.mx/Interior/Documentos/PAE_SV.pdf
- Stanton, N. A., & Salmon, P. M. (2009). Human error taxonomies applied to driving: A generic driver error taxonomy and its implications for intelligent transport systems. *Safety Science*, 47(2), 227–237. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2008.03.006>
- Stuckenschmidt, H. (2008). Debugging OWL Ontologies-A Reality Check. In *EON* (Vol. 359).
- Studer, R., Benjamins, V. R., & Fensel, D. (1998). Knowledge Engineering: Principles and Methods. *Data Knowl. Eng.*, 25(1-2), 161–197. [http://doi.org/10.1016/S0169-023X\(97\)00056-6](http://doi.org/10.1016/S0169-023X(97)00056-6)
- Toroyan, T. (2015). *Global status on road report, 2015*. World Health Organization (Vol. 19). Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23513037> http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/
- Uchida, N., Kawakoshi, M., Tagawa, T., & Mochida, T. (2010). An investigation of factors contributing to major crash types in Japan based on naturalistic driving data. *IATSS Research*, 34(1), 22–30. <http://doi.org/10.1016/j.iatssr.2010.07.002>
- Victor, T., Bargman, J., Boda, C.-N., Dozza, M., Engstrom, J., Flannagan, C., ... Markkula, G. (2015). *Analysis of Naturalistic Driving Study Data : Safer Glances*,

Driver Inattention , and Crash Risk. SHRP 2 Safety Project S08A.

- Waliszko, J., Adrian, W. T., & Ligeza, A. (2011). Traffic Danger Ontology for Citizen Safety Web System. In *Multimedia Communications, Services and Security: 4th International Conference* (pp. 165–173). Poland: Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-642-21512-4_20
- Wang, J., & Wang, X. (2011). An Ontology-Based Traffic Accident Risk Mapping Framework. In *Advances in Spatial and Temporal Databases: 12th International Symposium* (pp. 21–38). Minneapolis: Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-642-22922-0_3
- Xiao Hang Wang, Da Qing Zhang, Tao Gu, & Hung Keng Pung. (2004). Ontology based context modeling and reasoning using OWL. In *IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004. Proceedings of the Second* (pp. 18–22). IEEE. <http://doi.org/10.1109/PERCOMW.2004.1276898>
- Yan, Z., Chakraborty, D., Parent, C., Spaccapietra, S., & Aberer, K. (2013). Semantic trajectories: Mobility data computation and annotation. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 4(3), 49. <http://doi.org/10.1145/2483669.2483682>
- Ylizaliturri, M. (2014). *Sensado Participativo Para Movilidad Urbana(Tesis Maestría)*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Retrieved from <http://biblioteca.cicese.mx/catalogo/tesis/ficha.php?id=23653>
- Ylizaliturri, M., Tentori, M., & Garcia-macias, J. A. (2015). Detecting Aggressive Driving Behavior with the Driving Habits System. In *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence* (pp. 249–261). Springer International. http://doi.org/10.1007/978-3-319-26401-1_24
- Zhao, L., Ichise, R., Mita, S., & Sasaki, Y. (2015). Ontologies for Advanced Driver Assistance Systems, 1–6. Retrieved from <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/sigswow/papers/SIG-SWO-035/SIG-SWO-035-03.pdf>
- Zheng, Y., Capra, L., Wolfson, O., & Yang, H. (2014). Urban Computing: Concepts, Methodologies, and Applications. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 5(3), 1–55. <http://doi.org/10.1145/2629592>

Anexo 1. Entrevista a conductores

PROTOCOLO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA PARA CONDUCTORES DE TRANSPORTE PRIVADO Y CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO.

Entrevistador:

Lugar:

Código del entrevistado:

Fecha:

Introducción

Hola buenos días mi nombre es _____ soy estudiante de maestría en ciencias de la computación en CICESE. El objetivo de esta investigación es el desarrollo de tecnología innovadora que permita conocer cómo los factores intrínsecos (que son parte de) y extrínsecos (externos) al conducir afectan el estilo de manejo de las personas.

El equipo de investigación que encabeza este estudio se especializa en el diseño y desarrollo de tecnología. La presente entrevista tiene intereses estrictos de investigación. Es importante mencionar que NO es objetivo de la entrevista evaluarlo(a) a usted y la información recopilada de entrevistas será de uso confidencial

Se estará grabando el audio y tomando notas sobre sus respuestas a la entrevista. En cualquier momento puede interrumpir el la entrevista para revisar mis notas o el audio, además cuenta con todo el derecho a no responder alguna pregunta. La entrevista nos tomará alrededor de 1:00 hora.

DATOS DEMOGRÁFICOS (CALENTAMIENTO) [Tiempo estimado 5 minutos]

1. ¿Me podría proporcionar su nombre?
2. ¿Me podría proporcionar su edad?
3. ¿Cuál es su ocupación actualmente?
4. ¿Cuánto tiempo tiene conduciendo?
5. ¿Qué tan bien considera que conoces las vialidades en la ciudad?
6. ¿Podría decirme la marca, modelo, año, transmisión y tipo de automóvil manejas?
7. ¿Cuáles son los estados de ánimo que ha experimentado mientras manejas?
8. ¿Cuáles son las causas de estas emociones?

Caso 1) conductores de transporte privado.

Para las siguientes preguntas, tenga en mente algunas de las situaciones donde hace uso de su automóvil como es: ir a la oficina, a la escuela, de compras, recoger a alguna persona o cualquier otra actividad para la cual haga uso de su automóvil. De acuerdo©.

FACTORES QUE PROVOCAN ALGUNA REACCIÓN NEGATIVA

9. ¿Qué situaciones o eventos externos fuera del automóvil provocan una reacción negativa en su estado de ánimo al momento de conducir?
10. ¿Cómo reacciona a cada una de estas situaciones o eventos?

11. ¿Cómo afectan su manera de conducir?(maniobras)
12. ¿Con que palabra clave describiría la causa de cada una de las respuestas anteriores?
13. ¿Qué elementos en el camino o alrededor de él, provocan una reacción negativa en su estado de ánimo al momento de conducir?
14. ¿Cómo reacciona a cada uno de estos elementos?
15. ¿Cómo afectan su manera de conducir?(maniobras)
16. ¿Con que palabra clave describiría la causa de cada una de las respuestas anteriores?
17. ¿Qué situaciones o eventos dentro del automóvil provocan una reacción negativa en su estado de ánimo al momento de conducir?
18. ¿Cómo reacciona a cada una de estas situaciones o eventos?
19. ¿Cómo afectan su manera de conducir?(maniobras)
20. ¿Con que palabra clave describiría la causa de cada una de las respuestas anteriores?

FACTORES QUE INFLUYEN EN ENFRENADO ABRUPTO, ACELERACIÓN ABRUPTA, EXCESO DE VELOCIDAD Y VOLANTEO AGRESIVO.

21. ¿Cuáles son las causas por las que frenaría o ha frenado abruptamente?
22. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas anteriores?
23. ¿Cuáles son las causas por las que aceleraría o ha acelerado abruptamente?
24. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas anteriores?
25. ¿Cuáles son las causas por las que volantearía o ha volanteado abruptamente?
26. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas anteriores?
27. ¿Cuáles son las causas por las que conduciría o ha conducido a exceso de velocidad?
28. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas anteriores?
29. ¿Qué otros comportamientos de los conductores, considera que son peligrosos?
30. ¿Cuáles son las posibles causas por las que usted podría tener esos comportamientos?
31. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas anteriores?

BREAK- BREAK-BREAK- BREAK- BREAK-BREAK- BREAK- BREAK-BREAK

32. ¿Qué le distrae al manejar?
33. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las distracciones anteriores?
34. ¿Cómo afecta el horario en su manera de conducir?(maniobras)
35. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?

ASPECTOS O COMPORTAMIENTOS DE OTRAS PERSONAS (CONDUCTORES) QUE AFECTAN LA FORMA DE CONDUCIR DEL CONDUCTOR OBJETIVO

36. ¿Qué acciones de los otros conductores y motociclistas afectan su manera de conducir?
37. ¿Cómo reacciona a cada una de estas acciones de los demás conductores?(maniobras)
38. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?

39. ¿Cómo afectan los peatones, ciclistas y patinadores (patinetas) en su manejo?
40. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?
41. ¿Qué maniobras de los choferes de transporte público consideras incorrectas?
42. ¿Cómo afecta los conductores de transporte público en su manera de conducir?
43. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?
44. ¿Cómo afectan su estilo de manejo los conductores que transportan carga pesada (camiones, etc.)?
45. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?
46. ¿Qué tipo de desechos en las vialidades afectan su manera de conducir?
47. ¿Cómo afectan cada uno de estos su manera de conducir?
48. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?
49. ¿Cómo afectan los animales en las vialidades en su manera de conducir?
50. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?
51. Aparte de los mencionados. ¿Qué tipo de conductores, personas, elementos afectan su manera de conducir?
 - a. ¿De qué manera se transportan estas personas?
 - b. ¿Cómo afectan estas personas su manera de conducir?
52. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?

PASAJEROS AFECTAN

53. ¿De qué manera afecta su manejo el ir solo o acompañado?
 54. ¿Cómo afectan los pasajeros en su manera de conducir?
 55. ¿Con que palabra clave describiría cada una de las causas de las situaciones anteriores?
- ¿Alguna otra razón por la cual su estilo de manejo es afectado o algo que desee agregar?

Le agradezco su tiempo y atención, me gustaría saber si después de realizar un análisis de la entrevista ¿me permite regresar para, de ser necesario, aclarar algunas dudas?

Anexo 2. Entrevista a expertos seguridad vial

PROTOCOLO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA PARA EXPERTOS

Entrevistador:

Lugar:

Código del entrevistado:

Fecha:

Introducción

Hola buenos días mi nombre es ____ soy estudiante de maestría en ciencias de la computación en CICESE. **El objetivo de esta investigación es conocer cómo los factores extrínsecos (externos) al momento de conducir afectan el estilo de manejo de las personas en la localidad** para crear una herramienta informática a partir de esta información.

El equipo de investigación que encabeza este estudio se especializa en el diseño y desarrollo de tecnología. La presente entrevista tiene intereses estrictos de investigación. Es importante mencionar que NO es objetivo de la entrevista evaluarlo(a) a usted y la información recopilada de entrevistas será de uso confidencial.

Se estará grabando el audio y tomando notas sobre sus respuestas a la entrevista. En cualquier momento puede interrumpir la entrevista para revisar mis notas o el audio, además cuenta con todo el derecho a no responder alguna pregunta. La entrevista tomará alrededor de 1:30 hora.

DATOS DEMOGRÁFICOS

1. ¿Me podría proporcionar su nombre?
2. ¿Me podría proporcionar su edad?
3. ¿Cuál es su ocupación actualmente?
4. ¿Cuánto tiempo tiene ejerciendo esta profesión (este puesto en específico)?

CALENTAMIENTO

5. ¿Cuáles son los problemas viales que ocurren en la ciudad?
6. En su criterio. ¿Cómo calificaría la manera de conducir de las personas de la ciudad?
7. ¿Cuáles son las características o comportamientos en los que se basó para calificar de esta manera a los conductores?

FACTORES HUMANOS, CLIMATICOS, MECANICO Y DE TERRENO.

FACTORES EXTRINSECOS ESPECIFICOS

VIALIDADES

8. ¿Cómo influye el terreno en la manera de conducir de los automovilistas?
9. ¿Qué tipos de anomalías existen en las vialidades de la ciudad?
 - a. ¿Cuáles son las causas que provocan estas anomalías?
 - b. ¿Cómo afectan cada una de las anomalías mencionadas en la manera de conducir de los automovilistas?

- c. ¿Dónde suceden estas anomalías con más frecuencia o más gravedad?

SEÑALAMIENTOS

10. ¿Cuáles son los señalamientos de tránsito que menos se respetan en la ciudad?
 - a. ¿Por qué razones no se respetan estos señalamientos?
 - b. ¿Cómo afectan estas faltas en la manera de conducir de los demás automovilistas?
 - c. ¿Dónde ocurren estas faltas con más frecuencia o tienen consecuencias más graves?
11. ¿Cómo influye la sincronización de los semáforos en la manera de conducir de los automovilistas y en el flujo vehicular?
12. ¿Qué maniobras realizan los conductores con respecto a los semáforos de sincronizados?
13. Además de los mencionados. ¿Qué otros problemas existen con respecto a los señalamientos de tránsito?
 - a. ¿Cómo afectan en la manera de conducir de los automovilistas?

AUTOMOVILES Y PEATONES

14. ¿Cuáles son las actitudes y maniobras realizan los choferes de transporte público que pueden influir en la manera de manejar de los demás conductores?
 - a. ¿Por qué razones tienen estas actitudes y maniobras los choferes de transporte público?
 - b. ¿Cómo influye cada una de estas actitudes y maniobras en la manera de conducir de los demás conductores?
 - c. ¿Dónde ocurren estos tipos de comportamientos?
15. ¿Cuáles son las actitudes y maniobras realizan los choferes que transportan carga pesada (tráiler, etc.) que pueden influir en la manera de manejar de los demás conductores?
 - a. ¿Por qué razones tienen estas actitudes y maniobras los choferes de transporte público?
 - b. ¿Cómo influye cada una de estas actitudes y maniobras en la manera de conducir de los demás automovilistas?
 - c. ¿Dónde ocurren estos tipos de comportamientos?
16. ¿Cuáles son las actitudes y maniobras realizan los vehículos de seguridad pública (policías, ambulancias, bomberos, etc.) que pueden influir en la manera de manejar de los demás conductores?
 - a. ¿Por qué razones y en qué situaciones se realizan este tipo de maniobras?
 - b. ¿Cómo influye cada una de estas actitudes y maniobras en la manera de conducir de los demás automovilistas?
 - c. ¿Dónde ocurren estos tipos de comportamientos?
17. ¿Cuáles son las actitudes y maniobras realizan los peatones, ciclistas y patinadores (patinetas) que pueden influir en la manera de manejar de los demás conductores?

- a. ¿Por qué razones tienen estas actitudes y maniobras cada uno de este tipo de personas?
 - b. ¿Cómo influye cada una de estas actitudes y maniobras en la manera de conducir de los automovilistas?
 - c. ¿Dónde ocurren estos tipos de comportamientos?
18. ¿Cómo afectan en su manejo?
19. ¿Qué tipo de desechos en las vialidades afectan su manera de conducir?
- a. ¿Cómo afectan cada uno de estos la manera de conducir de los automovilistas?
20. ¿Cómo afectan los animales en las vialidades en su manera de conducir?
21. Además de los mencionados. ¿Qué otros tipos de vehículos circulan por la ciudad?
22. ¿Cómo afectan estos vehículos en la manera de manejar de los conductores?
- a. ¿Qué tipo de actitudes y maniobras realizan que puede afectar a los demás conductores?
 - b. ¿Cómo afectan cada una de estas actitudes y maniobras en la manera de conducir de los demás conductores?
 - c. ¿Dónde ocurren estos tipos de comportamientos?
23. ¿Cómo influyen cada tipo de vehículo en el flujo vehicular?
- a. ¿En qué zonas de la ciudad sucede con más frecuencia esto?
 - b. ¿En qué horarios sucede con más frecuencia?

TRÁFICO

24. ¿Cómo afecta el tráfico en la manera de conducir de los automovilistas?
- a. ¿Qué maniobras y actitudes tiene los conductores cuando hay tráfico?
 - b. ¿En qué zonas de la ciudad y en que horarios se genera tráfico?
 - c. ¿Qué relación existe entre los accidentes que suceden y el tráfico de la ciudad?

EVENTOS, TURISTICOS, CULTURALES Y RECREATIVOS

25. ¿Qué eventos turísticos, culturales, recreativos, artísticos, deportivos, entre otros, afectan en la manera de conducir de los otros automovilistas? (Carnaval, Paseos, fúnebres, Etc.)
- a. ¿Cómo afecta cada uno de estos eventos en la manera de conducir de los automovilistas?
 - b. ¿Podría darme algunos ejemplos de las situaciones descritas anteriormente?
 - c. ¿En qué zonas de la ciudad ocurren con más frecuencia estos eventos?
 - d. ¿Qué días y en que horarios existen con más frecuencia estos eventos?
26. ¿Qué actividades realizan empresas, grupos de personas que influyen en la manera de conducir de los automovilistas en la ciudad?
- a. ¿Cómo afecta cada uno de estos eventos en la manera de conducir de los automovilistas?
 - b. ¿Podría darme algunos ejemplos de las situaciones descritas anteriormente?
 - c. ¿En qué zonas de la ciudad ocurren con más frecuencia estos eventos?
 - d. ¿Qué días y en que horarios existen con más frecuencia estos eventos?

27. ¿Cuáles son las obras que se realizan para mantenimiento de las vialidades y acotamientos?
- ¿Cómo afectan este tipo de obras en la manera de conducir de los automovilistas?
 - ¿Dónde suceden este tipo de reparaciones con más frecuencia o más gravedad?
 - ¿En qué horarios se realizan estas obras de mantenimiento?
28. ¿Cuáles son las obras que realiza el ayuntamiento que pueden afectar en la manera de conducir de los automovilistas? (Limpieza, Reparaciones Luz, carril de alta, bacheo).
- ¿Cómo afectan este tipo de obras en la manera de conducir de los automovilistas?
 - ¿Dónde suceden este tipo de reparaciones con más frecuencia o más gravedad?
 - ¿En qué horarios se realizan estas obras de mantenimiento?

DISTRACCIONES

29. ¿Qué elementos o situaciones en el exterior del automóvil distrae a los conductores?
- ¿Cómo afecta cada una de estas distracciones en la manera de conducir de los automovilistas?
 - Podría darme algunos ejemplos de estas situaciones.
 - ¿En qué zonas y horarios ocurre con más frecuencia este tipo de eventos?

ESTADO DEL AUTOMOVIL

30. ¿Cómo influye el estado mecánico del automóvil en la manera de conducir de los automovilistas?
31. ¿Qué relación tiene el estado mecánico del automóvil con los accidentes de tránsito?
32. ¿Cuáles son las partes del automóvil que se verifican al momento de un accidente?

MANEJO AGRESIVO O FRUSTACIÓN

33. ¿Cuáles son los factores para que los automovilistas conduzcan de manera agresiva?
- Exceso velocidad
 - Volanteo abrupto
 - Frenado abrupto
 - Acelerado Abrupto
 - Pasarse semáforos
 - Estar rebasando
 - Pegarse a otro automóvil.
34. ¿Qué factores o situaciones generan frustración en los conductores?
35. ¿Cómo afecta cada una de estos factores o situaciones?

PERSONAS

36. ¿Cómo el factor humano en la manera de conducir de los automovilistas?
37. Además de la edad. ¿Qué otros aspectos de un conductor afectan la manera de conducir de los automovilistas?

CLIMA

38. ¿Cómo afecta el factor climático en la manera de conducir de los automovilistas?

DISTRIBUCIÓN DE LOS EVENTOS Y FACTORES (Temporada, Mes, Día, Hora, Regiones, Zonas y sus combinaciones)

TEMPORADA Y FECHAS

39. ¿Cuáles son las temporadas donde suceden con más frecuente accidentes?
- a. ¿Cómo cambia el comportamiento de los conductores las temporadas vacaciones respecto a otras temporadas?
40. ¿Cómo afecta el día de la semana en la manera de conducir de los automovilistas?
- a. ¿Cómo cambia el comportamiento de los conductores los fines de semana respecto a los días normales?

HORARIOS

41. Además de lo mencionado. ¿Cómo afecta cada uno de estos horarios en la manera de conducir de los automovilistas?

INFORMACION EXTRA NO ESTRUCTURADA

42. ¿Qué otros factores además de los mencionados influyen en la manera de manejar de los automovilistas?
- a. ¿Cómo afectan estos factores en la manera de conducir de los automovilistas?
43. Para realizar un estudio de observación. ¿Qué zonas me recomienda monitorear?
44. ¿Algo más que desee agregar?

CIERRE

Le agradezco su tiempo y atención, me gustaría saber si después de realizar un análisis de la entrevista ¿me permite regresar para, de ser necesario, aclarar algunas dudas?

Anexo 3. Encuesta de reclutamiento para participantes

Las preguntas planteadas en este cuestionario abarcan aspectos demográficos, experiencia de manejo y uso de tecnologías, que sirve para la selección de los participantes como parte del proceso de reclutamiento. Favor de contestar de la manera más honesta posible.

1. ¿Cuenta con permiso de conducir vigente?

