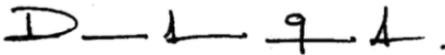


**RIESGO DE ARRASTRE DE VEHÍCULOS DURANTE INUNDACIONES
URBANAS: EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN LOS
CONDUCTORES**

**ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ GUTIÉRREZ
RUBEN DARIO GÓMEZ CARREÑO**

 V.Bo.

DIRECTOR

DIEGO ALEJANDRO GUZMÁN ARIAS

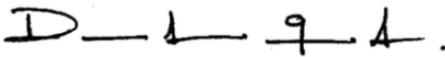
**ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

2020

**RIESGO DE ARRASTRE DE VEHÍCULOS DURANTE INUNDACIONES
URBANAS: EVALUACIÓN DE LA PERCEPCION DEL RIESGO EN LOS
CONDUCTORES**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ GUTIÉRREZ
RUBEN DARIO GÓMEZ CARREÑO**

 V.Bo.

DIRECTOR

DIEGO ALEJANDRO GUZMÁN ARIAS

**ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado No. 1
Ing. JUAN CARLOS FORERO SARMIENTO

Firma del Jurado No. 2
Ing. DAVID JOSEPH AURESY SERRANO SUÁREZ

A Dios que me dio la sabiduría y fuerza para vencer cada dificultad en mi camino.

A mis padres por cada sacrificio que hicieron por mí para lograr esta meta,

A mí hermano por ser testigo de mi esfuerzo y dedicación,

A mi abuela Teresa por sus consejos de vida y motivación para ser el mejor,

A mí novia por su apoyo y motivación incondicional.

“Elige un trabajo que te apasione y no volverás a trabajar ni un solo día de tu vida”

Confucio

ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ GUTIÉRREZ

*A Dios, por demostrarme que todo llega a su tiempo y en el momento correcto,
A mi madre Doris Astrid Carreño Díaz por ser mi pilar en este camino,
A mis tías, Deniz Cabarcas y Margie Cabarcas, por su apoyo incondicional,
A mis padrinos, Eliécer García y Mirian Rueda por ser parte fundamental en
esta trayectoria.*

*“El Señor mismo marchará al frente de ti y estará contigo;
nunca te dejará ni te abandonará.
No temas ni te desanimas.”
Deuteronomio 5:33*

RUBEN DARIO GÓMEZ CARREÑO

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen María, por cada día de vida, salud, motivación y mucho amor por nuestra carrera. Por ayudarnos a sobrepasar cada obstáculo o problema que se nos presentó en nuestra vida universitaria, nuestra vida cotidiana y en la fase final de nuestra carrera universitaria.

A nuestras familias, por su amor, trabajo, sacrificio y apoyo incondicional en este largo camino de conocimiento y aprendizaje, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí.

A todos los que nos brindaron su ayuda e hicieron que el trabajo se realizara con éxito; especialmente, a quienes nos formaron y compartieron sus conocimientos.

Gracias a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.

Al Ing. Diego Alejandro Guzmán Arias, director de nuestra tesis, por compartir su experiencia, conocimientos, por su apoyo incondicional, su motivación y por el tiempo que nos brindó en cada paso del proyecto de grado.

Al Ing. Juan Carlos Forero Sarmiento y al Ing. David Joseph Auresy Serrano Suárez, por su gran disposición en cada momento del desarrollo de nuestra investigación.

A cada miembro del comité de trabajos de grado por su dedicación y trabajo para permitirnos obtener el título de Ingeniero Civil.

1. TABLA DE CONTENIDO

1. TABLA DE CONTENIDO	7
2. GLOSARIO	9
3. INTRODUCCIÓN	12
4. OBJETIVOS	13
4.1 OBJETIVO GENERAL	13
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
5. MARCO TEÓRICO	14
5.1 PERCEPCIÓN DEL RIESGO	17
5.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
5.3 MODALIDADES DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
5.4 MUESTREO ESTADÍSTICO	19
5.5 TÉCNICAS DE MUESTREO PROBABILÍSTICO	19
6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	21
6.1 GRÁFICAS TIPO RADIAL	24
6.2 DIAGRAMA DE RED GLOBAL	28
7. METODOLOGÍA	39
7.1 FASE 1	39
7.2 FASE 2	40
8. ANALISIS DE RESULTADOS	41
9. CONCLUSIONES	49
10. RECOMENDACIONES	51
11. BIBLIOGRAFÍA	52
12. ANEXOS	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fuerzas actuantes sobre un vehículo estacionado y parcialmente sumergido.....	15
Figura 2. Fase 1 (Fuente: Propia)	39
Figura 3. Fase 2 (Fuente: Propia)	40