Si No

2. ¿Cuenta con vehículo propio?

Si No

3. ¿Considera que su automóvil se encuentra en buenas condiciones mecánicas?

Si No

4. ¿Cuál dirías que es su nivel de experiencia como conductor?

Intermedio Experto Novato

5. ¿Cuánto tiempo tiene manejando?

Menos de 1 año Entre 1 y 3 años Entre 3 y 5 años
Entre 5 y 10 años Más de 10 años

6. ¿Cuánto tiempo tiene manejando en la ciudad de Ensenada?

Menos de 1 año Entre 1 y 3 años Entre 3 y 5 años
Entre 5 y 10 años Más de 10 años

7. ¿Qué días de la semana usa su vehículo?

Lunes Martes Miércoles Jueves
Viernes Sábado Domingo Otros

8. En general, ¿En qué horarios suele conducir?

6:00 am-7:00am	7:00 am-8:00am	8:00 am-9:00am
9:00 am-10:00am	10:00 am-11:00am	11:00 am-12:00pm
12:00 pm-1:00pm	1:00 pm-2:00pm	2:00 pm-3:00pm
3:00 pm-4:00pm	4:00 pm-5:00pm	5:00 pm-6:00pm
6:00 pm-7:00pm	7:00 pm-8:00pm	8:00 pm-9:00pm
9:00 pm-10:00pm	10:00 pm-11:00pm	11:00 pm-12:00am
12:00 am-1:00am	1:00 am-2:00am	2:00 am-3:00am
3:00 am-4:00am	4:00 am-5:00am	5:00 am-6:00am
Cualquier hora del día	Otros	

9. ¿Cuánto tiempo maneja en promedio al día?

Menos de 30 minutos Entre 30 minutos y 1 hora
Entre 1 hora y 1:30 horas Entre 1:30 horas y 2 horas
Entre 2 horas y 3 horas Más de 3 horas

10. ¿Cuánto tiempo estima que conduce en una semana?

Menos de 1 hora De 1 hora a 3 horas
De 3 horas a 5 horas De 5 horas a 8 horas
De 8 horas a 12 horas Más de 12 horas

11. ¿Cuántos kilómetros estima que maneja al día?

Menos de 1 km
De 5 a 10 km
De 15 a 20 km

De 1 a 5 km
De 10 a 15 km
Más de 20 km

Para responder de la pregunta número 12 a la pregunta número 21 se indicaron posibles respuestas.

No circulo por aquí
Al menos 1 vez a la semana
1 o 2 veces al día
2 o 3 veces al día
3 o 4 veces al día
Más de 4 veces al día

12. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas?
[Calle 10 (Desde UABC Sauzal hasta 20 de noviembre)]
13. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas?
[Calle Ámbar (Desde Av. Ruiz hasta Av. Reforma)]
14. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas?
[Calle 9 (Desde 20 de noviembre hasta Av. Reforma)]
15. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas? [Av. Juárez (Desde Av. Ruiz hasta Av. Reforma)]
16. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas? [Av. Reforma (Desde Las Águilas hasta Av. Delante)]
17. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas? [Av. Reforma (Desde Av. Delante hasta UABC Valle Dorado)]
18. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas?
[Av.Reforma (Desde UABC Valle Dorado hasta palacio de gobierno o municipio "Calle Westman")]
19. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas?
[Av.Reforma (Desde palacio de gobierno o Municipio hasta Ex ejido Chapultepec "Gral. Lázaro Cárdenas")]
20. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas? [Av. Reforma (Desde Ex ejido Chapultepec "Gral. Lázaro Cárdenas" hasta Maneadero)]
21. En general, ¿Con qué frecuencia suele conducir por las siguientes rutas?
[Pedro Loyola (Desde Av. Delante (Donde está el épocas) hasta la Macroplaza)]
22. ¿Qué fechas tiene disponible para participar en el estudio?

Del 10 al 15 de Marzo	Del 16 al 22 de Marzo
Del 23 al 29 de Marzo	Del 1 al 5 de Junio
Del 6 al 12 de Junio	Del 13 al 19 de Junio
Del 20 al 26 de Junio	Abril
Junio	julio
Inmediato	Otros

23. Si tienes un smartphone o una tablet Android (el del robot verde), ¿Cuál es el modelo, año y capacidad de memoria de almacenamiento (interna o externa, no es la RAM)?

(Pregunta abierta)

24. ¿Qué conexiones a Internet tiene disponibles?

No dispongo de una conexión a Internet

Plan de datos en su celular

Datos en prepago en tu celular

Internet inalámbrico (WiFi) en casa

Internet inalámbrico (WiFi) en trabajo

Internet inalámbrico (WiFi) en escuela

Otros

Para responder de la pregunta número 25 a la pregunta número 30 se indicaron posibles respuestas.

Siempre
Casi siempre
Ocasionalmente
Casi nunca
Nunca

25. ¿Cuáles de los siguientes problemas enfrenta frecuentemente? [Calle sin pavimentar]

26. ¿Cuáles de los siguientes problemas enfrenta frecuentemente? [Baches]

27. ¿Cuáles de los siguientes problemas enfrenta frecuentemente? [Falta de señalamientos]

28. ¿Cuáles de los siguientes problemas enfrenta frecuentemente? [Muchos altos]

29. ¿Cuáles de los siguientes problemas enfrenta frecuentemente? [Tráfico pesado]

30. ¿Cuáles de los siguientes problemas enfrenta frecuentemente? [Conductores descuidados o agresivos]

31. ¿Qué año es el vehículo que conduce?

(Pregunta abierta)

32. ¿Cuáles de los siguientes lugares le son más accesibles para tener una sesión de instalación del equipo?

UABC sauzal

CICESE

Frente a CEARTE

UABC Valle dorado

Otros

33. ¿Qué horarios le son más accesibles para tener la sesión de instalación del equipo?

6:00 am-7:00am

7:00 am-8:00am

8:00 am-9:00am

9:00 am-10:00am

10:00 am-11:00am

11:00 am-12:00pm

12:00 pm-1:00pm

1:00 pm-2:00pm

2:00 pm-3:00pm

3:00 pm-4:00pm

4:00 pm-5:00pm

5:00 pm-6:00pm

6:00 pm-7:00pm

7:00 pm-8:00pm

8:00 pm-9:00pm

9:00 pm-10:00pm

10:00 pm-11:00pm

11:00 pm-12:00am

12:00 am-1:00am

1:00 am-2:00am

2:00 am-3:00am

3:00 am-4:00am

4:00 am-5:00am

5:00 am-6:00am

Cualquier hora del día

Otros

34. ¿Cuáles de los siguientes lugares le son más accesibles para hacer entrega del equipo?

UABC sauzal

CICESE

Frente a CEARTE

UABC Valle dorado

Otros

35. ¿Qué horarios le son más accesibles para tener hacer entrega del equipo?

6:00 am-7:00am

7:00 am-8:00am

8:00 am-9:00am

9:00 am-10:00am

10:00 am-11:00am

11:00 am-12:00pm

12:00 pm-1:00pm

1:00 pm-2:00pm

2:00 pm-3:00pm

3:00 pm-4:00pm

4:00 pm-5:00pm

5:00 pm-6:00pm

6:00 pm-7:00pm

7:00 pm-8:00pm

8:00 pm-9:00pm

9:00 pm-10:00pm

10:00 pm-11:00pm

11:00 pm-12:00am

12:00 am-1:00am

1:00 am-2:00am

2:00 am-3:00am

3:00 am-4:00am

4:00 am-5:00am

5:00 am-6:00am

Cualquier hora del día

Otros

Anexo 4. Encuesta de comportamiento de manejo en español

ESTUDIO SOBRE MOVILIDAD URBANA

Encuesta de Entrada

Aún los mejores conductores comenten errores o violaciones a los reglamentos de tránsito en algún momento. Varias de ellas son triviales, pero otras son potencialmente más peligrosas. Esta encuesta busca conocer la percepción de los conductores acerca de sus hábitos de manejo.

El cuestionario es simple. Propone una serie de errores o violaciones que las personas habrán experimentado al conducir. Para cada pregunta indica que tan frecuentemente te ha ocurrido, en el último año. Naturalmente es imposible dar respuestas precisas, por lo que solamente esperamos conocer tus impresiones generales.

Tus respuestas serán tratadas de manera anónima y con la mayor confidencialidad. Por favor contesta las preguntas tan rápido como puedas, marcando la opción que consideres apropiada. Al terminar, revisa tus respuestas. Por favor responde de la manera más honesta posible.

Hábitos de manejo

A continuación se presentan distintas situaciones. Indica la opción que consideres describe tu manejo en el último año.

Para responder de la pregunta número 1 a la pregunta número 5 se indicaron como posibles respuestas las opciones que se encuentran en la siguiente tabla.

Totalmente de Desacuerdo
Ligeramente de Desacuerdo
Neutral
Ligeramente de acuerdo
Ligeramente de acuerdo

1. ¿Cómo soy como conductor? [Soy un buen conductor]
2. ¿Cómo soy como conductor? [Soy seguro como conductor]
3. ¿Cómo soy como conductor? [Soy propenso a cometer errores como conductor]
4. ¿Cómo soy como conductor? [Evito romper la ley como conductor]
5. ¿Cómo soy como conductor? [Mi forma de conducir se afecta adversamente por mi estado de ánimo]

Para responder de la pregunta número 6 a la pregunta número 41 se indicaron como posibles respuestas las opciones a la cual se le asignó un número que se encuentran en la siguiente tabla.

1	Totalmente de Desacuerdo
2	Ligeramente de

	Desacuerdo
3	Neutral
4	Ligeramente de acuerdo
5	Ligeramente de acuerdo

6. Acelerar bruscamente a la salida de un semáforo con la intención de ganarles a otros conductores.
7. Ir a más velocidad de la permitida a altas horas de la noche.
8. No calcular correctamente la distancia y velocidad del vehículo que viene de frente al rebasar.
9. Circular tan cerca del vehículo de adelante que puede resultar difícil evitar una colisión en caso de una frenada de emergencia.
10. Encender sin querer las intermitentes en vez del limpia-parabrisas o viceversa.
11. Enfadarse con un conductor y mostrarle su enojo por el medio que sea, por ejemplo, con gestos agresivos.
12. Pasarse una salida en una autopista y verse obligado a dar una vuelta larga.
13. Engancharse y jugar carreras con otros conductores.
14. No hacer caso de los límites de velocidad en la autopista.
15. Para dar vuelta en una intersección, ir metiendo el auto hasta que el conductor que viene y tiene preferencia no tiene más remedio que parar y dejarle pasar.
16. No darse cuenta de la presencia de nuevas señales de tráfico en una vía por la que se conduce habitualmente.
17. Al conducir marcha atrás, golpear contra algo que no se había visto.
18. Hacer un cambio de sentido pisando una línea continua o en otro sitio en que no está permitido.
19. Intentar rebasar a un vehículo sin darse cuenta de que éste estaba señalizando su intención de girar a la izquierda.
20. No darse cuenta de la presencia de peatones cruzando, al girar hacia una calle desde una vía principal.
21. Enfadado por la acción de otro conductor, perseguirle con la intención de mostrarle su enfado.
22. Pasar por alto los límites de velocidad a fin de seguir el flujo del tráfico.
Dándose cuenta de que el carril por el que circula desaparece y se junta con otro, no cambiar de carril hasta el último momento.
23. No mirar el retrovisor al incorporarse a la circulación, cambiar de carril, etc.
24. Equivocarse de salida en una rotonda por no haber prestado la atención debida a la señalización.
25. Teniendo como objetivo dirigirse a un destino determinado, darse cuenta de repente que se está dirigiendo a otro destino que es más habitual para conducir.
26. Tener manía hacia un tipo particular de usuario de la vía y ponerle de manifiesto su antipatía u hostilidad del modo que sea.
27. Pegarse mucho al vehículo de adelante para indicarle que vaya más rápido o se aparte.
28. Olvidar dónde se ha dejado el vehículo en un estacionamiento.

29. Salir de un semáforo que se ha puesto en verde y darse cuenta de repente que se lleva una marcha que no es la apropiada (ej. tercera).
30. Circular superando los límites de velocidad en una zona residencial.
31. Pensando en otras cosas, entrar en una rotonda circulando por un carril inadecuado teniendo en cuenta la salida que se debería tomar.
32. En una cola de vehículos que están girando a la derecha para incorporarse a una calle principal, estar tan pendiente de los vehículos que se aproximan por la izquierda que casi se colisiona con el de adelante.
33. Después de conducir durante un rato, darse cuenta que no tiene claro el recuerdo del camino recorrido y lo que ha sucedido durante él.
34. Tocar el claxon para expresar su enfado hacia otro usuario de la vialidad.
35. Al realizar un giro estar a punto de colisionar con una bicicleta que ha aparecido a nuestro lado.
36. No ver una señal de “Ceda el paso” y estar a punto de colisionar con otro vehículo que tenía la preferencia.
37. Cruzar una intersección a pesar de haber visto que el semáforo se ha cambiado a rojo.
38. Conducir aun sabiendo que puede estarse por encima del límite legal de alcohol en la sangre.
39. Frenar fuertemente en un camino resbaloso o volantear por el acotamiento.
40. Pasar a un conductor lento por el lado derecho.
41. Describa cuales son las rutas por las que conduce con más frecuencia (como rutina) en la semana

Anexo 5. Encuesta de estado de vehículo y salud del conductor

Las siguientes preguntas sirven para conocer el estado general del vehículo que se usará durante el estudio. Favor de contestar de la manera más honesta posible.

1. ¿Con que tipo de vehículo cuenta para el estudio?

2. ¿Cuál es la forma chasis?

Camioneta	Van	Hatchback	Camioneta	Otro
Coupe	Pick-up	Sedan	Mini	

3. ¿Qué versión es su automóvil?

De lujo	Deportivo	Normal
---------	-----------	--------

4. ¿Qué tipo de transmisión tiene su automóvil?

Estándar	Automática	Ambas
----------	------------	-------

5. ¿Cuenta con limpia parabrisas?

Si funciona pero están muy desgastados	Si funcionan y están en buen estado
--	-------------------------------------

6. ¿Cuenta con sistema desempañaste?

Si	No
----	----

7. ¿Cuenta con aire acondicionado?

Si	No
----	----

8. ¿Cuál es el estado de las luces?

Las luces al pisar el freno no funcionan

Todo lo anterior se encuentran en buen estado

Uno o ambos faros (traseros) del vehículo no sirven

Uno o ambos faros (delanteros) del vehículo no sirve

La luz direccional delantera del lado del copiloto no sirve

La luz direccional delantera del lado del piloto no sirve

La luz direccional trasera del lado del piloto no sirve

La luz direccional trasera del lado del copiloto no sirve

Otros

9. ¿Cuál es el estado de sus espejos?

No tiene e espejo lateral del lado del conductor

No tiene el espejo retrovisor.

No tiene el espejo lateral del lado del copiloto.

Todo lo anterior se encuentra en buen estado

Otro

10. ¿Cuál es el estado de sus suspensiones?

El Amortiguador delantero del lado del conductor se mueve mucho

El Amortiguador delantero del lado del copiloto se mueve mucho

El Amortiguador trasero del lado del conductor se mueve mucho

El Amortiguador trasero del lado del conductor se mueve mucho

Todo lo anterior se encuentra en buen estado.

Otros

11. ¿Cuál es el tipo llantas?

Neumático delantero del lado del conductor

Neumático delantero del lado del copiloto

Neumático trasero del lado del conductor

Neumático trasero del lado del copiloto

Todo lo anterior se encuentra en buen estado.

Otros

12. ¿Cuál es el estado de las llantas?

Neumático delantero del lado del conductor
esta lisa

Neumático trasero del lado del conductor
esta lisa.

Neumático trasero del lado del copiloto esta
lisa.

Neumático delantero del lado del copiloto
esta lisa.

Todo lo anterior se encuentra en buen estado.

Otros

13. ¿Se Apaga el vehículo?

Si

No

14. ¿El vehículo se calienta?

Si

No

15. ¿Se jalonea el vehículo?

Si

No

16. ¿Derrama aceite el vehículo?

Si

No

17. ¿Tira Humo?

Si

No

Las siguientes preguntas tratan son sobre su estado de salud, no abarcan información sensible. La información capturada servirá para la selección de los participantes, por favor de conteste de la manera más honesta posible.

18. ¿Tiene problemas visuales?

Tengo problemas visuales, uso lentes para corregirlo y cuento con ellos

Tengo problemas visuales, uso lentes para corregirlo pero no cuento con ellos

No tengo problemas visuales

Otros

19. ¿Tiene problemas auditivos?

Tengo problemas
auditivos

No tengo problemas
Auditivos

Otros

20. ¿Tiene problemas físicos que imposibiliten el manejo?

Tengo al menos un problema físico que me imposibilita el manejo

No tengo ningún problema físico que me imposibilite el manejo

Otros

Anexo 6. Formato de consentimiento

Documento de consentimiento del participante

Se solicita su autorización y consentimiento para participar en el estudio de movilidad urbana descrito en este documento. La participación en este estudio es completamente voluntaria. Por favor lea la siguiente información y siéntase libre de preguntar cualquier duda antes de decidir si desea participar. Los investigadores citados a continuación responderán sus preguntas.

EQUIPO DE INVESTIGACION

Investigadores:

Tonatiuh R. Sánchez Torres – tsanchez@cicese.edu.mx

J. Antonio García Macías - jagm@cicese.mx

Departamento de Ciencias de la Computación, CICESE

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El propósito del estudio de movilidad urbana es conocer como el estado de las vialidades y otros factores externos al automovilista afectan en su manera de conducir dentro de la ciudad de Ensenada, B. C.

Para realizar el estudio se requiere utilizar las siguientes tecnologías en su vehículo:

1. Aplicación para dispositivos móviles con Android (tableta o Smartphone). Si usted ya cuenta con un dispositivo móvil Android se evaluará la compatibilidad de la aplicación con su dispositivo y se le instalará. En caso de que no posea un dispositivo móvil Android, o su dispositivo no sea compatible con la tecnología a evaluar, los investigadores le facilitarán uno en calidad de préstamo que deberá emplearse de modo exclusivo para los fines del estudio.
2. Un dispositivo electrónico, que será empleado para consultar a la computadora de su automóvil (interfaz ELM327). Este dispositivo se conecta al puerto que en su taller mecánico se utiliza para realizar los diagnósticos sobre el estado de su vehículo durante sus servicios preventivos, y se comunica mediante Bluetooth con el dispositivo móvil con Android. Los investigadores le facilitarán este dispositivo en calidad de préstamo durante su participación en el estudio.



Figura 1. Pantalla inicial de la aplicación



Figura 2 Interfaz ELM327

La aplicación móvil del sistema *Driving Habits 2* recolectarán datos de ubicación (empleando el sensor GPS que incluye el dispositivo Android) mientras usted conduce. Al mismo tiempo, utilizando un acelerómetro (un sensor de movimiento que incluye el dispositivo Android, y que permite a este, por ejemplo, notar que giro la pantalla) nos permitirá conocer sobre algunos de sus comportamientos de manejo.

Se grabará video de la vialidad haciendo uso de la cámara integrada en el dispositivo Android (el cual se instalará en el parabrisas del automóvil del lado del copiloto), también se grabará audio del interior del vehículo con lo cual nos permitirá conocer los factores que influyen en sus comportamientos de manejo.

La información colectada será almacenada en el dispositivo durante sus recorridos y deberá ser entregada al investigador en una sesión al finalizar su participación en el estudio.

TEMAS

Requerimientos

Usted es elegible para participar en este estudio si reúne las siguientes condiciones:

- Ha contestado la encuesta de preselección.
- Tiene al menos dos años como conductor.
- Tiene licencia de manejo vigente.
- Su automóvil se encuentra en buenas condiciones mecánicas.
- Acepta que se realice la instalación de las tecnologías en su vehículo.

PROCEDIMIENTOS

El procedimiento del estudio se compone de dos fases: instalación del sistema e intervención.

- **Instalación del sistema.** Es necesario que permita al equipo de investigación evaluar las características de su vehículo en una revisión técnica. En caso de que su vehículo no satisfaga las características requeridas para participar en el estudio será informado de ello. Se instalará el dispositivo electrónico ELM327 en su vehículo (mismo que no deberá ser removido hasta el fin de su participación en el estudio) y se verificará el mejor sitio disponible para el montaje del dispositivo móvil Android. Finalmente se le brindará instrucción sobre el uso de la aplicación *Driving Habits 2*. Durante las sesiones se podrán tomar algunas fotos de la instalación en su vehículo.