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fuerza de arrastre del agua	14
Ecuación 2. Fuerza de rozamiento	15

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos (Fuente: Propia) .	21
Tabla 2. Límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos (Fuente: Propia) .	30

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Velocidad Incipiente vs Altura de agua (Fuente: [4]).....	16
Gráfica 2. 7/10/2011	24
Gráfica 3. Año 2016	25
Gráfica 4. Año 2016	25
Gráfica 5. Año 2019 (Estanqueidad)	26
Gráfica 6. Año 2019 (Estanqueidad)	26
Gráfica 7. Año 2019 (Estanqueidad/No Estanqueidad).....	27
Gráfica 8. Año 2019 (Estanqueidad/No Estanqueidad).....	27
Gráfica 9. Diagrama de red global (Fuente: Propia).....	28
Gráfica 10. Oficio (Fuente: Propia).....	41
Gráfica 11. Edad (Fuente: Propia).....	42
Gráfica 12. Sexo (Fuente: Propia).....	42
Gráfica 13. ¿Cree que una inundación súbita urbana (altura de agua baja) podría causar el arrastre de vehículos? (Fuente: Propia).....	43
Gráfica 14. Clasificación del riesgo (Fuente: Propia)	44
Gráfica 15. ¿Usted o algún miembro de su familia se ha visto afectado por alguna inundación urbana? (Fuente: Propia)	45
Gráfica 16. Complemento pregunta 6 (Fuente: Propia).....	46
Gráfica 17. ¿Tiene conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad? (Fuente: Propia)	47
Gráfica 18. Clasificación riesgo final (Fuente: Propia).....	48

2. GLOSARIO

Fuerza de arrastre (F_D): Fuerza mecánica. Se origina por la interacción y contacto de un cuerpo rígido y un fluido, causando una fuerza de resistencia que tiende a reducir su velocidad.

Fuerza de rozamiento (F_r): Son fuerzas de interacción entre superficies de sistemas físicos en contacto, generando oposición al movimiento y aparece cuando hay dos cuerpos en contacto.

Fuerza de flotación (F_f): Es la fuerza que mantiene a un cuerpo en su posición, es decir, tiene su naturaleza en las presiones que ejerce el fluido sobre el cuerpo, cuando este se encuentra sumergido en su interior [1].

Inundación súbita: Se refiere a crecientes que ocurren de manera repentina debido al alta pendiente del río o de la quebrada y su cuenca [2].

Riesgo: Se define como la combinación de la probabilidad de un evento con sus efectos negativos.

Vulnerabilidad: Es la cualidad que presenta una persona o grupo social, los cuales son susceptibles de ser lastimados o heridos (física o moral).

Amenaza: Es un acontecimiento, situación o actividad humana donde se puede presentar la muerte, efectos negativos en la salud, daños a la propiedad, repercusiones sociales y económicas o daños ambientales.

Peligro: Suceso o acto que genera daño humano o desgaste en salud.

Resiliencia: Facultad para superar momentos difíciles y adaptarse luego de haber pasado situaciones que se salen de la zona de confort.

Gestión de riesgo: Proceso de identificación, análisis y medición de las probabilidades y resultados secundarios que generan los desastres, al igual que las acciones de prevención, corrección y reducción que se deben tomar ante el suceso.

Exposición al riesgo: Se define como la situación en desventaja que presenta un individuo y/o población al estar expuestos al riesgo debido a la ubicación o localización en que se encuentran.

Cambio climático: Se define como la modificación del sistema climático terrestre.

Medidas estructurales de mitigación del riesgo: Son obras destinadas para la prevención y disminución del riesgo ocasionado por los desastres.

Medidas no estructurales de mitigación del riesgo: Conformado por acciones que buscan educar, prevenir, legislar, reducir y atender riesgos actuales o futuros.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: RIESGO DE ARRASTRE DE VEHÍCULOS DURANTE INUNDACIONES URBANAS: EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN LOS CONDUCTORES

AUTOR(ES): ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, RUBEN DARIO GÓMEZ CARREÑO

FACULTAD: Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): DIEGO ALEJANDRO GUZMÁN ARIAS

RESUMEN

Este proyecto de investigación se elaboró con el fin de establecer unos límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos expuestos a eventos de inundaciones súbitas urbanas para evaluar la percepción de riesgo en los conductores universitarios de la Universidad Pontificia Bolivariana, el cual permitirá posteriores investigaciones que busquen actualizar los límites admisibles de riesgo de arrastre mediante nuevos experimentos y determinar si los vehículos en la actualidad son más “seguros” en cuanto a esta problemática que afecta a la población en general.

Se realizó la revisión bibliográfica de los artículos y documentos más relevantes de previas investigaciones experimentales en donde se establecían distintos límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos expuestos a eventos de inundaciones súbitas urbanas, también se evaluó la percepción del riesgo de arrastre mediante el análisis de una muestra en población vulnerable (conductores universitarios de la Universidad Pontificia Bolivariana) utilizando una herramienta de encuesta y los límites admisibles de riesgo establecidos mediante la revisión bibliográfica realizada previamente.

PALABRAS CLAVES:

Fuerza de arrastre, fuerza de rozamiento, inundación súbita, riesgo, vulnerabilidad.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GRADUATION WORK GENERAL OVERVIEW

TITLE: RISK OF VEHICLE DRAWING DURING URBAN FLOODS:
ASSESSING THE PERCEPTION OF RISK IN DRIVERS

AUTHOR(S): ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, RUBEN DARIO GÓMEZ
CARREÑO

FACULTY: Civil Engineering

DIRECTOR: DIEGO ALEJANDRO GUZMÁN ARIAS

ABSTRACT

This research project was developed in order to establish admissible limits of risk of dragging of vehicles exposed to events of sudden urban floods to evaluate the perception of risk in university drivers of the Universidad Pontificia Bolivariana, which will allow subsequent investigations that seek update the admissible limits of drag risk through new experiments and determine if vehicles are currently "safer" in terms of this problem that affects the general population.

The bibliographic review of the most relevant articles and documents of previous experimental research was carried out, where different admissible limits of risk of dragging of vehicles exposed to urban sudden flood events were established, the perception of dragging risk was also evaluated through the analysis of a sample from a vulnerable population (university drivers from the Universidad Pontificia Bolivariana) using a survey tool and the admissible risk limits established through the literature review previously carried out.

KEYWORDS:

Drag force, friction force, flash flood, risk, vulnerability.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

3. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos generalmente destructivos. Este fenómeno es ocasionado por lluvias que generan un incremento progresivo del nivel del agua contenida en un cauce y que supera la altura de las orillas naturales o artificiales, generando como consecuencia el desbordamiento de la misma.

Las inundaciones se clasifican en dos tipos: Inundaciones lentas, las cuales, se presentan en zonas planas y son ocasionadas por el aumento tardío del caudal del río llegando a niveles entre 10 y 15 cm por día, superando la capacidad máxima del mismo. Por otro lado, las inundaciones o crecientes súbitas, son conocidas por su mayor poder destructivo y muertes, alcanzando niveles entre 1 y 5 metros en pocas horas, obstaculizando la prevención y desalojo de la población afectada de manera rápida y efectiva. [1]

En Colombia, un claro ejemplo es el fenómeno de la Niña, el cual, se ha hecho presente en los años 1988, 2000, 2011 y 2012, dejando pérdidas materiales y humanas. El 28% de la población nacional está expuesta a un alto potencial de inundación y el 31% a una amenaza (alta y media) por movimientos en masa como consecuencia de crecientes súbitas. Los departamentos con mayor riesgo de inundaciones y los cuales hacen parte del 12% del territorio nacional son: Valle del Cauca, Atlántico, Cundinamarca, Magdalena, Antioquia, Córdoba, Cesar, Cauca y Meta. A nivel municipal, Bogotá, Cali y Barranquilla son los municipios con mayor población localizada en zonas de mayor potencial de inundación. [2]

Este proyecto busca establecer los límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos expuestos a eventos de inundaciones súbitas urbanas mediante la revisión de antecedentes bibliográficos y así evaluar la percepción de riesgo en los conductores mediante la realización de una encuesta a una población específica (conductores universitarios).