Figura 3 Pantalla al estarse ejecutando la aplicación móvil

- **Intervención.** Durante __ día(s) después de la instalación, usted deberá utilizar el sistema *Driving Habits 2* mientras conduce. El sistema recopilará información relevante para el adecuado funcionamiento de *Driving Habits 2* incluyendo: su
- localización, la velocidad del vehículo mientras conduce, eventos representativos respecto a sus hábitos de manejo, video de la vialidad y audio del interior del vehículo.

Encuestas y Cuestionarios

Usted deberá responder al momento de la instalación de la tecnología:

- Una encuesta sobre el estado del automóvil y sobre su salud física (detalles como los que le preguntan para tramitar su licencia de conducir).
- Un cuestionario sobre sus actitudes al manejar.

Información recopilada

La información recopilada acerca de su manera de conducir será estrictamente confidencial, únicamente se utilizará para el análisis de sus recorridos y como referencia en publicaciones sobre el estudio. Los videos, las fotos y el audio capturados se utilizarán de tal forma que usted no sea identificable.

Con esta información se realizará un análisis de manera colectiva para encontrar las relaciones entre los comportamientos de los conductores y los factores externos que influyen para que estos sucedan. También se evaluará si la información que se capture con el sistema puede apoyar en la toma de decisiones en relación con seguridad vial y planeación urbana de la ciudad de Ensenada.

BENEFICIOS

Beneficios de la Investigación

Los beneficios potenciales para los conductores que participen en el estudio pueden incluir: El poder exponer como el estado de las vialidades y otros factores externos a su persona afectan en su manera de conducir dentro de la ciudad de Ensenada. Entender como el uso de tecnologías móviles y la participación ciudadana puede beneficiar a la comunidad de Ensenada.

Beneficios a Otros y a la Sociedad

Mediante el análisis de los datos que se obtengan del estudio, se espera ayudar a los investigadores a crear tecnología especializada que tome en cuenta la manera de conducir de las personas y la influencia que ejerce el entorno en estos, para promover comportamientos de manejo más seguros. Además de poder informar a algunas dependencias de gobierno sobre necesidades en relación con seguridad vial y planeación urbana que son específicas a la población de la ciudad de Ensenada.

COMPENSACIÓN

Compensación por la Participación

Ni usted ni ningún participante del estudio recibirá alguna retribución económica por su participación en este estudio. Sin embargo, se ha ofrecido la oportunidad de ganar **un único premio** de 100 dólares.

El criterio para determinar a los ganadores se informará una vez que termine la recolección de datos para evitar influir en los resultados del estudio de investigación. Al participar en el estudio en las condiciones que los investigadores le instruyan gozará de la misma probabilidad que el resto de los participantes en el estudio de recibir el premio con el monto estipulado y usted acepta que la decisión final que los investigadores comuniquen a los participantes será indiscutible e irrevocable.

TERMINACIÓN DEL ESTUDIO Y CONSECUENCIAS

Usted es libre de dejar el estudio en cualquier momento. **Si decide dejar el estudio deberá avisar al equipo de investigación inmediatamente, y regresar el equipo que se le prestó para el estudio.**

CONFIDENCIALIDAD

Identificación de los datos

Los datos de geolocalización, del acelerómetro y de su vehículo que la aplicación colecte serán mantenidos en estricto orden confidencial. Únicamente el equipo de investigación tendrá acceso a ellos. Esta información formará parte de una base de datos en la que no se incluirá su nombre u otra información que revele su identidad. Los datos de geolocalización, del acelerómetro y de su vehículo tendrán un uso estricto confidencial, y únicamente con su permiso explícito posiblemente serán compartidos en un futuro con investigadores en esta área.

Las grabaciones de video, audio y fotos tendrán un uso estricto confidencial, y únicamente con su permiso explícito posiblemente serán compartidas en un futuro con investigadores en esta área.

Acceso a Datos

Para proteger su seguridad y bienestar el equipo de investigación es el único que tiene la autorización de acceso a los datos, según los términos de confidencialidad mencionados. Cualquier información derivada de este proyecto de investigación que muestre su identidad no será voluntariamente revelada por el equipo (que tendrá acceso a los datos) sin su consentimiento explícito. Publicaciones y/o presentaciones que resulten de esta investigación no incluirán información que revele su identidad sin su consentimiento explícito.

Retención de los datos

El equipo de investigación mantendrá los datos que resulten de la investigación. Otros investigadores pueden tener acceso a los datos para futuras investigaciones. Sin embargo los videos y audio serán eliminados al término de la tesis.

Permiso para compartir datos con la audiencia en esta área

Pensando en los beneficios a esta comunidad, al equipo de investigación probablemente en un futuro le gustaría compartir los datos de geolocalización, del acelerómetro, de la velocidad de su vehículo, algunas fotos y/o videos captados durante

el estudio con la audiencia de investigadores en esta área. Por favor indique a continuación si da su permiso para:

- Compartir datos de geolocalización. ☐ Sí ☐ No Sus iniciales
- Compartir datos del acelerómetro. ☐ Sí ☐ No Sus iniciales
- Compartir datos de la velocidad del vehículo. ☐ Sí ☐ No Sus iniciales
- Compartir los videos. ☐ Sí ☐ No Sus iniciales
- Compartir los audios. ☐ Sí ☐ No Sus iniciales
- Compartir las fotos. ☐ Sí ☐ No Sus iniciales

LIMITACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD

Al participar en el estudio, acepta la responsabilidad por el uso y custodia de la tecnología en su vehículo. Ni los investigadores ni el CICESE serán responsables en caso de incidentes de tráfico, infracciones, o choques que pudieran suscitarse durante su participación en el estudio. El sentido común siempre debe prevalecer, de modo que usted deberá limitar las condiciones de uso del sistema *Driving Habits 2.0* de forma que usted se considere seguro. Usted será responsable por el buen uso de los dispositivos que los investigadores faciliten en calidad de préstamo. Al dar por concluida su participación en el estudio deberá regresar el equipo que se le prestó para el estudio y la información recolectada.

DUDAS O COMENTARIOS

Si tiene comentarios, dudas, preocupaciones con respecto a la forma en la que se llevará a cabo la investigación, por favor contacte al equipo de investigación listado al inicio del presente documento.

ACUERDO DE PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Usted no debería firmar este documento a menos que lo haya leído. La participación en este estudio es voluntaria. Usted puede negarse a contestar cualquier pregunta o suspender su participación en cualquier momento sin sanciones ni pérdida de beneficios a los que tiene derecho. Su decisión no afectará su relación futura con el CICESE. Su firma indica que usted ha leído la información en este documento de consentimiento y ha tenido la oportunidad de hacer cualquier pregunta que tenga sobre el estudio.

Estoy de acuerdo de participar en el estudio.

- ☐ Permitiendo la instalación de la tecnología en mi vehículo para realizar el estudio
- ☐ Permitiendo registrar datos de geolocalización.
- ☐ Permitiendo registrar datos del acelerómetro.
- ☐ Permitiendo registrar datos de la velocidad de su vehículo.
- ☐ Permitiendo solo audio-grabación
- ☐ Permitiendo solo video-grabación
- ☐ Permitiendo tomar fotografías

Nombre y Firma del Participante

Fecha

Nombre y Firma del Investigador

Fecha

Anexo 7. Esquema de codificación de señalamientos

Código	Nombre	Descripción
A	Alto	Señalamientos con forma hexagonal de color rojo con letras blancas, regularmente se encuentran en las esquinas de un cruce.
S	Semáforo	Señalamiento con 3, 4 o más luces para el control del flujo vehicular.
CP	Ceda el Paso	Triangulo invertido con margen rojo que dice en letras negras "ceda el paso"
NCP	No cruce peatonal	Señalamiento cuadrado color blanco, en el medio una persona caminando de sombreada, totalmente color negro y un círculo rojo con un línea diagonal sobre el que indica que está prohibido
CPe	Cruce peatonal	Cruce peatonal, usualmente es un rombo amarillo con un dibujo que representa a una persona caminando
VI	Vuelta izquierda	Señalamiento con flecha color negra volteada a la izquierda
VD	Vuelta derecha	Señalamiento cuadrado color con blanco, con un círculo rojo y una flecha negra volteada a la derecha
NVI	No dar vuelta a la izquierda	Señalamiento con flecha negra volteada a la izquierda marcada con un círculo rojo
NVD	No dar vuelta a la derecha	Se emplea para indicar al conductor que no podrá girar a la derecha en el punto donde se encuentra la señal.
NGU	No girar en U	Flecha en forma de U de color negro marcada con un círculo rojo
1SS	Un solo sentido	Flecha recta apuntando hacia arriba.
NE	No estacionarse	Señalamiento con forma cuadrada de color blanco, que en su interior muestra una "E" marcada con un círculo rojo, con una diagonal.
LV10	Límite de velocidad de 10 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 10 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV15	Límite de velocidad de 15 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 15 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV20	Límite de velocidad de 20 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 20 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV25	Límite de velocidad de 25 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 25 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV30	Límite de velocidad de 30 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 30 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV35	Límite de velocidad de 35 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 35 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV40	Límite de velocidad de 40 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 40 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV50	Límite de velocidad de 50 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 50 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV60	Límite de velocidad de 60 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 60 que representa la velocidad máxima en esa zona.

LV70	Límite de velocidad de 70 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 70 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV80	Límite de velocidad de 80 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 80 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV90	Límite de velocidad de 90 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 90 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV100	Límite de velocidad de 100 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 100 que representa la velocidad máxima en esa zona.
LV110	Límite de velocidad de 110 km/h	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene el número 110 que representa la velocidad máxima en esa zona.
PM	Parada microbús	Es para el transporte público (microbuses, taxis, etc.), no es el mismo al de los camiones turísticos
NPM	No parada microbús	Señalamiento de fondo blanco con un círculo con la orilla de color rojo y dentro de este tiene un número que representa la velocidad máxima en esa zona.

Anexo 8. Esquema de codificación de anomalías

Código	Categoría	Descripción
Anomalías nivel 0 (individuales)		
AG	IMPERFECCIONES	Grieta o marcas de llanta de bicicletas
AEs	IMPERFECCIONES	Escoriación(rugoso) muy notoria
ABoHoC	HUNDIMIENTOS	Bache, hoyo o coladera hundida/rota con respecto a la vialidad
AZV	HUNDIMIENTOS	Zanja o bache alargado Vertical
AZD	HUNDIMIENTOS	Zanja o bache alargado Diagonal
AZH	HUNDIMIENTOS	Zanja o bache alargado Horizontal
AZSPat	HUNDIMIENTOS	Zanja o grupo de Zanjas Sin Patrón
AZR	HUNDIMIENTOS	Zanja rectangular realizada por alguna dependencia para meter tubos de drenaje
ACHun	HUNDIMIENTOS	Coladera levemente hundida con posibles escoriaciones alrededor
ARep	SOBRESALIENTES	Reparación (tapón, parche) sobresaliente (abultada) de una anomalía con posibles escoriaciones
ACSob	SOBRESALIENTES	Coladera sobresaliente con respecto a la vialidad o bulto como círculo o Bache con un bulto alrededor.
ATNat	SOBRESALIENTES	Tope Natural o Levantamiento/Elevación de la vialidad.
ABado	HUNDIMIENTOS	Hundimiento de un segmento del carril como y vadito
AEsc	HUNDIMIENTOS	Desnivel entre la junta de segmentos de la vialidad como un escalón
Grupo de Anomalías Primer Nivel		
GAHnV	HUNDIMIENTOS	Hundimiento en forma de 'v' o ruptura de la vialidad /quebrada
GARBHC	HUNDIMIENTOS	Una reparación(parche ,tapón) abultada con algún bache, hoyo, coladera hundida y con posibles escoriaciones alrededor
GARZ	HUNDIMIENTOS	Una reparación(parche ,tapón) abultada con algún tipo de zanja encima y con posibles escoriaciones alrededor
GARZsPer	HUNDIMIENTOS	Una reparación(parche ,tapón) abultada con algún tipo de zanja en el perímetro (perímetro hundido) y con posibles escoriaciones alrededor
GART	SOBRESALIENTES	Una reparación(parche ,tapón) abultada con elevaciones como un tope natural elevación/levantamiento o bulto , coladera levantada con posibles escoriaciones alrededor (muy notorias)
GAG	IMPERFECCIONES	Grupo de Grietas con posibles escoriaciones alrededor puedes estar o no sobre una reparación (parche, tapón) abultada.
Grupo de Anomalías Segundo Nivel		
GA2BHCEs	HUNDIMIENTOS	Grupo de baches u Hoyos o Colearas hundidas/rotas puede estar o no estar sobre una reparación abultada y también es posibles que

haya escoriaciones alrededor

GA2ZEs	HUNDIMIENTOS	Grupo de Zanjas puede estar o no estar sobre una reparación abultada y también es posibles que haya escoriaciones alrededor
GA2BHCEls	HUNDIMIENTOS y SOBRESALIENTE	Grupo de Baches ,Hoyos, Coladeras Hundidas o Zanjas y con una o varias elevaciones puede estar o no estar sobre una reparación abultada y también posibles que haya escoriaciones alrededor
GA2BoZEs	HUNDIMIENTOS y vaditos	Grupo de Baches ,Hoyos o Coladeras Hundidas o Zanjas en uno o varios hundimientos tipo vados puede estar o no estar sobre una reparación abultada y también es posible que haya escoriaciones alrededor
GA2RBZs	2 tipos de HUNDIMIENTOS	Grupo de Baches ,Hoyos o Coladeras Hundidas y Zanjas puede estar o no estar sobre una reparación abultada y también es posibles que haya escoriaciones alrededor
Grupo de Anomalías Tercer Nivel		
GA3AIIIElev	2 tipos de HUNDIMIENTOS y elevaciones	Grupo de Baches ,Hoyos o Coladeras Hundidas y Zanjas con uno o varios elevaciones de la calle puede estar o no estar sobre una reparación abultada y también es posibles que haya escoriaciones alrededor
GA3AIIHund	2 tipos de HUNDIMIENTOS	Grupo de Baches ,Hoyos o Coladeras Hundidas y Zanjas con o con hundimientos de la calle puede estar o no estar sobre una reparación abultada y también es posibles que haya escoriaciones alrededor
GA3BHCs	Otro tipo de combinación	Grupo de Baches, Hoyos o Coladeras, Zanjas, Elevaciones en un hundimiento con ruptura de la vialidad/grietas alrededor y posiblemente escoriaciones que cobren todo el carril.
BGigante	HUNDIMIENTO	Bache, hoyo, que abarca todo un carril o más, junto con otras anomalías
Infraestructura		
IBa		Vado
ICa		Canal de desagüe
IOb		Obra del segmento de una calle
IV		Vialetas o reductores de velocidad
IT		Tope artificial

Anexo 9. Esquema de codificación de comportamiento de manejo y factores exógenos.

SEVERIDAD DEL EVENTO		
UN TÉRMINO GENERAL QUE SE REFIERE A TODAS LAS OCURRENCIAS DESENCADENADAS EN UN INCIDENTE, CERCA DE UNA COLISIÓN O CHOQUE QUE COMIENZA EN EL EVENTO PRECIPITANTE Y TERMINA CUANDO LA MANIOBRA DE EVASIÓN SE HA COMPLETADO.		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SIN CONFLICTO	SC	CUALQUIER EVENTO QUE AUMENTA EL NIVEL DE RIESGO ASOCIADO CON LA CONDUCCIÓN, PERO NO DA LUGAR A UN ACCIDENTE, CASI CHOQUE, O INCIDENTE, TAL COMO SE DEFINE A CONTINUACIÓN. LOS EJEMPLOS INCLUYEN: ERROR AL CONTROLAR ELEMENTOS DEL TABLERO SIN PERCATARSE DE PELIGROS PROXIMOS; ERROR DE JUICIO DEL CONDUCTOR, TALES COMO QUEMAR LLANTA, EXCESO DE VELOCIDAD; O CASOS EN LOS QUE LOS CONDUCTORES SE DISTRAEN VISUALMENTE A UN NIVEL PELIGROSO
EVENTO DE PROXIMIDAD	PE	CUALQUIER CIRCUNSTANCIA EXTRAORDINARIA QUE RESULTA EN LAS PROXIMIDADES DEL VEHÍCULO A ALGUN OTRO VEHÍCULO, PEATÓN, CICLISTA, ANIMAL O UN OBJETO FIJO, DONDE DEBIDO A LA APARENTE FALTA DE CONOCIMIENTO POR PARTE DEL CONDUCTOR (S), PEATONES, CICLISTAS O ANIMALES, EXISTE ALGUNA MANIOBRA DE EVASIÓN O RESPUESTA. UN ACERCAMIENTO EXTREMO SE DEFINE COMO UN CASO CLARO DONDE LA AUSENCIA DE UNA MANIOBRA DE EVASIÓN O LA RESPUESTA NO ES APROPIADA PARA LAS CIRCUNSTANCIAS DE MANEJO (COMO LA VELOCIDAD, LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD, ETC.).
RELEVANTE A CHOQUE	CR	CUALQUIER CIRCUNSTANCIA QUE REQUIERE DE UNA RESPUESTA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR PARTE DEL VEHÍCULO SUJETO. CUALQUIER OTRO VEHÍCULO, PEATÓN, CICLISTA O ANIMAL QUE ES MENOS GRAVE QUE UNA MANIOBRA EVASIVA RÁPIDA (COMO SE DEFINE ARRIBA), PERO MAYOR SEVERIDAD QUE UNA "MANIOBRA NORMAL" PARA EVITAR UN ACCIDENTE. UNA RESPUESTA PARA EVITAR UN CHOQUE PUEDE INCLUIR FRENADO, LA DIRECCIÓN, LA ACELERACIÓN, O CUALQUIER COMBINACIÓN DE ENTRADAS DE CONTROL. UNA "MANIOBRA NORMAL" PARA EL VEHÍCULO SUJETO SE DEFINE COMO UNA MANIOBRA PREVIA QUE CAE DENTRO DEL LÍMITE DE CONFIANZA DEL 99% TAL COMO SE MIDE POR EL MISMO SUJETO...
CASI CHOQUE	NC	CUALQUIER CIRCUNSTANCIA QUE REQUIERA UNA RÁPIDA MANIOBRA, EVASIVA POR EL VEHÍCULO SUJETO, O CUALQUIER OTRO VEHÍCULO, PEATÓN, CICLISTA O UN ANIMAL PARA EVITAR UN ACCIDENTE. UNA MANIOBRA EVASIVA SE DEFINE COMO CAMBIOS DE DIRECCIÓN, FRENADO, ACELERACIÓN, O CUALQUIER COMBINACIÓN DE ENTRADAS DE CONTROL QUE SE ACERCA A LOS LÍMITES DE LAS CAPACIDADES DEL VEHÍCULO. COMO GUÍA: EL VEHÍCULO SUJETO DE FRENADO MAYOR QUE 0,5 G, O LA ENTRADA DE DIRECCIÓN QUE SE TRADUCE EN UNA ACELERACIÓN LATERAL MAYOR DE 0,4 G PARA EVITAR UN CHOQUE, CONSTITUYE UNA MANIOBRA RÁPIDA. MOVIMIENTO LATERAL MAYOR DE 0,4 G PARA EVITAR UN CHOQUE, CONSTITUYE UNA MANIOBRA RÁPIDA.
CHOQUE	C	CUALQUIER CONTACTO CON UN OBJETO, YA SEA FIJO O

		EN MOVIMIENTO, A CUALQUIER VELOCIDAD, EN EL CUAL LA ENERGÍA CINÉTICA SE TRANSFIERE O SE DISIPA DE MANERA PERCEPTIBLE. INCLUYE OTROS VEHÍCULOS, BARRERAS DE SEGURIDAD, OBJETOS DENTRO O FUERA DE LA CALZADA, LOS PEATONES, CICLISTAS O ANIMALES
NATURALEZA DEL EVENTO		
ESTAS VARIABLES ESPECIFICAN EL TIPO DE CHOQUE O INCIDENTE OCURRIDO		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CONFLICTO CON VEHÍCULO POR DELANTE (LEAD VEHICLE)	CVD	INTERACCION CON EL VEHÍCULO QUE SE ENCUENTRA ENFRENTA DEL VEHÍCULO EVALUADO (VIAJANDO EN LA MISMA DIRECCION DEL VEHÍCULO EVALUADO O DETENIDO)
CONFLICTO CON TRAFICO(OTRO VEHÍCULO) QUE SE APROXIMA (EN SENTIDO CONTRARIO)	CTSC	INTERACCION CON EL VEHÍCULO QUE VIAJA HACIA EL VEHÍCULO EVALUADO (VIAJANDO EN DIRECCION OPUESTA AL VEHÍCULO EVALUADO)
CONFLICTO CON VEHÍCULO DEL CARRIL ADYACENTE(MISMA DIRECCION)	CVCA	INTERACCION CON EL VEHÍCULO VIAJANDO EN EL CARRIL ADYACENTE Y EN LA MISMA DIRECCION DEL VEHÍCULO EVALUADO.
CONFLICTO CON VEHÍCULO QUE SE METE AL CARRIL(MERGING)	CVM	INTERACCION EN LA QUE SE INVOLUCRA UN VEHÍCULO EMERGIENDO EN EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO YA SEA POR RAMPA DE SALIDA O ENTRADA.
CONFLICTO CON UN VEHÍCULO GIRANDO A TRAVÉS (TURNING ACROSS) DEL CAMINO DEL VEHÍCULO EVALUADO (MISMA DIRECCION)	CVGAMD	INTERACCION EN LA CUAL UN VEHÍCULO CRUZA ENFRENTA DEL CAMINO DE OTRO VEHÍCULO (ORIGINALMENTE VIAJAN EN LA MISMA DIRECCION)
CONFLICTO CON UN VEHÍCULO GIRANDO A TRAVÉS (TURNING ACROSS) DEL CAMINO DEL VEHÍCULO EVALUADO (DIRECCION OPUESTA)	CVGADO	INTERACCION EN LA CUAL UN VEHÍCULO CRUZA ENFRENTA DEL CAMINO DE OTRO VEHÍCULO (ORIGINALMENTE VIAJAN EN DIRECCION OPUESTA)
CONFLICTO CON UN VEHÍCULO GIRANDO EN (TURNING INTO)EL CAMINO DEL VEHÍCULO EVALUADO(MISMA DIRECCION)	CVGCMD	INTERACCION CON UN VEHÍCULO QUE GIRA EN EL CAMINO DE OTRO VEHÍCULO TRATANDO DE CONDUCIR EN LA MISMA DIRECCION QUE EL OTRO VEHÍCULO
CONFLICTO CON UN VEHÍCULO GIRANDO EN(TURNING INTO) EL CAMINO DEL VEHÍCULO EVALUADO(DIRECCION	CVGCDO	INTERACCION CON UN VEHÍCULO QUE GIRA EN EL CAMINO DE OTRO VEHÍCULO TRATANDO DE CONDUCIR EN LA DIRECCION OPUESTA COMO EL OTRO VEHÍCULO.

OPUESTA)		
CONFLICTO CON UN VEHÍCULO MOVIÉNDOSE A TRAVÉS (MOVING ACROSS) DEL CAMINO DEL VEHÍCULO EVALUADO (ATRAVES DE UNA INTERSECCION)	CVGAAI	INTERACCION EN LA CUAL UN VEHÍCULO CRUZA ENFRENTA DEL CAMINO DE OTRO VEHÍCULO (VIAJANDO DE MANERA PERPENDICULAR AL OTRO VEHÍCULO, ATRAVES DE UNA INTERSECCION)
CONFLICTO CON UN VEHÍCULO ESTACIONADO	CVE	INTERACCION CON UN VEHÍCULO QUE NO ESTA EN EL CAMINO NI EN MOVIMIENTO
CONFLICTO CON UN PEATON	CP	INTERACCION CON UN PEATON (CUALQUIER PERSONA QUE SE ENCUENTRA EN LOS CARRILES DE TRAFICO, BANQUETAS Y QUIEN NO ESTA DENTRO O SOBRE UN TRANSPORTE MOTORIZADO INCLUYENDO PERSONAS QUE ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, CAMINO, ETC PERO QUIEN ESTA HOLDING ONTO A VEHICLE
CONFLICTO CON UN CICLISTA	CC	INTERACCION CON UNA PERSONA SOBRE CUALQUIER TIPO DE TRANSPORTE AUTOPROPULSADO YA SEA CONDUCTOR O PASAJERO, INCLUYE BICICLETAS, TRICICLOS O MONOCICLO (INCLUYE CICLISTAS QUIENES TIENEN UN MOTOR DE VEHÍCULO EN MOVIMIENTO)
CONFLICTO CON UN ANIMAL	CA	INTERACCION CON CUALQUIER TIPO DE ANIMAL VIVO CERCANO AL VEHÍCULO EVALUADO. (OTRO ANIMAL UTILIZADO COMO TRANSPORTE O PARA SACAR ALGUN DISPOSITIVO DE TRANSPORTE)
CONFLICTO CON UN OBSTACULO U OBJETO EN EL CAMINO	CO	INTERACCION CON CUALQUIER TIPO DE OBSTACULO SIN VIDA U OBJETO (QUE NO SEA OTRO VEHÍCULO) EN EL CAMINO
CONFLICTO DE UN SOLO VEHÍCULO(SINGLE VEHICLE)	CSV	CUALQUIER CONFLICTO QUE OCURRA DENTRO O FUERA DEL CAMINO NO DESCRITO EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES
OTRO	O	INTERACCION CON CUALQUIER TRANSPORTE NO MOTORIZADO O MOTORIZADO, NO INCLUIDO EN LAS OTRAS CATEGORIAS.
CONFLICTO NO CONOCIDO	CNC	INCIDENTE QUE INCREMENTA EL NIVEL DE RIESGO ASOCIADO CON LA CONDUCCION PERO NO TERMINA EN CHOQUE, CASI CHOQUE O CONFLICTO.
CONFLICTO DESCONOCIDO	CD	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO YA QUE SE CARECE DE DATOS
TIPO DE INCIDENTE		
INDICA EL TIPO DE INCIDENTE CODIFICADO		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
EXTREMO-TRASERO , VEHÍCULO EVALUADO GOLPEA	ETGA	EL VEHÍCULO EVALUADO HIZO CONTACTO O CASI HIZO CONTACTO CON LA PARTE TRASERA DEL VEHÍCULO QUE SE ENCUENTRA ADELANTE
CHOQUE DE LATERAL/ROZON, MISMA DIRECCION (IZQUIERDA O DERECHA)	CLMD	EL VEHÍCULO EVALUADO EL GOLPEADO O CASI GOLPEADO DE LADO POR OTRO VEHÍCULO, EL VEHÍCULO EVALUADO GOLPEA A OTRO VEHÍCULO O CASI GOLPEA A OTRO VEHÍCULO DE LADO. (EL PUNTO DE IMPACTO ES AL LADO DEL PLANO) LOS VEHÍCULOS VIAJAN EN LA MISMA

		DIRECCION.
DIRECCION OPUESTA,(CHOQUE DE FRENTE O DE LADO)	CFL	LOS VEHÍCULOS HACEN CONTACTO O CASI HACEN CONTACTO POR EL FRENTE (EL PUNTO DEL IMPACTO ES O ESTAR EN EL FRENTE DEL PLANO) O AL LADO (EL PUNTO DEL IMPACTO ES O ESTAR AL LADO DEL PLANO) LOS EHCULOS IAJABAN EN DIRECCIONES OPUESTAS
VIOLACION DE SEMAFORO O SEÑAL DE INTERSECCION (ALTO, SEDA EL PASO)	VSI	EL VEHÍCULO CRUZA UN CAMINO PERPENDICULARMENTE NO SE DEBE AFIRMAR O INDICAR VIOLACION (AMBOS VEHÍCULOS CON LA INTENCION DE PROCEDER DIRECTAMENTE)
CRUCE EL CAMINO DE OTRO VEHÍCULO DE FORMA PERPENDICULAR(ST RAIGHT)/DERECHO, QUE NO IMPLIQUE SEÑAL O VIOLACION DE SEÑAL	CCPNVS	EL VEHÍCULO EVALUADO CRUZA PERPENDICULARMENTE EL CAMINO DE OTRO VEHÍCULO, NO EXISTE VIOLACION DE SEÑALAMIENTO (AMBOS VEHÍCULO INTENTAN SEGUIR DERECHO)
GIRAR A TRAVÉS (TURN ACROSS) DEL CAMINO	GAC	EL VEHÍCULO GIRA FRENTE LA VIALIDAD DE OTRO VEHÍCULO (INICIALMENTE EN LA MISMA LINEA DE TRAFICO, CUANDO UN VEHÍCULO INTENTA GIRAR A OTRA LINEA DE TRAFICO HE INTENTA ENTRAR FRENTE A OTRO VEHÍCULO)
ENTRAR EN (TURNING INTO) EL CAMINO (MISMA DIRECCION)	ECMD	EL VEHÍCULO GIRA HACIA UNA VIALIDAD DE OTRO VEHÍCULO (INICIALMENTE EN DIFERENTES LINEAS DE TRAFICO, VIAJANDO EN LA MISMA DIRECCION, PERO INTENTANDO TOMAR EL MISMO CARRIL DEL OTRO VEHÍCULO)
ENTRAR EN (TURNING INTO) EL CAMINO (DIRECCION OPUESTA)	ECDO	EL VEHÍCULO GIRA HACIA UNA VIALIDAD DE OTRO VEHÍCULO (INICIALMENTE EN DIFERENTES LINEAS DE TRAFICO, VIAJANDO EN DIRECCION OPUESTA, PERO INTENTANDO TOMAR EL MISMO CARRIL DEL OTRO VEHÍCULO)
PEATON	P	INTERACCION CON UN PEATON (CUALQUIER PERSONA QUIEN ESTE EN LA VIALIDAD, CAMINO O BANQUETA CONTIGUA AL TRAFICO Y QUIEN NO ESTE EN UN TRANSPORTE MOTORIZADO, INCLUUYE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON LOS CARRILES PERO ESTAN SOBRE UN VEHÍCULO)
CICLISTA	C	INTERACCION CON UN CICLLISTA(QUIEN ESTE EN LA VIALIDAD, CAMINO O BANQUETA CONTIGUA AL TRAFICO Y QUIEN NO ESTE EN UN TRANSPORTE MOTORIZADO,INCLUYE, TRICICLOS, BICICLETAS, MOOCICLOS (INCLUYE CICLISTAS QUIENES ESTAN SOBRE UN VEHICLO EN MOVIMIENTO)
ANIMAL	A	INTERACCION CUALQUIER ANIMAL QUE ESTE EN LA VIALIDAD, CAMINO O BANQUETA CONTIGUA AL TRAFICO
BRINCAR O PASAR SOBRE ANOMALIA	BPA	CUANDOEL VEHÍCULO PASA SOBRE UNA ANOMALIA QUE PROVOCA UN SONIDO O UN MOVIMIENTO ESTREPITOZO DE MANERA VERTICAL (ARRIBA O HACIA ABAJO) verificar el acelerometro para determinarlo.
OTRO	O	INTERACCION CON CUALQUIER TRANSPORTE NO MOTORIZADO
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO YA QUE SE CARECE DE DATOS
MANIOBRAS PREVIAS AL EVENTO		

REPRESENTA LA ULTIMA ACCION QUE EL VEHÍCULO EVALUADO REALIZO JUSTO ANTES DE MOMENTO EN QUE EL CONDUCTOR SE DA CUENTA DEL PELIGRO INMINENTE.		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
IR DERECHO, VELOCIDAD CONSTANTE	DVC	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO DERECHO Y A UNA ACELERACION LONGITUDINAL (GENERALMENTE) MENOR A +0.25 G
IR DERECHO POR ADELANTE(AHEAD), ACELERANDO	DAA	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO DERECHO Y A UNA ACELERACION LONGITUDINAL (GENERALMENTE) MAYOR A +0.25 G
IR DERECHO, VELOCIDAD CONSTANTE, PERO DERRAPANDO (DRIFTING) SIN INTENCION DENTRO DE UN CARRIL O ENTRE CARRILES	DVCD SI	EL VEHÍCULO EVALUADO VIAJA GENERALMENTE DERECHO PERO OCASIONALMENTE VARIA ENTRE LA EL CARRIL Y EL CARRIL ADYACENTE
DESACELERANDO EN EL CARRIL	DC	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO DERECHO Y A UNA ACELERACION LONGITUDINAL (GENERALMENTE) MENOR A +0.25 G
ACELERANDO EN EL CARRIL	AC	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO DERECHO Y A UNA ACELERACION LONGITUDINAL (GENERALMENTE) MAYOR A +0.25 G
INICIAR EN CARRIL	IC	EL VEHÍCULO EVALUADO SE ENCUENTRA EN EL PROCESO DE ACELERACION DESPUES DE ESTAR DETENIDO EN EL CARRIL
PARADO EN EL CARRIL	PC	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA DETENIDO EN EL CARRIL, EL INDICADOR DE VELOCIDAD MARCA 0 MPH (NO ESTA ESTACIONADO)
PASANDO O ARREBASANDO OTRO VEHÍCULO	PAV	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO ADELANTE Y ESTA EN EL PROCESO DE REBASAR OTRO VEHÍCULO POR LA DERECHA O LA IZQUIERDA
DEJANDO UN LUGAR DE ESTACIONAMIENTO[SI SOLO SE TRATA DEL VEHÍCULO EVALUADO NO SE TOMARA EN CUENTA]	DLE	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA EN EL PROCESO DE ENTRAR EN LA VIALIDAD (PARALELO O EN DIAGONAL) ADYACENTE A LA VIALIDAD (PREVIAMENTE EL CARRO ESTUVO PARADO Y APAGADO).
ESTACIONANDOSE[SI SOLO SE TRATA DEL VEHÍCULO EVALUADO NO SE TOMARA EN CUENTA]	E	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA EN EL PROCESO DE ENTRAR A UN ESTACIONAMIENTO (PARALELO O DIAGONAL) ADYACENTE A LA VIALIDAD (INTENTANDO DETENER EL VEHÍCULO Y APAGARLO)
GIRAR DERECHA	GD	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA GIRANDO A LA DERECHA DESPUÉS DE IR HACIA ADELANTE, INTENTANDO VIAJAR EN ESA DIRECCION PERO EN DIFERENTE VIALIDAD(EXCEPTO CON EL PROPOSITO DE EVITAR UN ANIMAL ,UN PEATON, CICLISTA O OTRO VEHÍCULO)
GIRAR IZQUIERDA	GI	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA GIRANDO A LA IZQUIERDA DESPUÉS DE IR HACIA ADELANTE, INTENTANDO VIAJAR EN ESA DIRECCION PERO EN DIFERENTE VIALIDAD(EXCEPTO CON EL PROPOSITO DE EVITAR UN ANIMAL ,UN PEATON, CICLISTA O OTRO VEHÍCULO)
DAR VUELTA EN U	DVU	EL VEHÍCULO EVALUADO HACE UN GIRO DE 180 GRADOS EN LA VIALIDAD, INTENTANDO VIAJARA EN LA DIRECCION

		OPUESTA.
NEGOCIANDO/TOMANDO UNA CURVA (EL PASO)	NC	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO POR LA CARRETERA EN LA CUAL APARECE UNA CURVATURA HACIA LA DERECHA O IZQUIERDA
CAMBIANDO DE CARRIL(ES)	CC	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO HACIA ENFRENTA Y ESTA EN EL PROCESO DE CAMBIAR DEL CARRIL HACIA EL CARRIL ADYACENTE (IZQUIERDA O DERECHA) EN LA MISMA VIALIDAD (SI NO PLANEA EL CAMBIO DE CARRIL CON EL PROPOSITO DE EVITAR UN ANIMAL, PEATON, CICLISTA U OTRO VEHÍCULO, CODIGO COMO LA APROPIADA MANIOBRA DE EVASION.
UNIRSE/INGRESANDO AL CAMINO (MERGING)	UC	EL VEHÍCULO EVALUADO SE ESTA MOVIENDO HACIA ADELANTE Y EN EL PROCESO DE EMERGER DE LA DERECHA O LA IZQUIERDA DEL CARRIL
MANIOBRANDO PARA EVITAR UN ANIMAL	MEA	EL VEHÍCULO EVALUADO SE INVOLUCRA EN UNA ACCION EVASIVA DE HACER CONTACTO CON UN ANIMAL (EN MOVIMIENTO O NO)
MANIOBRANDO PARA EVITAR UN PEATON/ CICLISTA	MEPC	EL VEHÍCULO EVALUADO SE INVOLUCRA EN UNA ACCION EVASIVA CON EL UNICO PROPOSITO DE EVITAR EL CONTACTO CON UN PEATON O UN CICLISTA. UN PEATON ES CUALQUIER PERSONA QUE ESTE EN LA VIALIDAD O EN LA BANQUETA O A UN CARRIL AL LADO DE LA VIALIDAD Y QUIEN NO ESTA DENTRO O SOBRE UN TRANSPORTE NO MOTORIZADO ESTE INCLUYE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO VIALIDAD, ETC, BUT WHO ARE HOLDING ONTO A VEHICLE. UN CICLISTA ES UNA PERSONA EN CUALQUIER TIPO DE TRANSPORTE PROPULSADA CON PEDALES, YA SEA CONDUCTOR O PASAJERO, SE INCLUYEN, BICICLETAS, TRICICLOS Y MONOCICLOS (INCLUIDOS CICLISTAS QUE VAN EN UN VEHICULO AUTOMOTOR EN MOVIMIENTO)
MANIOBRANDO PARA EVITAR UN OBJETO	MEOBJ	EL VEHÍCULO EVALUADO SE INVOLUCRA EN UNA ACCION EVASIVA DE HACER CONTACTO CUALQUIER TIPO DE OBSTACULO INANIMADO U OBJETO (OTRO QUE NO SEA VEHÍCULO)
MANIOBRANDO PARA EVITAR UN VEHÍCULO	MEV	EL VEHÍCULO EVALUADO SE INVOLUCRA EN UNA ACCION EVASIVA DE HACER CONTACTO CON UN VEHÍCULO (EN MOVIMIENTO O NO)
OTRO	O	OTRAS ACCIONES NO INCLUIDAS EN LAS ANTERIORES.
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTOR PRECIPITANTE		
REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR O EL ESTADO DEL AMBIENTE EN EL QUE SE INICIA EL EVENTO Y LA SECUENCIA DE ACCIONES QUE RESULTAN EN UN CHOQUE, CASI-CHOQUE O INCIDENTE, INDEPENDIENTEMENTE DE QUIEN CAUSO EL EVENTO. EL FACTOR DE PRECIPITACION OCURRE FUERA DEL VEHÍCULO Y ESTE NO INCLUYE LAS DISTRACCIONES DEL CONDUCTOR, CANSANCIO O DISCIPLINANDO NIÑOS DURANTE LA CONDUCCION.		
FACTOR PRECIPITANTE - ESTE VEHÍCULO PIERDE EL CONTROL DEBIDO A :		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
FALLA MENOR DE VEHÍCULO	FMV	EL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO EVALUADO PIERDE ALGO DE CONTROL DEBIDO A UNA FALLA ANORMAL MECANICA (OTRA DIFERENTE A PARO DE MOTOR), PERO DONDE AUN SE PUEDE SEGUIR CONDUCIENDO.
VIALIDAD EN MALAS CONDICIONES	VMC	EL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO EVALUADO PIERDE ALGO DE CONTROL DEBIDO A CONDICIONES POBRES DEL MEDIO AMBIENTE O POBRES CONDICIONES ESTRUCTURALES DE