El fin de este estudio es abrir un espacio para futuras investigaciones que busquen actualizar los límites admisibles mediante la realización de nuevos ensayos de laboratorio y determinar si los vehículos de hoy en día son más “seguros” ante la presencia de inundaciones súbitas.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer los límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos expuestos a eventos de inundaciones súbitas urbanas para evaluar la percepción de riesgo en los conductores.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los límites admisibles de riesgo al arrastre de vehículos por inundaciones súbitas a partir de antecedentes bibliográficos.
- Evaluar la percepción del riesgo de arrastre mediante el análisis de una muestra en población vulnerable (conductores universitarios) utilizando los límites admisibles de riesgo establecidos.

5. MARCO TEÓRICO

Los vehículos son activos importantes que deben ser considerados en las inundaciones urbanas, por lo tanto, se debe llevar a cabo análisis de peligrosidad y riesgo a los que se podrían someter en este tipo de inundaciones. El análisis de peligrosidad básicamente va de la mano de la estabilidad del vehículo, ya que esta es analizada a partir del momento en el que pierde estabilidad. [3]

La estabilidad de los vehículos será afectada a medida que algunas características hidráulicas externas como profundidad de sumersión y velocidad a las que el vehículo se encuentra sometido se incrementan. Al sobrepasar estos valores se genera la flotación y/o arrastre del elemento. Entre los factores propios del cuerpo que inciden en la estabilidad de un cuerpo doblgado a las fuerzas de arrastre y flotación están: el peso, la altura libre del vehículo, la superficie proyectada perpendicular al flujo relacionado con la forma del vehículo. [3]

A medida que el tiempo ha ido transcurriendo los vehículos han ido evolucionando en cuestiones de seguridad, en este caso será manejada la inestabilidad de los mismos, las diferentes modificaciones en los vehículos ayudarán a la estabilidad, pero casos de vehículos antiguos en donde la altura libre entre el vehículo y el suelo son mayores es donde la estabilidad es afectada. A partir de estos factores es cuando se empieza a analizar la seguridad de los vehículos cuando son rendidos a corrientes de agua, los factores son modificados a medida que avanza el tiempo y se encuentran diferentes tipos de modelos.

El tema de investigación en este caso es la inestabilidad de los vehículos cuando están sometidos a inundaciones súbitas en donde se podrán tener en cuenta ciertas fuerzas hidrodinámicas que afectarán la inestabilidad de los vehículos. Por otro lado, las fuerzas generadas por la vía, la fuerza normal y la fuerza de fricción.

A continuación, la fórmula de la fuerza de arrastre del agua:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho_w v^2 C_d A$$

Ecuación 1. Fuerza de arrastre del agua (Fuente: [3])

Siendo:

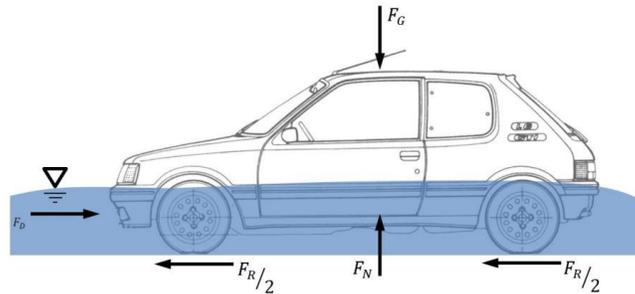
ρ_w : Densidad del agua

v : Velocidad del agua

Cd: Coeficiente de arrastre, depende del coeficiente de Reynolds.

A: Área sumergida y planeado perpendicular a la dirección del agua.

Figura 1. Fuerzas actuantes sobre un vehículo estacionado y parcialmente sumergido.



Se puede ver en la Figura 1 las diferentes fuerzas que actúan sobre un vehículo estacionado y parcialmente sumergido en donde; F_g (Fuerza de la gravedad), F_d (Fuerza de deslizamiento), F_n (Fuerza normal) y F_r (Fuerza de rozamiento). Estas son las principales fuerzas que actúan y se deben tener en cuenta al momento de realizar el análisis de la estabilidad de un vehículo parcialmente sumergido (Inundaciones súbitas).

Se tiene en cuenta que los escenarios reales son más complicados y por lo tanto se hacen investigaciones experimentales para poder tener una visión más amplia de la pérdida de estabilidad en el objeto de estudio que está sujeto a corrientes de agua.