		LA SUPERFICIE DE LA VIALIDAD. DEBE ESPECIFICARSE APARTE EL TIPO DE ANOMALIA UTILIZANDO LA CATEGORIA ANOMALIA EN LA VIALIDAD, BASANDOSE EN EL ESQUEMA DE ANOMALIAS.
EXCESO DE VELOCIDAD	EV	EL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO EVALUADO PIERDE ALGO DE CONTROL DEBIDO A QUE VIAJA DEMASIADO RAPIDO PARA LAS CONDICIONES DE CONDUCCION
OTRA CAUSA DE PERDIDA DE CONTROL	OCPC	EL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO EVALUADO PIERDE ALGO DE CONTROL Y LA PERDIDA DE CONTROL SE DA A ALGUNA RAZON NO RECONOCIDA EN LAS ANTERIORES CATEGORIAS.
CAUSA DESCONOCIDA DE LA PERDIDA DE CONTROL.	CDPC	EL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO EVALUADO PIERDE ALGO DE CONTROL POR UNA CAUSA DESCONOCIDA (EJEMPLO: VEHICULAR O CAUSA AMBIENTAL)
FACTOR PRECIPITANTE - ESTE VEHÍCULO VIAJANDO		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SOBRE LA LINEA DEL CARRIL DEL LADO (SIDE) IZQUIERDO DEL CARRIL POR EL QUE SE CONDUCE	SLI	EL VEHÍCULO ESTA SALIENDO DE SU CARRIL Y ENTRADO AL CARRIL DE LA IZQUIERDA (NOTA: PARA LOS CASOS NO INCLUIDOS " CAMBIO DE CARRIL " , " DEJANDO ATRÁS VEHÍCULO, AMENAZA AL LADO) EN GENERAL ESTE ES UN VEHÍCULO SALIENDO DE SU CARRIL A LA IZQUIERDA POR UN CARRIL CON SENTIDO OPUESTO
SOBRE LA LINEA DEL CARRIL DEL LADO (SIDE) DERECHO DEL CARRIL POR EL QUE SE CONDUCE	SLD	EL VEHÍCULO ESTA SALIENDO DE SU CARRIL Y ENTRADO AL CARRIL DE LA IZQUIERDA (NOTA: PARA LOS CASOS NO INCLUIDOS " CAMBIO DE CARRIL " , " DEJANDO ATRÁS VEHÍCULO, AMENAZA AL LADO,) EN GENERAL ESTE ES UN VEHÍCULO SALIENDO DE SU CARRIL A LA IZQUIERDA POR UN CARRIL CON SENTIDO OPUESTO
SOBRE EL BORDE(EDGE) IZQUIERDO DE LA VIALIDAD	SBI	EL VEHÍCULO EVALUADO SALE DE LA CARRETERA MAS ALLA DEL LADO IZQUIERDO (AREA DE LOS HOMBROS O SOBRE UNA MEDIA (HECHO POTENCIALMENTE DAÑOSO OCURRIDO FUERA DE LA CARRETERA)
SOBRE EL BORDE(EDGE) DERECHO DE LA VIALIDAD	SBD	EL VEHÍCULO EVALUADO SALE DE LA CARRETERA MAS ALLA DEL LADO DERECHO (AREA DE LOS HOMBROS O SOBRE UNA MEDIA (HECHO POTENCIALMENTE DAÑOSO OCURRIDO FUERA DE LA CARRETERA)
GIRANDO A LA IZQUIERDA EN UNA INTERSECCION	GII	EL VEHÍCULO EVALUADO INTENTA GIRAR A LA IZQUIERDA DE UNA CAMINO A OTRO CAMINO, VIALIDAD O RAMPA.
GIRANDO A LA DERECHA EN UNA INTERSECCION	GDI	EL VEHÍCULO EVALUADO INTENTA GIRAR A LA DERECHA DE UNA CAMINO A OTRO CAMINO, VIALIDAD O RAMPA.
CRUZAR SOBRE (A TRAVÉS DE) UNA INTERSECCION	CAI	EL VEHÍCULO EVALUADO PROCEDE A PASAR UNA INTERSECCION SIN PLANEAR GIRAR.
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE(MISMA DIRECCIÓN), SOBRE LA LINEA IZQUIERDA DEL CARRIL DETRAS DEL OTRO VEHÍCULO(LEAD VEHICLE) , Amenaza(threat) AMENAZA DE CHOQUE EN EL	CAIDACT	EL VEHÍCULO EVALUADO CAMBIA DE CARRIL Y ENTRA AL CARRIL DERECHO REBASANDO A UN VEHÍCULO DEL CARRIL DE DEJO (VIAJANDO EN LA MISMA DIRECCION) CON CONTACTO O CASI CONTACTO CON UNA PARTE POSTERIOR DEL VEHÍCULO EVALUADO

EXTREMO-TRASERO.		
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE(MISMA DIRECCIÓN), SOBRE LA LINEA DERECHA DEL CARRIL DETRAS DEL OTRO VEHÍCULO(LEAD VEHICLE) , AMENAZA DE CHOQUE EXTREMO-TRASERO.	CADDACT	EL VEHÍCULO EVALUADO CAMBIA DE CARRIL Y ENTRA AL CARRIL IZQUIERDO REBASANDO A UN VEHÍCULO DEL CARRIL DE DEJO (VIAJANDO EN LA MISMA DIRECCION) CON CONTACTO O CASI CONTACTO CON UNA PARTE POSTERIOR DEL OTRO VEHÍCULO
EL VEHÍCULO SIENDO EVALUADO CAMBIA HACIA EL CARRIL DE LA IZQUIERDA AMENAZA CHOQUE LATERAL	CCICL	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO EN EL CARRIL ADYACENTE EN EL CARRIL DERECHO, AL LADO Y EN LA MISMA DIRECCION QUE OTRO VEHÍCULO, Y CRUZA AL CARRIL
EL VEHÍCULO SIENDO EVALUADO CAMBIA HACIA EL CARRIL DE LA DERECHA AMENAZA CHOQUE LATERAL	CCDCL	EL VEHÍCULO EVALUADO SALE DE SU CARRIL A LA DERECHO Y ENTRA AL CARRIL ENFRETE DE OTRO VEHÍCULO (VIAJANDO EN LA MISMA DIRECCION) TENIENDO CONTACTO CASI CONTACTO CON UNA PARTE DEL FRENTE DEL OTRO VEHÍCULO
EL VEHÍCULO SIENDO EVALUADO CAMBIA HACIA EL CARRIL DE LA IZQUIERDA OTRO TIPO DE AMENAZA	CCIOTA	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO EN EL CARRIL DERECHO ADYACENTE A OTRO VEHÍCULO EN LA MISMA DIRECCION Y SE CRUZA AL CARRIL IZQUIERDO (I.E. AL CARRIL IZQUIERDO DE OTRO VEHÍCULO) CUALQUIER OTRA MANERA QUE NO SE DESCRIBA EN LAS ANTERIORES.
EL VEHÍCULO SIENDO EVALUADO CAMBIA HACIA EL CARRIL DE LA DERECHA OTRO TIPO DE AMENAZA	CCDOTA	EL VEHÍCULO EVALUADO ESTA VIAJANDO EN EL CARRIL IZQUIERDO ADYACENTE A OTRO VEHÍCULO EN LA MISMA DIRECCION Y SE CRUZA AL CARRIL DERECHO (I.E. AL CARRIL DERECHO DE OTRO VEHÍCULO) CUALQUIER OTRA MANERA QUE NO SE DESCRIBA EN LAS ANTERIORES.
OBEDECE SEÑAL DE TRANSITO	OST	EL VEHÍCULO EVALUADO REALIZA UNA MANIOBRA POR OBEDECER UNA SEÑAL DE TRÁNSITO.
FACTOR PRECIPITANTE - OTRO VEHÍCULO EN EL CARRIL		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
POR ADELANTE, DETENIDO EN LA VIALIDAD POR MAS DE 2 SEGUNDOS	ADM2S	UN VEHÍCULO (SIN MOVIMIENTO) ESTA ADELANTE EN EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO HA ESTADO DETENIDO POR MAS DE 2 SEGUNDOS CUANDO EL CHOQUE O CASI CHOQUE OCURRE.
POR ADELANTE, DESACELERADO Y DETENIDO EN LA VIALIDAD POR 2 SEGUNDOS O MENOS	ADDL2S	UN VEHÍCULO DESACELERANDO PARA DETENERSE O JUSTO SE DETUVO ADELANTE EN EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO (HA ESTADO DETENIDO POR 2 SEGUNDOS O MENOS) CUANDO OCURRIO EL CHOQUE O CASI CHOQUE.
POR ADELANTE, MANEJANDO EN LA MISMA DIRECCION CON VELOCIDAD CONSTANTE MAS LENTA	AMDVCL	OTRO VEHÍCULO VIAJANDO A VELOCIDAD CONSTANTE BAJA, ADELANTE Y EN LA MISMA DIRECCION DEL VEHÍCULO EVALUADO.
MANEJAR EN DIRRECCION OPUESTA	MDO	OTRO VEHÍCULO VIAJANDO EN EL CAMINO ADELANTE Y EN DIRECCION OPUESTA A LA DEL VEHÍCULO EVALUADO.

EN UN CRUCE	C	OTRO VEHÍCULO EN UN CRUCE (UNA ABERTURA DESIGNADA PRINCIPALMENTE PARA EL CAMBIO DE SENTIDO-RETORNO) OCUPADO AHORA POR EL VEHÍCULO EVALUADO
VA EN REVERSA	R	OTRO VEHÍCULO QUE ESTE EN PROCESO DE REVERSA (OTRO CASO DIFERENTE DESCRITO EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES EN EL CUAL EL VEHÍCULO ESTA COMPLETAMENTE O PARCIALMENTE EN EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO.
DIRECCION DESCONOCIDA EN LA QUE CONDUCE DEL OTRO VEHÍCULO	DD	LA DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO SE DESCONOCE
FACTOR PRECIPITANTE - OTRO VEHÍCULO INVADIENDO EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE(MISMA DIRECCION), SOBRE LA LINEA IZQUIERDA DEL CARRIL FRENTE AL VEHÍCULO EVALUADO , AMENAZA DE CHOQUE EN EL EXTREMO-TRASERO.	CAIFACT	OTRO VEHÍCULO CAMBIA DE CARRIL - IZQUIERDA Y ENFRENTE DEL VEHÍCULO EVALUADO
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE(MISMA DIRECCIÓN), SOBRE LA LINEA IZQUIERDA DEL CARRIL , AMENAZA DE CHOQUE DE LADO/ROZON	CAIACL	OTRO CAMBIO DE CARRIL DE VEHÍCULOS A LA IZQUIERDA, AMENAZA CON CHOQUE LATERAL
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE (MISMA DIRECCION), SOBRE LA LINEA DERECHA DEL CARRIL, AMENAZA DE CHOQUE DE LADO/ROZON	CADACL	OTRO CAMBIO DE CARRIL DE VEHÍCULOS A LA IZQUIERDA, AMENAZA CON CHOQUE LATERAL
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE (MISMA DIRECCION), IZQUIERDA OTRO	CAMDIO	OTRO VEHÍCULO CAMBIA DE CARRIL - IZQUIERDA OTRO
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE (MISMA DIRECCION), SOBRE LA LINEA DERECHA DEL CARRIL FRENTE AL VEHÍCULO EVALUADO , AMENAZA DE	CADFACT	OTRO VEHÍCULO CAMBIA DE CARIL DERECHO ENFRENTE DEL VEHÍCULO EVALUADO

CHOQUE EN EL EXTREMO-TRASERO		
PROVENIENTE DEL CARRIL ADYACENTE (MISMA DIRECCION), DERECHA OTRO	CAMDDO	OTRO VEHÍCULO CAMBIA DE CARRIL- SOBRE CARRIL DERECHO
DESDE DIRECCION OPUESTA SOBRE CARRIL IZQUIERDO	DOCI	OTRO VEHÍCULO SE ACERCA- SOBRE CARRIL IZQUIERDO
DESDE DIRECCION OPUESTA SOBRE CARRIL DERECHO	DOCD	OTRO VEHÍCULO SE ACERCA- SOBRE CARRIL DERECHO
DESDE UN CARRIL DE ESTACIONAMIENTO PARALELO O DIAGONAL	CEPD	OTRO VEHÍCULO ESTACIONADO EN PARALELO O DIAGONAL
ENTRANDO A LA INTERSECCION - GIRAR EN LA MISMA DIRECCION	EIGMD	OTRO VEHÍCULO ENTRANDO EN UA INTERSECCION- GIRANDO EN LA MISMA DIRECCION
ENTRANDO A LA INTERSECCION - CRUZAR DERECHO EL CAMINO	EICDC	OTRO VEHÍCULO ENTRANDO EN UNA INTERSECCION (STRAIGHT ACROSS PATH)
ENTRANDO A LA INTERSECCION - GIRAR EN LA DIRECCION OPUESTA	EIGDO	OTRO VEHÍCULO ENTRANDO EN UNA INTERSECCION- GIRANDO EN DIRECCION OPUESTA
ENTRANDO EN LA INTERSECCION - GIRANDO HACIA LA IZQUIERDA A TRAVES DEL CAMINO DEL VEHÍCULO EVALUADO	EIGIAC	OTRO VEHÍCULO ENTRANDO EN UNA INTERSECCION (LFT TURN ACROSS PATH)
DESDE UNA CALZADA-GIRAR EN LA MISMA DIRECCION	CGMD	OTRO CARRIL DE LA VIALIDAD - GIRA EN LA MISMA DIRECCION
DESDE UNA CALZADA - CRUZAR DERECHO EL CAMINO	CCDC	OTRO VEHÍCULO ESTA ENTRANDO EN EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO (LA CARRETERA PROVEE ACCESO DE CARRILES ADYACENTES A LA LINEA DE TRAFICO), Y CONTINUA DERECHO CRUZANDO EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO HACIA OTRO CAMINO O CARRETERA
DESDE UNA CALZADA-GIRAR EN LA DIRECCION OPUESTA	CGDO	OTRO VEHÍCULO ESTA ENTRANDO EN EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO (LA CARRETERA PROVEE ACCESO DE CARRILES ADYACENTES A LA LINEA DE TRAFICO), E INTENTA GIRAR EN DIRECCION OPUESTA A LA DE LA VIALIDAD DEL VEHÍCULO EVALUADO, ESTO LO HACE CRUZANDO AL FRENTE DEL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO.
DESDE UNA CALZADA - TRAYECTORIA DESEADA DESCONOCIDA	CTDD	OTRO VEHÍCULO ESTA ENTRANDO EN EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO (LA CARRETERA PROVEE ACCESO DE CARRILES ADYACENTES A LA LINEA DE TRAFICO), CRUZANDO EL CARRIL DEL VEHÍCULO EVALUADO PERO LOS DETALLES DE SU TRAYECTORIA SON DESCONOCIDOS.
DETALLES	DDI	NO SE PUEDE DAR DECIR O JUZGAR EL TIPO DE EVASION

DESCONOCIDOS DE LA INVASION		
FACTOR PRECIPITANTE - PEATONES, CICLISTAS U OTRO TRANSPORTE NO MOTORIZADO		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
PEATON EN LA VIALIDAD	PEV	UN PEATON ESTA PRESENTE EN ALGUN LUGAR DE LA VIALIDAD
PEATON ACERCANDOSE A LA VIALIDAD	PAV	UN ANIMAL ES TA EN EL VIALIDAD Y ESTA MOVIENDOSEAL LADO DE LA VIALIDAD O INTENTANDO ENTRAR EN ESTA. PERO NO ESTA SOBRE ESTA
UBICACIÓN DEL PEATON DESCONOCIDA	UPD	LA PRESENCIA DEUN PEATON ES UNA FACTOR CRITICO EN EL CHOQUE O CASI-CHOQUE, PERO LA UBICACIÓN DELPEATON ES DESCONOCIDA.
CICLISTA/ OTRO TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN LA VIALIDAD	CTNMEV	UN CICLISTA (PERSONA MONTANDO UN TRANSPORTE IMPULSADO POR UN PEDAL COMO UNA BICICLETA O TRICICLO) U OTRO TRANSPORTE NO MOTORIZADO (PATINETA, PATINES, ETC)ESTANDO PRESENTE SOBRE LA CARRETERA.
CICLISTA/ OTRO TRANSPORTE NO MOTORIZADO ACERCANDOSE A LA VIALIDAD	CTNMAV	UN CICLISTA (PERSONA MONTANDO UN TRANSPORTE IMPULSADO POR UN PEDAL COMO UNA BICICLETA O TRICICLO) U OTRO TRANSPORTE NO MOTORIZADO (PATINETA, PATINES, ETC) ESTA DENTRO DE LA LINEA DE TRAFICO Y AVANZA HACIA LA CARRETERA O INTENTO ENTRAR A LA CARRETERA PERO NO ESTA EN LA CARRETERA
UBICACIÓN DESCONOCIDA DE CICLISTA/ U OTRO TRANSPORTE NO MOTORIZADO	UDCTNM	LA PRESENCIA O ACCIONES DE UN CICLISTA (PERSONA MONTANDO UN TRANSPORTE IMPULSADO POR UN PEDAL COMO UNA BICICLETA O TRICICLO) U OTRO TRANSPORTE NO MOTORIZADO (PATINETA, PATINES, ETC) ES UN FACTOR CRITICO EN EL CHOQUE O CASI CHOQUE, PERO LA UBICACION Y ACCION DEL CICLISTA ES DESCONOCIDA.
PEATON ABRIENDO LA PUERTA DE /SUBIENDO A SU CARRO JUNTO A LA VIALIDAD	PSC	UN PEATON ESTA PRESENTE EN LA CARRETERA CON INTENCIÓN DE ABORDAR O DESCENDER SU VEHÍCULO.
FACTOR PRECIPITANTE -OBJETO U ANIMAL		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ANIMAL EN LA VIALIDAD	AEV	UN ANIMAL ESTA PRESENTE EN ALGUN LUGAR DE LA VIALIDAD
ANIMAL ACERCANDOSE A LA VIALIDAD	AAV	UN ANIMAL ES TA EN EL VIALIDAD Y ESTA MOVIENDOSEAL LADO DE LA VIALIDAD O INTENTANDO ENTRAR EN ESTA. PERO NO ESTA SOBRE ESTA
UBICACIÓN DEL ANIMAL DESCONOCIDA	UAD	LA PRESENCIA DEUN ANIMAL ES UNA FACTOR CRITICO EN EL CHOQUE O CASI-CHOQUE, PERO LA UBICACIÓN DELANIMALES DESCONOCIDA.
OBJETO EN LA VIALIDAD	OV	UN OBJETO INANIMADO ESTA PRESENTE EN ALGUN LUGAR DE LA VIALIDAD
OBJETO ACERCANDOSE A LA VIALIDAD	OAV	UN OBJETO INANIMADO ES TA EN EL VIALIDAD Y ESTA MOVIENDOSEAL LADO DE LA VIALIDAD O INTENTANDO ENTRAR EN ESTA. PERO NO ESTA SOBRE ESTA
UBICACION DESCONOCIDA DEL OBJETO DESCONOCIDA	UDOD	LA PRESENCIA DEUN OBJETO INANIMADO ES UNA FACTOR CRITICO EN EL CHOQUE O CASI-CHOQUE, PERO LA UBICACIÓN DEL OBJETO ES DESCONOCIDA.
FACTOR PRECIPITANTE -OTRO TIPO DE EVENTOS		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
EVENTO CRITICO	ECD	INFORMACIÓN DESCONOCIDA

DESCONOCIDO		
SIN EVENTO CRITICO	SEC	NO EXISTIO NINGUN EVENTO PRECIPITANTE
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
MANIOBRA EVASIVA		
REPRESENTA LA REACCIÓN O MANIOBRA EVASIVA REALIZADA POR EL CONDUCTOR EVALUADO EN RESPUESTA AL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SIN CONDUCTOR PRESENTE	SCP	NO HUBO CAMBIO EN LA MANERA DE CONDUCIR POR PARTE DEL CONDUCTOR AL MOMENTO DEL EVENTO
NO HUBO MANIOBRA EVASIVA	NHME	EL CONDUCTOR NO ESTABA PRESENTE AL MOMENTO DEL EVENTO
FRENADO	F	EL CONDUCTOR APLICA EL FRENO
CAMBIO A CARRIL IZQUIERDO	CCI	EL CONDUCTOR SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO,CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
CAMBIO A CARRIL DERECHO	CCD	EL CONDUCTOR SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO,CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
SE DIRIGIO HACIA LA IZQUIERDA DENTRO DE CARRIL	DIDC	EL CONDUCTOR SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO,SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
SE DIRIGIO HACIA LA DERECHA DENTRO DE CARRIL	DDDC	EL CONDUCTOR SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO,SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
INVADIO CARRIL IZQUIERDO	ICI	EL CONDUCTOR SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO TOCANDO EL CARRIL ADYACENTE IZQUIERDO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
INVADIO CARRIL DERECHO	ICD	EL CONDUCTOR SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO TOCANDO EL CARRIL ADYACENTE DERECHO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
FRENO Y CAMBIO A CARRIL IZQUIERDO	FCCI	EL CONDUCTOR FRENO Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO,CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
FRENO Y CAMBIO A CARRIL DERECHO	FCCD	EL CONDUCTOR FRENO Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO,CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
FRENO SE DIRIGIO HACIA LA IZQUIERDA DENTRO DE CARRIL	FDIDC	EL CONDUCTOR FRENO Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO,SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
FRENO Y SE DIRIGIO HACIA LA DERECHA DENTRO DE CARRIL	FDDDC	EL CONDUCTOR FRENO Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO,SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
FRENO E INVADIO CARRIL IZQUIERDO	FICI	EL CONDUCTOR FRENO Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO TOCANDO EL CARRIL ADYACENT IZQUIERDO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
FRENO E INVADIO CARRIL DERECHO	FICD	EL CONDUCTOR FRENO Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO TOCANDO EL CARRIL ADYACENTE DERECHO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
ACELERO	A	EL CONDUCTOR PRESIONA EL PEDAL PARA ACELERAR, A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g
ACELERO Y CAMBIO A CARRIL IZQUIERDO	ACCI	EL CONDUCTOR PRESIONA EL PEDAL PARA ACELERAR(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g) Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO,CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
ACELERO Y CAMBIO A CARRIL DERECHO	ACCD	EL CONDUCTOR PRESIONA EL PEDAL PARA ACELERAR(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g) Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO,CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL

ACELERO Y SE DIRIGIO HACIA LA IZQUIERDA DENTRO DE CARRIL	ADIDC	EL CONDUCTOR ACELERO(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g) Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO, CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
ACELERO Y SE DIRIGIO HACIA LA DERECHA DENTRO DE CARRIL	ADDDC	EL CONDUCTOR ACELERO(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g) Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO, CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
ACELERO E INVADIO CARRIL IZQUIERDO	AICI	EL CONDUCTOR PRESIONA EL PEDAL PARA ACELERAR(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g) Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO TOCANDO EL CARRIL ADYACENTE IZQUIERDO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
ACELERO E INVADIO CARRIL DERECHO	AICD	EL CONDUCTOR PRESIONA EL PEDAL PARA ACELERAR(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g) Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO TOCANDO EL CARRIL ADYACENTE DERECHO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
DESACELERO	DS	EL CONDUCTOR REDUCE LA PRESION SOBRE EL PEDAL(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A - 0,25 g)
DESACELERO Y CAMBIO A CARRIL IZQUIERDO	DCCI	EL CONDUCTOR REDUCE LA PRESION SOBRE EL PEDAL(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A - 0,25 g) Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO, CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
DESACELERO Y CAMBIO A CARRIL DERECHO	DCCD	EL CONDUCTOR REDUCE LA PRESION SOBRE EL PEDAL(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A - 0,25 g) Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERCHO, CON INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
DESACELERO Y SE DIRIGIO HACIA LA IZQUIERDA DENTRO DE CARRIL	DDIDC	EL CONDUCTOR REDUCE LA PRESION SOBRE EL PEDAL Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO, SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
DESACELERO Y SE DIRIGIO HACIA LA DERECHA DENTRO DE CARRIL	DDDDC	EL CONDUCTOR REDUCE LA PRESION SOBRE EL PEDAL(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A - 0,25 g) Y EN SEGUIDA SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERCHO, SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
DESACELERO E INVADIO CARRIL IZQUIERDO	DICI	EL CONDUCTOR REDUCE LA PRESION SOBRE EL PEDAL(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A - 0,25 g) Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL IZQUIERDO TOCANDO EL CARRIL ADYACENTE IZQUIERDO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
DESACELERO E INVADIO CARRIL DERECHO	DICD	EL CONDUCTOR REDUCE LA PRESION SOBRE EL PEDAL(A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A - 0,25 g) Y SE DIRIGIÓ HACIA EL CARRIL DERECHO TOCANDO EL CARRIL ADYACENTE IZQUIERDO, PERO SIN INTENCIÓN DE CAMBIAR DE CARRIL
OTRA ACCION	OA	OTRAS ACCIONES CORRECTIVAS NO INCLUIDA EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES
NO SE SABE SI EL CONDUCTOR REALIZO UNA ACCION CORRECTIVA	UAC	NO SE PUEDE HACER O DAR UN JUCIO
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.

CONTROL DEL VEHICULO DESPUÉS DE LA ACCION CORRECTIVA

ES LA ACCIÓN REALIZADA POR EL CONDUCTOR EVALUADO DESPUÉS DEL FACTOR PRECIPITANTE.

VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
MCV_MANTUVO o REGRESO AL CARRIL DE ORIGEN Y VELOCIDAD CONSTANTE	MCCOVC	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL DE ORIGEN EN CASO DE NO HABER SALIDO DE EL O REGRESO A EL EN CASO DE HABER SALIDO. MANTUVO SU VELOCIDAD CONSTANTE
MCV_MANTUVO CARRIL DE CAMBIO IZQUIERDO Y VELOCIDAD CONSTANTE	MCCIVC	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL IZQUIERDO(A CAUSA DE UN CAMBIO DE CARRIL) Y MANTUVO SU VELOCIDAD CONSTANTE
MCV_MANTUVO CARRIL DE CAMBIO DERECHO Y VELOCIDAD CONSTANTE	MCCDVC	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL DERECHO(A CAUSA DE UN CAMBIO DE CARRIL) Y MANTUVO SU VELOCIDAD CONSTANTE
MCV_MANTUVO o REGRESO AL CARRIL DE ORIGEN Y REDUJO VELOCIDAD	MCCORV	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL DE ORIGEN EN CASO DE NO HABER SALIDO DE EL O REGRESO A EL EN CASO DE HABER SALIDO. REDUJO LA VELOCIDAD
MCV_MANTUVO CARRIL DE CAMBIO IZQUIERDO Y REDUJO VELOCIDAD	MCCIRV	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL IZQUIERDO(A CAUSA DE UN CAMBIO DE CARRIL) Y REDUJO LA VELOCIDAD
MCV_MANTUVO CARRIL DE CAMBIO DERECHO Y REDUJO VELOCIDAD	MCCDRV	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL DERECHO(A CAUSA DE UN CAMBIO DE CARRIL) Y REDUJO LA VELOCIDAD
MCV_MANTUVO o REGRESO AL CARRIL DE ORIGEN Y AUMENTO VELOCIDAD	MCCOAV	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL DE ORIGEN EN CASO DE NO HABER SALIDO DE EL O REGRESO A EL EN CASO DE HABER SALIDO. AUMENTO LA VELOCIDAD
MCV_MANTUVO CARRIL DE CAMBIO IZQUIERDO Y AUMENTO VELOCIDAD	MCCIAV	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL IZQUIERDO(A CAUSA DE UN CAMBIO DE CARRIL) Y AUMENTO LA VELOCIDAD
MCV_MANTUVO CARRIL DE CAMBIO DERECHO Y AUMENTO VELOCIDAD	MCCDAV	EL CONDUCTOR SE MANTUVO EN EL CARRIL DERECHO(A CAUSA DE UN CAMBIO DE CARRIL) Y AUMENTO LA VELOCIDAD
ORILLARSE/ESTACIONARSE	OE	EL CONDUCTOR SE ORILLO Y SE DETUVO EN UN ACOTAMIENTO O ESTACIONAMIENTO CERCA DE LA VIALIDAD
OTRO O TIPO DESCONOCIDO CONTROL DE VEHICULO	OTPC	OTRO TIPO DE CONTROL DE VEHÍCULO NO DESCRITO PREVIAMENTE
SE DESCONOCE SI EL CONTROL DEL VEHÍCULO SE PERDIO DESPUÉS DE LA ACCION CORRECTIVA	UCP	NO SE PUEDE HACER O DAR UN JUCIO
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.

FACTORES QUE CONTRIBUYEN -COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR		
REPRESENTA LOS FACTORES QUE PUEDEN PROPICIA A QUE SUCEDA O SE EVITE EL FACTOR PRECIPITANTE.		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
NINGUNO	N	COMPORTAMIENTOS SIN APARENTE RELACION DE CAUSAR O EVITAR ACCIDENTE O CASI ACCIDENTE.
BRINCAR O PASAR UNA ANOMALIA	BPA	PASAR UNA ANOMALIA POR ENCIMA YA SEA DE MANERA ESTREPITOZA O NO.
EXCEDE EL LIMITE DE VELOCIDAD	ELV	EL VEHÍCULO ESTA VIAJANDO UNA VELOCIDAD MAYOR QUE LA SEÑALADA COMO LIMITE DE VELOCIDAD (NO EN ZONA DE TRABAJO)
EXCEDIO LA VELOCIDAD SEGURA PERO NO EN EL LIMITE DE VELOCIDAD	EVSNLV	VEHÍCULO CONDUCIENDO CASI AL LIMITE DE VELOCIDAD PERO BAJO CONDICIONES ADVERSAS QUE REQUIERE QUE LA VELOCIDAD SEA MAS BAJA PARA UNA CONDUCCION MAS SEGURA (NO EN ZONA DE TRABAJO)
MANEJA LENTO, DEBAJO DEL LIMITE DE VELOCIDAD	MLDLV	EL VEHÍCULO ESTA VIAJANDO UNA VELOCIDAD MENOR QUE LA SEÑALADA COMO LIMITE DE VELOCIDAD
MANEJA LENTO, EN RELACION CON EL TRAFICO(NO DEBAJO DEL LIMITE DE VELOCIDAD)	MLRTNDLV	EL VEHÍCULO ESTA VIAJANDO UNA VELOCIDAD MUCHO MENOR A LA DE OTRO VEHÍCULO S EN EL TRAFICO (PERO SUBSTANCIALMENTE DE LA VELOCIDAD SEÑALADA COMO LIMITE DE VELOCIDAD)
CRUCE/PASO ILEGAL (e.g. A TRAVÉS DE LINEA DOBLE)	CID	EL VEHÍCULO REBASA OTRO VEHÍCULO DE UNA MANERA ILEGAL O INSEGURA (OTRA QUE POR LA DERECHA)
REBASAR(PASAR) POR LA DERECHA(ON RIGHT)	RD	EL VEHÍCULO REBASA OTRO VEHÍCULO EN UN CARRIL INMEDIATAMENTE POR LA DERECHA DE OTRO VEHÍCULO
OTRA FORMA DE PASAR(REBASAR) IMPROPIA O INSEGURA	OFPII	EL VEHÍCULO REBASA OTRO VEHICULO DE UNA MANERA DIFERENTE A LA DE LAS OTRAS CATEGORIAS.
CORTA PASO(METERSE) MUY CERCA DE LA PARTE TRASERA DE OTRO VEHÍCULO	MCTOT	EL VEHÍCULO ENTRA EN EL CARRIL DE OTRO VEHÍCULO MUY CERCA DE LA PARTE POSTERIOR DE ESE VEHÍCULO
GIRAR DESDE UN CARRIL INCORRECTO E.G.,(CRUZAR LINEAS)	GCICL	EL VEHÍCULO GIRA A LA IZQUIERDA O DERECHA DEL CARRIL SIN INTENTAR HACER ESE GIRO
NO VIO EL OTRO VEHÍCULO CUANDO CAMBIABA DE CARRIL O INGRESABA(MERGE) EN EL	NVOVCCI	UN VEHÍCULO ENTRA EN EL CARRIL O EMERGE AL CARRIL SIN SER CONSIENTE DE LO CERCA QUE ESTA DE OTRO VEHÍCULO, YA QUE SE ENCUENTRA VIAJANDO EN ESE CARRIL.
CONDUCTOR AGRESIVO , ACCIONES AMENAZANTES CONCRETAS, DIRECTAS	CAACD	EL CONDUCTOR CONDUCE CON MANIOBRAS AGRESIVAS A PROPOSITO, CON ACCIONES DESTINADAS A ALGO E ESPECIFICO.
CONDUCTOR AGRESIVO , OTRO, CONDUCCION	CISADA	EL CONDUCTOR MANEJA DE UNA MANERA AGRESIVA NO MENCIONADA EN LAS ANTERIORES.

IMPRUDENTE SIN ACCIONES DIRIGIDAS AMENZANTES		
MANEJO EN SENTIDO ERRONEO (CONTRARIO), SIN REBASAR	MSCSR	EL VEHÍCULO ESTA EN EL LADO INCORRECTO DEL CAMINO CONINGUNA INTENCION DE REBASAR OR OVERTAKING OTRO VEHÍCULO
SIGUIENDO MUY DE CERCA (NO RESPETAR EL ESPACIO ENTRE LOS VEHÍCULOS)	SMC	EL VEHÍCULO VIAJA A UNA DISTANCIA INSEGURA DE (MUY CERCA)ATRÁS DE OTRO VEHÍCULO.
FALLO DEL SEÑALAMIENTO O SEÑAL INAPROPIADA	FSSI	EL VEHÍCULO NO PUDO INDICAR CORRECTAMENTE SU INTENCION, UNA SEÑALIZACION INCORRECTA O NO SEÑALIZO NADA
GIRO INAPROPIADO - SE ABRE MUCHO PARA GIRAR A LA DERECHA(E.G.TOMA R VARIOS CARRILES)	GIAMGD	EL VEHÍCULO GIRO A LA DERECHA DE LA TRAYECTORIA TOMANDO EL CARRIL ADYACENTE INECESARIAMENTE
GIRO INAPROPIADO - GIRO A LA IZQUIERDA EN UNA ESQUINA DE MANERA QUE PASA CERCA DEL VEHÍCULO EN EL CARRIL ADYACENTE AL QUE INGRESO AL DAR LA VUELTA.	GIGIPCVC A	EL VEHÍCULO GIRO A LAIZQUIERDA DE LA TRAYECTORIA TOMANDO EL CARRIL ADYACENTE INECESARIAMENTE
OTRO TIPO DE GIRO INAPROPIADO	OTGI	EL VEHÍCULO GIRA A LA IZQUIERDA O DERECHA DE LA VIALIDAD DE UNA MANERA INSEGURA NO MENCIONADA E LAS CATEGORIAS ANTERIORES
REVERSA INAPROPIADA, SIN MIRAR	RISM	EL VEHÍCULO VIAJA EN RVERSA SIN TENER UNA VISION APROPIADA DE LA PARTE POSTERIOR DEL VEHÍCULO
REVERSA INAPROPIADA, OTRO	RIO	EL VEHÍCULO REVERSEA EN LA VIALIDAD DE UNA MANERA INSEGURA NO MENCIONADA E LAS CATEGORIAS ANTERIORES
INICIO INAPROPIADO DESDE LA POSICION DE ESTACIONAMIENTO	IIDPE	EL VEHÍCULO SE MUEVE DE UNA POSICION DE ESTACIONAMIENTO (EL VEHÍCULO GIRO Y AVANZO DE UNA POSICION DE ALTO TOTAL) DE UNA MANERA INSEGURA
INDIFERENCIA A OFICIAL O VIGILANTE.	IOV	EL CONDUCTOR NO SE DA CUENTA QUE UN OFICIAL O UN GUARDIA ESTA GUIANDO EN EL TRAFICO
VIOLACION DE SEÑAL - PASO INTENCIONAL DE UN SEMAFORO EN ROJO	VSPISR	EL CONDUCTOR VE UN SEÑALAMIENTO PERO DESOBEDECE SU INSTRUCCION
VIOLACION DE SEÑAL - INTENTO GANARLE(VENCER) AL CAMBIO DE SEÑAL	VSIGCS	EL CONDUCTOR ACELERA O CONTINUA CON LA VELOCIDAD CON LA INTENCION DE PASAR UNA INTERSECCION ANTES DE QUE EL SEMAFORO CAMBIE A ROJO
VIOLACION DE SEÑAL DE ALTO, APARENTEMENTE NO	VANV	EL CONDUCTOR NO SE PERCATO DE QUE DESOBEDECIO UNA SEÑAL DE ALTO.

VIO LA SEÑAL DE ALTO		
VIOLACION DE SEÑAL DE ALTO, INTENCIONALMENTE PASARSE LA SEÑAL DEL ALTO CON VELOCIDAD	VAIPCV	EL CONDUCTOR VE UNA SEÑAL DE "ALTO" CRUZA LA INTERSECCION A PROPOSITO A UNA VELOCIDAD MAYOR QUE 15 mph
VIOLACION DE SEÑAL DE ALTO, HACER SEMIALTO (ROLLING STOP)	VAS	EL CONDUCTOR NO REALIZA COMPLETAMENTE EL ALTO EN UNA SEÑAL DE "ALTO" (LA VELOCIDAD ESTABA DEBAJO DE LAS 15mph PERO ARIABA DE 0mph
VIOLACION DE OTRA SEÑAL (E.G. CEDA EL PASO), INTENCIONALMENTE SER INDIFERENTE A LA SEÑALAMIENTO	VOSIIS	EL CONDUCTOR VE UNA SEÑAL DE TRAFICO (OTRA DIFERENTE A LA SEÑAL DE "ALTO) PERO A PROPOSITO LA DESOVEDECE
VIOLACION DE OTRA SEÑAL	VOS	EL CONDUCTOR DESOVEDECE UNA SEÑAL DE TRAFICO NO
VIOLACION DE CRUCERO NO SEÑALIZADO(E.G.CA MINO/CALZADA PARA ENTRAR A LA CARRETERA)	VCNS	EL CONDUCTOR PASA UNA INTERSECCION NO SEÑALADA DE UNA MANERA INSEGURA.
FRENADO REPENTINO O NO PROPIO	SID	EL CONDUCTOR FRENO REPENTINAMENTE O DE MANERA INSEGURA EN LA CARRETERA
PARADA REPENTINA O IMPROPIA EN LA CARRETERA(CAMINO)	PRIC	EL VEHICULO SE DETUVO SIN UNA ADVERTENCIA AMPLIA O CON UNA MANIOBRA INSEGURA EN LA CARRETERA
ESTACIONARSE EN UNA LUGAR INAPROPIADO O PELIGROSO	ELIP	VEHÍCULO ESTACIONADO (SE DETUVO CON LA INTENCION DE PERMANECER DETENIDO) EN UN LUGAR NO DESTINADO PARA ESTACIONAMIENTO
MANEJAR SIN LUCES O CON INTENSIDAD INSUFICIENTE	MSLCII	EL VEHÍCULO VIAJA SIN LAS LUCES ALTAS ENCENDIDAS CUANDO A SI LO REQUIERE, SIENDO NECESARIO UNA MAYOR ILUMINACION POR SEGURIDAD
EVITAR PEATON	EP	EL CONDUCTOR SE COMPORTO DE UNA MANERA EN LA CUAL QUIERE EVITAR UN CONFLICTO CON UN PEATON
EVITAR OTRO VEHÍCULO	EV	EL CONDUCTOR SE COMPORTO DE UNA MANERA EN LA CUAL QUIERE EVITAR UN CONFLICTO CON OTRO VEHÍCULO
EVITAR ANIMAL	EA	EL CONDUCTOR SE COMPORTO DE UNA MANERA EN LA CUAL QUIERE EVITAR UN CONFLICTO CON UN ANIMAL
APARENTEMENTE NO ESTA FAMILIARIZADO CON LA VIALIDAD (CARRETERA)	ANEFV	EL CONDUCTOR SE COMPORTO DE UNA MANERA INSEGURA, APARENTEMENTE DEBIDO A QUE NO SE ENCUENTRA FAMILIARIZADO CON LA SITUACION DEL TRAFICO CIRCUNDANTE
OTRA, ESPECIFICAR	OE	OTRO COMPORTAMIENTO NO DESCRITO EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES.
FACTORES QUE CONTRIBUYEN - VISION OSCURECIDA		
FACTORES VISUALES QUE PUDIERON CONTRIBUIR A CAUSAR EL FACTOR PRECIPITANTE.		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN

NO OBSTRUCCION	NO	NO EXISTE OBSTRUCCIONES OBVIAS PARA EL CONDUCTOR
LLUVIA, NIEVE, HUMO, NIEBLA, ARENA, POLVO	LNHNAP	EL ENTORNO DEL CLIMA INCLUYE LLUVIA, NIEVE, , HUMO, NIEBLA Y/O BRISA, A CUAL DISMINUYE LA VISIBILIDAD
RESPLANDO REFLEJADO	RR	UNA BRILLO SE REFLEJA EN EL VEHÍCULO O EN ALGUN OTRO OBJETO EN EL EXTERIOR Y DISMINUYE A VISIBILIDAD
LUZ DEL SOL	LS	EL BRILLO DIRECTO DEL SOL DISMINUYE LA VISIBILIDAD
FAROS/LUCES ALTAS	FLA	LAS LUCES ATAS DE OTRO VEHÍCULO DISMINUYEN LA VISIBILIDAD
CURVA O COLINA/CERRO	CCC	LA PRESENCIA DE UNA CURVA O UNA COLINA EN EL CAMPO DE VISION DISMINIYE LA VISIBILIDAD
CONSTRUCCION, ESPECTACULARES, O OTROS DISEÑOS(INCLUYE SIGNOS Y PAREDES DE PROTECCION)	CEODISP P	LA PRESENCIA DE UNA OBRA EN CONSTRUCCION EN EL CAMPO DE VISION DISMINUYE LA VISIBILIDAD
ARBOLES, VEGETACION, ARBUSTOS.	AVA	LA PRESENCIA DE ARBOLES,VEGETACION, ARBUSTON EN EL CAMPO DE VISION DISMINUYE LA VISIBILIDAD
VEHÍCULO EN MOVIMIENTO(INCLUY ENDO CARGA)	VM	LA PRESENCIA DE UN VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN EL TRAFICO (CON O SIN CARGA) EN EL CAMPO DE VISION DISMINUYE LA VISIBILIDAD
VEHÍCULO ESTACIONADO	VE	LA PRESENCIA DE UN VEHÍCULO SIN MOVIMIENTO PORVOLUNTAD PROPIA (CON O SIN CARGA) EN EL CAMPO DE VISION DISMINUYE LA VISIBILIDAD
SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL CAMINO(LA VIALIDAD) ES INADECUADO	SIIC	ILUMINACION INADECUADA DE LA CARRETERA (OTRA ILUMINACION QUE NO SEA LA DE LOS VEHÍCULOS) DISMINUYE LA VISIBILIDAD
SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO ES INADECUADO	SIIV	UN INADECUADO SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR DEL VEHÍCULO EVALUADO (MAL FUNCIONAMIENTO O ESAN APAGADAS) DISMINUYE LA VISIBILIDAD
ESPEJOS	E	LOS ESPEJOS EXTERIORES DEL VEHÍCULO DISMINUYEN LA VISIBILIDAD
PARABRISAS ROTO O SUCIO/NO ESTA LIMPIO APROPIADAMENTE	PRS	EL PARABRISAS DEL VEHÍCULO ESTA ROTO O FUE PARCIALMENTE CUBIERTO POR UN MATERIAL COMO SUCIEDAD, LA LLUVIA O NIEVE, LO QUE DISMINUYO LA VELOCIDAD (NO SE HIZO INTENTO POR LIMPIAR EL PARABRISAS)
VISION OSCURECIDA - SIN DETALLES	VOSD	LA VISION DEL CONDUCTOR ESTA OBVIAMENTE OSCURECIDA, PERO
OTRA OBSTRUCCION	OO	UN IMPEDIMENTO QUE DISMINUYE LA VISIBILIDAD NO DESCRITOO EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTORES AMBIENTALES: AMBIENTE DE MANEJO - CLIMA		
CONDICIONES CLIMATICAS AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
DESPEJADO	D	NO EXISTE CONDICION ATMOSFERICA DESFAVORABLEAL MOMENTO DE EL EVENTO PRECIPITADO
NUBLADO	UN	LAS NUBES SON VISIBLES AL MOMENTO DEL EVENTO PRECIPITADO.