La fuerza de rozamiento que se da entre el neumático y el terreno es la que le permite al vehículo tener estabilidad y se da una relación en donde la estabilidad será directamente proporcional al peso del vehículo y la adherencia suelo-neumático.

La fórmula de la fuerza de rozamiento:

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Ecuación 2. Fuerza de rozamiento (Fuente: [3])

Siendo:

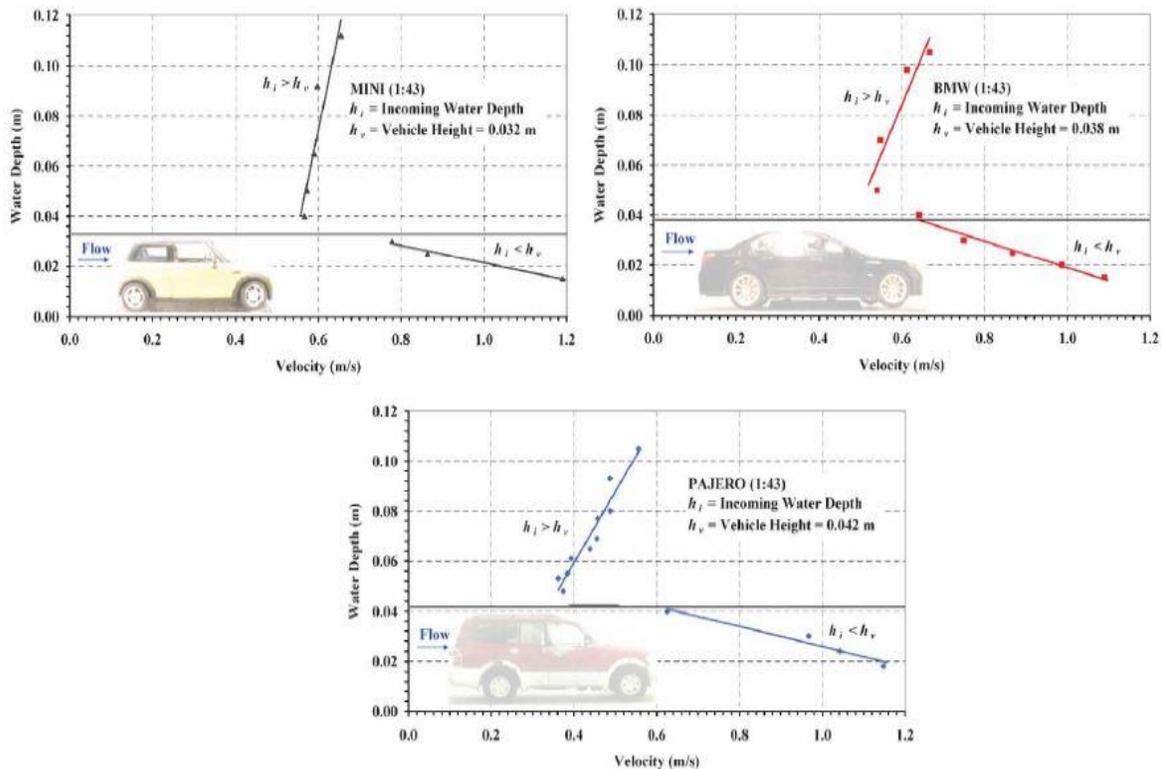
μ : el coeficiente de rozamiento entre el suelo y llanta

F_N : la fuerza normal de reacción del suelo

El valor del coeficiente de rozamiento tiene varias características que se deben tener en cuenta para tomar el valor adecuado. Se tomaban como mediciones para el coeficiente de rozamiento entre neumático y la vía inundada entre 0.25 y 0.75, siendo este un factor importante en el estudio de la estabilidad del deslizamiento de los vehículos parcialmente inundados. [3]

Para poder establecer los límites admisibles y los umbrales de inestabilidad en los vehículos que están sometidos ante inundaciones sean parciales o completas, es necesario hacer una comparación entre la altura de agua que llega o está sometido el vehículo contra la velocidad incipiente, en el caso de las gráficas se indica la altura a la que está sometido el vehículo vs la velocidad que generó deslizamiento o arrastre, en donde se puede analizar que en la mayoría de los casos cuando el agua sobrepasa la altura del vehículo las velocidades para generar el arrastre o deslizamiento son bajas y cuando la altura de agua es menor, las velocidades para generar estos efectos deben ser mayores. [4]