NIEBLA	NI	LA NIEBLA ES VISIBLE AL MOMENTO DEL EVENTO PRECIPITADO.
BRISA/BRUMA/NEBLINA	BBN	HAY BRISA AL MOMENTO DEL EVENTO PRECIPITADO.
LLUVIA	LL	ESTA LLOVIENDO AL MOMENTO DEL EVENTO PRECIPITADO
OTRO	O	EXISTE OTRO TIPO DE DESFAVORABLES CONDICIONES ATMOSFERICAS, NO DESCRITAS EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES EN EL MOMENTO DEL EVENTO PRECIPITADO.
DESCONOCIDO	DE	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTORES AMBIENTALES: AMBIENTE DE MANEJO - LUCES		
ILUMINACIÓN DEL AMBIENTE DE MANEJO AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
AMANECER	AM	EL EVENTO PRECIPITADO SE DA DURANTE EL AMANECER
LUZ DEL DIA	LD	EL EVENTO PRECIPITADO SEDA EN ALGUN PUNTO DEL DIA DESPUÉS DE AMANECER PERO ANTES DE LA PUESTA DE SOL.
ATARDECER	AT	EL EVENTO PRECIPITADO SE DA DURANTE LA PUESTA DE SOL
OSCURO, ILUMINADO	OI	ES DE NOCHE AL MOMENTO DEL EVENTO PRECIPITADO PERO LA VIALIDAD ESTA ILUMINADA
OSCURO, NO ILUMINADO	ONI	ES DE NOCHE AL MOMENTO DEL EVENTO PRECIPITADO Y LA VIALIDAD ESTA ILUMINADA
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTORES AMBIENTALES: AMBIENTE DE MANEJO - CONDICIONES DE LA SUPERFICIE		
TIPO DE SUPERFICIE QUE PUEDE AFECTAR EL COEFICIENTE DE FRICCIÓN AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE(NO SE REFIERE A LA CALIDAD DEL PAVIMENTO)		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SECO	S	NO EXISTE MATERIAL EN LA SUPERFICIE (LLUVIA, NIEVE, ACEITE, ETC.) DE LA CARRETERA EN LA ZONA DEL EVENTO (NO HAY NADA EN EL CAMINO QUE AFECTE LA MANERA DE CONDUCIR)
MOJADO	M	LA CARRETERASE ENCUENTRA MOJADA O PARCIALMENTE MOJADA EN EL AREA DEL EVENTO (NO NIEVE, NO HIELO, NO LODO O ACEITE)
LODOSOS/FANGOSO	LF	EXISTE CIERTA CANTIDAD DE LODO EN A CARRETERA EN EL AREA EN LA QUE OCURRE EL EVENTO, LA CUAL AFECTA LA CONDUCCION
ACEITOSO	A	EXISTE CIERTA CANTIDAD DE ACEITE, GRASA U OTRO FLUIDO RESBALADIZO EN LA CARRETERA EN EL AREA EN LA QUE OCURRE EL EVENTO, LA CUAL AFECTA LA CONDUCCION
OTRO	O	EXISTE CIERTA CANTIDAD DE SUSTANCIA SOBRE LA VIALIDAD LA CUAL AECTA LA CONDUCCION, ESTA SUSTANCIA NO SE ENCUENTRA ENLLISTADA EN ALGUNA DE LAS CATEGORIAS ANTERIORES.
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTORES AMBIENTALES: AMBIENTE DE MANEJO - DENSIDAD DEL TRAFICO		
NIVEL DE DENSIDAD DE TRÁFICO AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
FLUJO LIBRE	FL	EL NIVEL DE FLUJO DE VEHÍCULOS EN LAS LINEAS DE TRAFICO ES BAJO. SE TIENE LIBERTAD PARA

		SELECCIONAR LA VELOCIDAD DESEADA Y PARA MANIOBRAR DENTRO DE LA CORRIENTE DE TRAFICO. EL NIVEL GENERAL DE COMODIDAD Y CONVENIENCIA PROPORCIONADA AL CONDUCTOR, PASAJERO O PEATON ES EXCELENTE.
FLUJO CON ALGUNAS RESTRICCIONES	FAR	ES UNA FLUJO ESTABLE PERO SE OBSERVA LA PRESENCIA DE OTROS USUARIOS LA LIBERTAD PARA SELECCIONAR LA VELOCIDADE ES POCO AFECTADA PERO HAY UN LIGERO DESCESO EN LA LLIBERTAD DE MANIOBRAR DENTRO DEL TRAFICO, DEBIDO A LA PRESENCIA DE OTROS
FLUJO ESTABLE (MANIOBRAVILIDAD Y VELOCIDAD SON MAS RESTRINGIDAS)	FE	EL FLUJO ES ESTABLE PERO SE EMPIEZA A MARCAR UN FLUJO MAS DENSO DE VEHÍCULOS DE LO CUAL LA OPERACION DE LOS USUARIOS SE VERA AFECTADA SIGNIFICATIVAMENTE POR LA INTERACCION CON OTROS. LA SELECCION DE LA VELOCIDAD Y MANIOBRAS SE VERA AFECTADO POR LA PRESENCIA DE LOS OTRO USUARIOS, EL NIVEL GENERAL DE CONFORT DISMINUYE NOTABLEMENTE EN ESTE NIVEL.
FLUJO INESTABLE (RESTRICCIONES TEMPORALES CONDUCCION LENTA SUBSTANCIALMENTE)	FI	LA ALTA DENSIDAD DE VEHÍCULOS PERO CON FLUJO ESTABLE . LA VELOCIDAD Y LAS MANIOBRAS ESTAN SEVERAMENTE RESTRINGIDAS Y EL PEATON O CONDUCTOR PRESENTAN BAJOS NIVELES DE CONFORT. PEQUEÑOS AUMENTOS EN EL TRAFICO CAUSAA PROBLEMAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE ESTE NIVEL.
EL FLUJO ES INESTABLE, LOS VEHÍCULOS NO PUEDEN PASAR , PARADAS TEMPORALES	FINPPT	CONDICIONES DEL UNCIONAMIENTO O CERCA DEL NIVEL DE CAPACIDAD DE LA VIALIDAD. TODAS LAS VELOCIDADES SE REDUCEN A UN B=NIVEL MUY BAJO,LA LIBERTAD PARA MANIOBRAR DENTRO DEL FLUJO DEL TRAFICO ES EXTREMADAMENTE DIFICIL Y SE LLEVA A CABO GENERALMENTE POR FORZAR A UN VEHÍCULO O PEATON A "CEDER EL PASO", LOS NIVELES DE CONFORT SON EXTREMADAMENTE POBRE Y LA FRUSTRACION DEL PEATON Y CONDUCTOR GENERALMENTE ES ALTA. LAS OPERACIONES EN ESTE NIVEL SUELEN SER INESTABLES. DEBIDO A PEQUEÑOS AUMENTOS EN EL FLUJO DEL TRAFICO CAUSAN AVERIAS.
FLUJO DE TRÁFICO FORZADO CON VELOCIDADES Y VOLUMEN DE TRÁFICO QUE ESTÁN POR DEBAJO DE LA CAPACIDAD. LAS COLAS SE FORMAN EN LUGARES PARTICULARES.	FTF	EL FLUJO FORZADO. ESTA CONDICION EXISTE CUANDO LA CANTIDAD DE TRAFICO QUE SE ACERCA A UN PUNTO EXCEDE LA CAPACIDAD DE PUEDE ATRAVESAR ESE PUNTO. LAS FILAS SE CARACTERIZAN POR UN ALTO-CONTINUA Y SON EXTREMADAMENTE INESTABLES. LOS VEHÍCULOS PUEDEN AVANZAR A VELOCIDADES RAZONABLES EN DISTANCIAS CORTAS PARA LUEGO DETENERSE Y CONTINUA ESTO DE MANERA CICLIC. ELNIVEL DE SERVICIO F SE UTILIZA PARA DESCRIBIR LAS CONDICIONES DENTRO DE LA FILA A SI COMO EL PUNTO DE RUPTUR. CABE SEÑALAR.
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTORES AMBIENTALES:INFRAESTRUCTURA - CONTROL DEL TRAFICO		
TIPO DE SEÑAL DE TRÁFICO AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
NO EXISTE CONTROL DE TRAFICO	NECT	NO EXISTE CONTROL DE TRAFICO AL VEHÍCULO EVALUADO AL MOMNETO DEL EVENTO
OFICIAL O VIGILANTE	OV	UN OFICIAL U OTRA PERSONA ESTA CONTROLANDO ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL DE TRAFICO AL VEHÍCULO EVALUADO.

SEÑAL DE ALTO	SA	UNA SEÑAL DE ALTO ESTA CONTROLANDO ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL DE TRAFICO DEL VEHÍCULO EVALUADO
SEMAFORO	SEM	SEMAFOROS (DE COLOR O INTEMITENTES) ESTA CONTROLANDO ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL DE TRAFICO DEL VEHÍCULO EVALUADO
SEÑAL DE BAJA VELOCIDAD O PRECAUCION	SBVP	UN SEÑALAMIENTO DE REDUCIR LA VELOCIDAD O DE PRECAUCION ESTA CONTROLANDO ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL DE TRAFICO DEL VEHÍCULO EVALUADO (SI NO SE DESCRIBE MAS ESPECIFICAMENTE EN OTRA CATEGORIA)
LINEAS DE LOS CARRILES PINTADAS(MARCADAS)	LCP	EXISTES MARCAS EN LA CARRETERA QUE CONTIENE INFORMACION DE PRECAUCION AL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO EVALUADO (USAR SI OTROS DISPOSITIVOS ESTAN INDICANDO LA MISMA INFORMACION) NOTAR QUE EL GES NO SE INCLUYE EN ESTA CATEGORIA
SEÑAL DE NO PASAR	SNP	UNA SEÑAL QUE INDICA AL VEHÍCULO EVALUADO A NO PASAR A LA ZONA
SEÑAL DE CEDA EL PASO	SCP	UNA SEÑAL DE CEDER EL PASO CONTROLA CIERTOS ASPECTOS DEL FLUJO DE TRAFICO AL VEHÍCULO
CALLE/VIALIDAD DE UN SOLO SENTIDO	CV1SS	UN SEÑALAMIENTO INDICA LA PRESENCIA DE UNA CALLE DE UN SOLO SENTIDOO CALLE CONTROLA EL FLUJO DE TRAFICO AL VEHÍCULO EVALUADO
OTRO	O	EXISTE ALGUN TIPO DE DISPOCITIVOS DE CONTROL NO DESCRITOS EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES, CONTROLANDO ALGUNOS ASPECTOS DEL FLUJO DE TRAFICO AL VEHÍCULO EVALUADO
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTORES AMBIENTALES:INFRAESTRUCTURA - ALINEACIÓN		
DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA(FORMA E INCLINACIÓN) DE LA VIALIDAD QUE SE ADAPTE MEJOR A LA SITUACIÓN , AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CALLE RECTA PLANA	CRP	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD ES RECTA SIN PENDIENTE O LOMA
CALLE CURVA PLANA	CCP	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD ES CURVA SIN PENDIENTE O LOMA
PENDIENTE CALLE RECTA	PCR	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD ES RECTAY CON PENDIENTE(EL VEHÍCULO ESTA YENDO EN PENDIENTE ALTA O BAJA)
PENDIENTE CALLE CURVEADA	PCC	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD ES CURVA Y CON PENDIENTE(EL VEHÍCULO ESTA YENDO EN PENDIENTE ALTA O BAJA)
CALLE RECTA DE CERRO(BAJADA/SUBIDA)	CRCBS	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD ES RECTA EL VEHÍCULO SE ENCUENTRA EN UNA LOMA
CALLE CURVA DE CERRO(BAJADA/SUBIDA)	CCCBS	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD ES CURVA EL VEHÍCULO SE ENCUENTRA EN UNA LOMA
CAIDA/INMERSIÓN RECTA	CIR	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD ES RECTA, EL VEHÍCULO SE ENCUENTRA EN UN VADO
OTRO	O	LA ALINEACION DE LA VIALIDAD Y/O LA INCLINACION SE CONOCEN PERO NO SE DESCRIBEN EN LA CATERGORIAS ANTERIORES.
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS

ANALIZADOS		DATOS SON INSUFICIENTES.
FACTORES AMBIENTALES:INFRAESTRUCTURA - LOCALIZACION VEHÍCULO		
CARRIL EN EL QUE SE DESPLAZA EL CONDUCTOR EVALUADO AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CARRIL IZQUIERDO	CI	EL VEHÍCULO EVALUADO SE ENCUENTRA EN EL CARRIL DE IZQUIERDO
CARRIL CENTRAL	CC	EL VEHÍCULO EVALUADO SE ENCUENTRA EN EL CARRIL DE CENTRAL
CARRIL DERECHO	CD	EL VEHÍCULO EVALUADO SE ENCUENTRA EN EL CARRIL DE DERECHO
NUMERO DE PARTICIPANTES - CONDUCTOR VEHÍCULO 2		
EL CODIFICADOR DEBE IDENTIFICAR EL NÚMERO DE PARTICIPANTES ALREDEDOR DEL VEHÍCULO EVALUADO QUE PUDIERON INFLUENCIAR SU COMPORTAMIENTO		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1 VEHÍCULO INFLUYÓ	CV2_NUM PV_1	1 VEHÍCULO PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
2 VEHÍCULO INFLUYÓ	CV2_NUM PV_2	2 VEHÍCULOS PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
3 VEHÍCULO INFLUYÓ	CV2_NUM PV_3	3 VEHÍCULOS PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
4 VEHÍCULO INFLUYÓ	CV2_NUM PV_4	4 VEHÍCULOS PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
5 VEHÍCULO INFLUYÓ	CV2_NUM PV_5	5 VEHÍCULOS PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
6 VEHÍCULO INFLUYÓ	CV2_NUM PV_6	6 VEHÍCULOS PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
7 VEHÍCULO INFLUYÓ	CV2_NUM PV_7	7 VEHÍCULOS PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
MAS DE 7 VEHÍCULOS	CV2_NUM PV_MASD E7	MAS DE 7 VEHÍCULOS PUEDE INFLUENCIAR EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO EVALUADO
NUMERO DE PARTICIPANTES - UBICACIÓN DEL OTRO VEHÍCULO/PERSONA		
POSICIÓN DEL PARTICIPANTE QUE ESTÁ INVOLUCRADO EN EL EVENTO O QUE RESTRINGE LA CAPACIDAD DEL CONDUCTOR PARA MANIOBRAR AL INICIO DEL FACTOR		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ENFRENTA DEL VEHÍCULO EVALUADO	E	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTA ENFRENTA DEL VEHÍCULO EVALUADO
ENFRENTA E INMEDIATAMENTE A LA DERECHA DEL VEHÍCULO EVALUADO	ED	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTA ENFRENTA DEL VEHÍCULO EVALUADO PERO A LA DERECHA DEL CAMINO (MAS CERCANO DEL LADO DEL PASAJERO DEL VEHÍCULO)
EN EL LADO DERECHO DEL VEHÍCULO EVALUADO, CERCA DEL ASIENTO DE ENFRENTA	ELDAF	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTAAAL LADO DERECHO DEL VEHÍCULO EVALUADO (PASAJERO) , MAS CERCA DE LA PARTE FRONTAL DEL VEHÍCULO
EN EL LADO DERECHO DEL VEHÍCULO EVALUADO, CERCA DEL ASIENTO DE ATRÁS	ELDAA	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTAAAL LADO DERECHO DEL VEHÍCULO EVALUADO (PASAJERO) , MAS CERCA DE LA PARTE POSTERIOR DEL VEHÍCULO
ATRÁS E	AD	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTAAATRÁS DEL

INMEDIATAMENTE A LA DERECHA DEL VEHÍCULO EVALUADO		VEHÍCULO EVALUADO PERO A LA DERECHA DEL CAMINO (MAS CERCANO DEL LADO DEL PASAJERO DEL VEHÍCULO)
ATRAS DEL VEHÍCULO EVALUADO	A	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTA ATRÁS DEL VEHÍCULO EVALUADO
ATRAS E INMEDIATAMENTE A LA IZQUIERDA DEL VEHÍCULO EVALUADO	AI	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTA ATRÁS DEL VEHÍCULO EVALUADO PERO A LA IZQUIERDA DEL CAMINO (MAS CERCANO DEL LADO DEL PASAJERO DEL VEHÍCULO)
EN EL LADO IZQUIERDO DEL VEHÍCULO EVALUADO, CERCA DEL ASIENTO DE DE ATRÁS	ELIAA	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ESTAAAL LADO IZQUIERDO DEL VEHÍCULO EVALUADO (CONDUCTOR) , MAS CERCA DE LA PARTE POSTERIOR DEL VEHÍCULO
EN EL LADO IZQUIERDO DEL VEHÍCULO EVALUADO, CERCA DEL ASIENTO DE ENFRENTA	ALIAF	OTRO VEHÍCULO, PEATON U OBJETO ES EN LA IZQUIERDA DEL VEHÍCULO EVALUADO , MAS CERCA DE LA PARTE FRONTAL QUE DE LA POSTERIOR
ENFRENTA E INMEDIATAMENTE A LA IZQUIERDA DEL VEHÍCULO EVALUADO	EI	OTRO VEHÍCULO , PEATON U OBJETO ESTA ENFRENTA DEL VEHÍCULO EVALUADO, PERO A LA IZQUIERDA DEL CAMINO (CERCANO AL LADO DEL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO)
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
NUMERO DE PARTICIPANTES - VEHÍCULO/PERSONA TIPO 2		
TIPO DE PARTICIPANTE INVOLUCRADO EN EL EVENTO O QUE RESTRINGE LA CAPACIDAD DEL CONDUCTOR EVALUADO PARA MANIOBRAR AL INICIO DEL FACTOR PRECIPITANTE.		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
AUTOMOVIL	AUT	VEHÍCULO PRIMARIO PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS. EJ. CONVERTIBLE, SEDAN DE 2 PUERTAS, COUPE, DE 2 A 5 PUERTAS HATCHBACK, COUPE DE 3 PUERTAS, SEDAN DE 4 PUERTAS, (EXCLUYENDO VANS Y PICKUPS)
MINIVAN O VAN ESTANDAR	MVE	VEHICULO PRIMARIO PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS DE TIPO MINIVAN, VAGONETAS LARGAS, MOTORHOME, OTROS DERIVADOS DE CAMIONETAS,
PICKUP	PIC	VEHICULO PRIMARIO PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS DE TIPO PICKUP COMPACTO, PICKUP LARGO, PICKUP CON CAMPER DESMONTABLE
CAMION DE ESCUELA	CE	VEHÍCULO DE CARGA MEDIA O PESADA DISEÑADO PARA LLEVAR GRUPOS DE PASAJEROS DE Y PARA FUNCIONES RELACIONADAS CON LA EDUCACION, CARACTERISTICAMENTE PINTADO EN AMARILLO Y CLARAMENTE IDENTIFICADO COMO "SCHOOL BUS" O "AUTOBUS ESCOLAR" PESOESTIMADO MAYOR A 4536 KG
TRAILER + CAJA	TRAILC	UN TRAILER NO ARTICULADO DISEÑADO PARA CARGAS, VEHÍCULO PESADO DONDE EL PESO ES MAYOR A 4536 KG. CON UNA UNIDAD DE ARRASTRE
EQUIPOS DE CONSTRUCCION	EC	EQUIPAMIENTO DE CONSTRUCCION OTRA DE TROQUES CON MOTOR DE COMBUSTION INTERNA
OTRO MOTOCICLISTA o CICLOMOTOR	OMC	CUALQUIER OTRO TIPO DE MOTOCICLETA NO DESCRITO PREVIAMENTE.

VEM_AMBULANCIA	AMB	CUALQUIER VEHÍCULO IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS USADOS PARA PROVEER SERVICIOS DE AMBULANCIA
VEM_CAMION DE BOMBEROS	CB	CUALQUIER VEHÍCULO IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS USADOS PARA PROVEER SERVICIOS DE BOMBEROS
VEM_PATRULLA DE POLICIA	PP	CUALQUIER VEHÍCULO IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS DE CUALQUIER INSTITUCION MUNICIPAL, ESTATAL O FEDERAL DE UNA AGENCIA POLICIACA Y UTILIZADO PARA SERVICIO POLICIACO
OTRO TIPO DE VEHÍCULO	OTV	VEHÍCULOS NO INCLUIDOS EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES
PEATON EN GENERAL	P	CUALQUIER PERSONA QUE ESTE EN EL TRAFICO O EN LA BANQUETA O CAMINO CONTIGUO CON LA VIALIDAD Y QUIE NO ESTE AL LADO DE UN VEHÍCULO MOTORIZADO, INCLUYE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, VIALIDAD, ETC, PERO QUIENES NO ESTAN SOSTENIENDO UN VEHÍCULO.
GRUPO DE PEATONES EN GENERAL	GP	CUALQUIER GRUPO DE PERSONAS QUE ESTE EN EL TRAFICO O EN LA BANQUETA O CAMINO CONTIGUO CON LA VIALIDAD Y QUIE NO ESTE AL LADO DE UN VEHÍCULO MOTORIZADO, INCLUYE GRUPO DE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, VIALIDAD, ETC, PERO QUIENES NO ESTAN SOSTENIENDO UN VEHÍCULO.
ESTUDIANTE	PEST	CUALQUIER PERSONA CON UNIFORME ESCOLAR QUE ESTE EN EL TRAFICO O EN LA BANQUETA O CAMINO CONTIGUO CON LA VIALIDAD Y QUIE NO ESTE AL LADO DE UN VEHÍCULO MOTORIZADO, INCLUYE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, VIALIDAD, ETC, PERO QUIENES NO ESTAN SOSTENIENDO UN VEHÍCULO.
GRUPO DE ESTUDIANTES	PGEST	CUALQUIER GRUPO DE PERSONAS CON UNIFORME ESCOLAR QUE ESTE EN EL TRAFICO O EN LA BANQUETA O CAMINO CONTIGUO CON LA VIALIDAD Y QUIE NO ESTE AL LADO DE UN VEHÍCULO MOTORIZADO, INCLUYE GRUPO DE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, VIALIDAD, ETC, PERO QUIENES NO ESTAN SOSTENIENDO UN VEHÍCULO.
TRABAJADOR	PTRA	CUALQUIER PERSONA CON UNIFORME DE UNA FABRICA QUE ESTE EN EL TRAFICO O EN LA BANQUETA O CAMINO CONTIGUO CON LA VIALIDAD Y QUIE NO ESTE AL LADO DE UN VEHÍCULO MOTORIZADO, INCLUYE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, VIALIDAD, ETC, PERO QUIENES NO ESTAN SOSTENIENDO UN VEHÍCULO.
GRUPO DE TRABAJADORES	PGTRA	CUALQUIER GRUPO DE PERSONAS CON DE UNA FABRICA QUE ESTE EN EL TRAFICO O EN LA BANQUETA O CAMINO CONTIGUO CON LA VIALIDAD Y QUIE NO ESTE AL LADO DE UN VEHÍCULO MOTORIZADO, INCLUYE GRUPO DE PERSONAS QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, VIALIDAD, ETC, PERO QUIENES NO ESTAN SOSTENIENDO UN VEHÍCULO.
CICLISTA	C	UN CICLLISTA(QUIEN ESTE EN LA VIALIDAD, CAMINO O BANQUETA CONTIGUA AL TRAFICO Y QUIEN NO ESTE EN UN TRANSPORTE MOTORIZADO,INCLUYE, TRICICLOS, BICICLETAS, MOOCICLOS (INCLUYE CICLISTAS QUIENES ESTAN SOBRE UN VEHICLO EN MOVIMIENTO)
ANIMAL	N	CUALQUIER TIPO DE ANIMAL VIVO
OBJECT	OBJ	CUALQUIER OBJETO SIN MOVIMIENTO (OTRO DIFERENTE A UN VEHÍCULO)

ANOMALIA	ANOM	CUALQUIER TIPO DE ANOMALÍA EN LA VIALIDAD (EJ. LAS REPRESNETNADAS EN EL ESQUEMA DE ANOMALÍAS EN LA VIALIDAD)
REPARTIDO_GAS	GAS	VEHICULO CON TANQUES DE GAS LP EN SU PARTE TRASERA ASEGURADOS, PARA SU VENTA DOMESTICA.
TP_MICROBUS	MIC	VEHÍCULO DE CARGA MEDIA O PESADA DISEÑADO PARA LLEVAR GRUPOS DE PASAJEROS SIN FINES EDUCATIVOS
TP_TAXI	TAX	VEHICULO COMPACTO ISEÑADO PARA LLEVAR GRUPOS DE PASAJEROS SIN FINES EDUCATIVOS
SP_CESPE	CESPE	CUALQUIER VEHÍCULO IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS USADOS PARA PROVEER SERVICIOS PUBLICOS EN RELACION A LA ELECTRICIDAD.
SP_CFE	CFE	CUALQUIER VEHÍCULO IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS USADOS PARA PROVEER SERVICIOS PUBLICOS EN RELACION A LA BASURA
SP_BASURA	BASU	CUALQUIER VEHÍCULO IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS USADOS PARA PROVEER SERVICIOS PUBLICOS EN RELACION AL AGUA.
RESGUADO DE DINERO	RSD	CUALQUIER VEHÍCULO IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS USADOS PARA PROVEER SERVICIOS PARA RESGUARDAR EL TRANSPORTE DE DINERO
MOTO_POLICIA	MP	CUALQUIER MOTOCICLETA IDENTIFICADO CON LUCES O SELLOS DE CUALQUIER INSTITUCION MUNICIPAL, ESTATAL O FEDERAL DE UNA AGENCIA POLICIACA Y UTILIZADO PARA SERVICIO POLICIACO
MOTO_REPARTIDORES	MREP	MOTOCICLETA, CON CARGA EN LA PARTE TRASERA PARA EL TRANSPORTE DE ALGUN ARTÍCULO (Ej. CORRESPONDENCIA, ALIMENTOS, ETC.)
RP_SEGUNDEROS	RPS	VEHICULO QUE TRANSPORTA ARTÍCULOS DE SEGUNDA MANO
RP_GOLOSINAS	RPG	VEHICULO QUE TRANSPORTA BIENES ALIMENTICION (EJ. SABRITAS, BIMBO,REFRESCOS,ETC.)
RP_TIENDAS DEPARTAMENTALES	RPTD	VEHICULO QUE TRANSPORTA INMUEBLES (EJ.FAMSA,SEARS,COPPEL,ETC.)
TRANSPORTE TURISMO	TURI	TRANSPORTE TURISTICO DE RUTA (Ej. ABC)
VENDEDOR DE PERIODICOS	VENP	INDIVIDUO O GRUPO DE INDIVIDUOS QUE VENDAN PERIODICOS, USUALMENTE EN LA ZONA DEL CRUCE PEATONAL AL MOMENTO DE UN SEMAFORO EN ROJO O ZONAS CON ALTO
VENDEDOR DE OTRO TIPO	VENO	CUALQUIER OTRO TIPO DE INDIVIDUO O GRUPO DE INDIVIDUOS QUE VENDAN ALGUN ARTICULO, USUALMENTE EN LA ZONA DEL CRUCE PEATONAL AL MOMENTO DE UN SEMAFORO EN ROJO O ZONAS CON ALTO
LIMPIADOR O CARWASH MAN	LIMP	INDIVIDUO O GRUPO DE INDIVIDUOS QUE SE ENCUENTREN LIMPIANDO VEHICULOS O PARABRISAS, USUALMENTE EN LA ZONA DEL CRUCE PEATONAL AL MOMENTO DE UN SEMAFORO EN ROJO O ZONAS CON ALTO
BOTEADOR O PERSONA QUE PIDE APOYO	BOTE	INDIVIDUO O GRUPO DE INDIVIDUOS QUE SE ENCUENTREN PIDIENDO DINERO O LIMOSNA, USUALMENTE EN LA ZONA DEL CRUCE PEATONAL AL MOMENTO DE UN SEMAFORO EN ROJO O ZONAS CON ALTO
BAILARIN URBANO	BAIL	INDIVIDUO O GRUPO DE INDIVIDUOS QUE SE ENCUENTREN BAILANDO EN LA VIALIDAD, USUALMENTE EN LA ZONA DEL CRUCE PEATONAL AL MOMENTO DE UN SEMAFORO EN ROJO
VEHÍCULO DE TIPO	VTD	NO SE PUEDE HACER O DAR UN JUCIO

DESCONOCIDO		
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
NUMERO DE PARTICIPANTES - PARTICIPANTE MANIOBRA PREVIA		
SIMILAR ALA DEFINICIÓN DE MANIOBRA PREVIA PARA EL CONDUCTOR EVALUADO, PERO APLICADA AL PARTICIPANTE QUE CAUSÓ EL FACTOR PRECIPITANTE		
VALOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
DIRIGIENDOSE HACIA ENFRETE	DHE	CONDUCIENDO DERECHO
YENDO DERECHO A VELOCIDAD CONSTANTE	DVC	CONDUCIENDO DERECHO A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A + 0,25 g
YENDO DERECHO ACELERANDO	DAA	CONDUCIENDO DERECHO A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g
YENDO DERECHO PERO "DERRAPANDO" SIN INTENCION DENTRO EL MISMO CARRIL O ENTRE CARRILES	DDSI	VIAJAR GENERALMENTE DERECHO, PERO OCASIONALMENTE ENTRA EN LA LINEA ADYACENTE
DESACELERANDO EN EL CARRIL	DC	CONDUCIENDO DERECHO A UNA ACELERACION LONGITUDINAL MENOR A - 0,25 g
GIRAR A LA DERECHA	GD	GIRAR A LA IZQUIERDA CON LA INTENCION DE VIAJAR EN ESA DIRECCION
GIRAR A LA IZQUIERDA	GI	GIRAR A LA DERECHA CON LA INTENCION DE VIAJAR EN ESA DIRECCION
DAR VUELTA EN U	DVU	GIRAR EN LA VIALIDAD, CON INTENSION DE IR EN DIRECCION OPUESTA
DESMINUYENDO LA VELOCIDAD O PARANDOSE	DVP	EL VEHICULO FUE DISMINUYENDO LA VELOCIDAD HASTA DETENERSE, 0M PH , NO EN UN ESTACIONAMIENTO
INICIANDO EN EL CARRIL	IC	EN EL PROCESO DE ACELERACION DESPUÉS DE ESTAR DETENIDO EN LA VIALIDAD
INICIANDO DESDE UN LUGAR DONDE ESTABA ESTACIODO	DLE	EN EL PROCESO DE DEJAR UN ESTACIONAMIENTO (EL VEHÍCULO ESTUVO DETENIDO Y APAGADO)
PARADO EN UN CARRIL DE LA VIALIDAD	PC	DETENIDO EN UN CARRIL , DONDE EL INDICADOR DE VELOCIDAD UNICA 0MPH NO EN UN ESTACIONAMIENTO
INHABILITADO O ESTACIONANDO EN LA VILAIDA	E	DETENIDO EN LA VIALIDAD, LA VELOCIDAD QUE MARCA EL VELOCIMETRO ES 0 mph(DEBIDO A ESTAR ESTACIONADO, INHABILITADO O EL VEHÍCULO ESTA SIN MARCHA)
EN REVERSA	REVDO	DIRIGIENDOSE EN REVERSA EN EL CARRIL
ADELANTANDO/REBASANDO(Passing)	AR	EN EL PROCESO DE REBASAR OTRO VEHÍCULO EN UNA CARRETERA NO DIVIDIDA(CARRETERA CON UNA CARRIL PARA CADA SENTIDO)
CAMBIANDO DE CARRIL	CC	EN EL PROCESO DE CAMBIO DE CARRIL AL CARRIL ADYACENTE
OTRO	O	OTRA ACCION NO INCLUIDA EN LAS CATEGORIAS ANTERIORES
ACELERANDO EN CARRIL DE LA VIALIDAD	AC	INICIANDO EN CARRIL CON UNA ACELERACION LONGITUDINAL MAYOR A + 0,25 g
ENTRANDO A UN LUGAR DE ESTACIONAMIENTO	ELE	EN EL PROCESO DE ENTRAR EN UN ESTACIONAMIENTO (CON LA INTENCION DE DETENER EL VEHÍCULO Y APAGARLO)
NEGOCIANDO CURVA	NC	EN EL PROCESO EN LA VIALIDAD QUE TIENE ALGUNAS

		CURVATURAS(EN ESE PUNTO)
UNIRSE/INGRESANDO AL CAMINO(MERGING)	UC	EN EL PROCESO EN EL CAMBIO DE CARRIL A OTRO CARRIL EN EL QUE AMBOS SE CONVIERTEN EN UNO.
MANIOBRANDO PARA EVADIR UN ANIMAL	MEA	ACCION EN LA QUE EL PROPOSITO ES UNICAMENTE EVITAR EL CONTACTO CON UN ANIMAL VIVO
MANIOBRANDO PARA EVADIR PEDESTRIAN/CICLISTA	MEPC	UNA ACCION CUYO PROPOSITO ES EVITA EL CONTACTO CON UN PEATON Y CICLISTA, UN PEATON ES UNA CUALQUIER PERSONA QUE ESTE EN LA VIALIDAD, BANQUETA O CAMINO CONTIGUO AL TRAFICO Y QUIEN NO ESTA EN UN TRANSPORTE MOTORIZADO- ESTO INCLUYE PERSONAS QUE ESTAN EN CONTACTO CON EL SUELO, VIALIDAD, ETC, PERO QUIENES ESTAN SOBRE UNVEHÍCULO. UN CICLISTA ES UNA PERSONA YA SEA CONDUCTOR O PASAJERO DE UN MONOCICLO,BICICLETA O TRICICLO (INCLUYE CICLISTAS QUIENES ESTAN SOBRE UN VEHÍCULO EN MOVIMIENTO)
MANIOBRANDO PARA EVADIR UN OBJETO	MEOBJ	ACCION EN LA QUE EL PROPOSITO ES UNICAMENTE EVITAR EL CONTACTO CON UN OBSTACULO SIN MOVIMIENTO U OBJETO (OTRO QUE NO SEA VEHÍCULO)
MANIOBRANDO PARA EVADIR A OTRO VEHÍCULO	MEV	ACCION EN LA QUE EL PROPOSITO ES UNICAMENTE EVITAR EL CONTACTO CON OTRO VEHÍCULO
DESCONOCIDO	D	INFORMACIÓN DESCONOCIDA
DATOS NO ANALIZADOS	NAD	NO ES POSIBLE UN ANALISIS COMPLETO POR QUE LOS DATOS SON INSUFICIENTES.
NUMERO DE PARTICIPANTES - PARTICIPANTE ACCION CORRECTIVA		
DEFINICION SIMILAR A LA DE MANIOBRA EVASIVA PARA EL CONDUCTOR EVALUADO, PERO APLICADA AL PARTICIPANTE QUE CAUSÓ EL FACTOR PRECIPITANTE		
NUMERO DE PARTICIPANTES - PARTICIPANTE ACCIONES O FACTORES RELACIONADOS AL ACCIDENTE O INCIDENTE		
DEFINICION SIMILAR A LA DE COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR EVALUADO, PERO APLICADA AL PARTICIPANTE QUE CAUSÓ EL FACTOR PRECIPITANTE		

Anexo 10. Conceptos generales sobre ontologías

El identificador de recursos uniforme (URI, por sus siglas en inglés) que permite identificar y distinguir entre los diferentes espacios de nombres de las ontologías para poder utilizar los diferentes elementos declarados sin tener problemas entre distintas definiciones.

Existen diferentes **lenguajes para la representación de conocimiento**. Cada lenguaje tiene un nivel de expresividad diferente para modelar una ontología, entre los más populares se encuentran *RDF* (por sus siglas en inglés, Resource Description Framework)⁴³ que permite el etiquetado de recursos para formar tripletas de la forma objeto-atributo-valor; *RDFS* (por sus siglas en inglés, RDF schema)⁴⁴ que provee un vocabulario básico para la descripción de las tripletas en RDF (Ej. taxonomías) y *OWL 2*⁴⁵ (por sus siglas en inglés, Ontology Web Language) que permite representar axiomas más complejos que jerarquías (Ej. restricciones, transitividad, roles complejos) (Dean et al., 2004). Existen varias herramientas disponibles para **editar ontologías** y verificar su consistencia. Algunas de ellas son Protégé, Swoops, entre otras (Stuckenschmidt, 2008).

Un proceso de **razonamiento semántico (inferencia)** tiene que llevarse a cabo para aprovechar al máximo el poder de las ontologías. Existen diversos razonadores como Pellet, Fact++, Hermit y Racer que realizan esta tarea (Dentler et al., 2011). Éstos ofrecen servicios de inferencia, como es la validación de la consistencia de la ontología, inferencia de subsunción, equivalencia de clase, etc. (Hülsen et al., 2011). Para poder hacer uso de este servicio es necesario que la ontología con la que se desea trabajar se encuentre dentro del perfil OWL2 DL (o alguno de sus sub lenguajes EL, QL o RL).

Opcionalmente una ontología puede contar con **reglas semánticas** que permiten aumentar la expresividad de los lenguajes descritos previamente, estas pueden ser implementadas en diferentes lenguajes; dos de los más populares son SWRL (por sus

⁴³ <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>

⁴⁴ <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

⁴⁵ <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>

siglas en inglés, semantic web rule lenguaje)⁴⁶ y SPIN (por sus siglas en inglés, SPARQL inference notation)⁴⁷.

Finalmente para poder aprovechar las capacidades de inferencia es necesario utilizar un lenguaje que permita **consultar la base de conocimiento** y que soporte este servicio, uno de los más populares es *SPARQL 1.1* (por sus siglas en inglés, Protocol and RDF Query Language)⁴⁸, este permite hacer consultas mediante grafos conformados de patrones de tripletas utilizando una sintaxis similar a RDF.

⁴⁶ <https://www.w3.org/Submission/SWRL/>

⁴⁷ <http://spinrdf.org>

⁴⁸ <https://www.w3.org/TR/sparql11-overview/>