Gráfica 1. Velocidad Incipiente vs Altura de agua (Fuente: [4])



5.1 PERCEPCIÓN DEL RIESGO

Antes de hablar de percepción del riesgo se debe hablar de la definición de riesgo, riesgo es el cálculo de la probabilidad que suceda un incidente y dado el caso, las consecuencias que se presentarían. Ante el riesgo ser capaz de evaluar con precisión, el riesgo tiene que ver con un conjunto de acciones y análisis cualitativo personal y de cómo se tenga la percepción del riesgo. [5]

El autor de "Theories, Strategies, And Next Steps" hace referencia a dos conceptos que son diferentes, pero están ligados de alguna manera. Habla de la percepción del riesgo como la capacidad de disipar una cantidad de riesgo mientras que la permisividad al riesgo se refiere a la capacidad de aceptar cierta cantidad de riesgo. [5]

La percepción de riesgo es la habilidad de detectar, identificar y reaccionar en una circunstancia de peligro mientras conduces o caminas. Se puede identificar una situación de riesgo como aquella que lleva a la persona a estar alerta en un momento imprevisto y que hace que tenga que tomar una decisión rápida ya sea frenar, reducir velocidad, buscar otro camino o simplemente quedarse en su sitio. En este caso, el momento imprevisto tiene que ver con las inundaciones súbitas en donde el conductor debe decidir cuál es la acción que debe tomar para poder superar dicho siniestro. [6]

Dicha percepción de riesgo en la mayoría de las veces se mide con encuestas, sean graficas o escritas, a las personas del sitio en donde el riesgo es grande, se tienen en cuenta quienes pasan por el lugar y quienes residen en el mismo. Mediante este método se puede tener una visión más amplia acerca de la percepción del riesgo ya que las personas que residen en dicho lugar tienen más conocimiento de su zona con respecto a las personas que simplemente transitan por el lugar, gracias a este método la información es más precisa y confiable. [6]

Al medir la percepción del riesgo los factores más importantes según la literatura son los factores socioeconómicos, también la percepción del riesgo varía de sujeto a sujeto y de comunidad a comunidad, ya que están más o menos ligados a ciertas situaciones. En el caso de este trabajo escrito, es acerca del riesgo de arrastre que tienen los vehículos ante inundaciones súbitas. [7]

La percepción del riesgo tiene una medición que es generalmente cualitativa, pero según la literatura los índices han sido un método bastante útil para cuantificarlo. Se usarán distintos factores socioeconómicos y se les dará una puntuación dependiendo de que tanto puede afectar la percepción del riesgo, a partir de este punto se deben tomar las muestras con el método de encuestas muy bien

realizadas; el muestreo y la población a usarse no tiene un mínimo de participantes o un máximo, esta medida de las encuestas queda en el autor de las mismas según la fuente. [7]

Para el análisis de la percepción del riesgo se debe usar unas fórmulas del índice de la percepción para tener números reales, ya que como se dijo antes, la mayoría de veces este término es generalmente cualitativo y no cuantitativo.

5.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica es una modalidad de trabajo académico que se centra en un estudio detallado, selectivo y crítico que busca la bibliografía publicada sobre un tema específico (información de artículos científicos, revistas, libros) y es sometida a un análisis que genere una relación entre las fuentes, realizando una comparación crítica de la información recopilada, dando respuesta a la pregunta inicialmente planteada. La finalidad del artículo de revisión consiste en la identificación y recopilación de la información del tema, al igual que conocer los adelantos más significativos en un determinado periodo de tiempo.

5.3 MODALIDADES DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- **REVISIÓN SISTEMÁTICA O EVALUATIVA**

Son resúmenes claros y estructurados de la información disponible, los cuales, responden a una incógnita concreta sobre temas etiológicos, diagnósticos, clínicos o terapéuticos. Este tipo de revisión corresponde a lo que se conoce en la actualidad como preguntas clínicas basadas en evidencia científica.

- **REVISIÓN DESCRIPTIVA**

Suministra al lector información actual sobre conceptos útiles en áreas en constante desarrollo, mediante la selección de artículos donde se analiza y discute las características metodológicas que fueron usadas y se genera una conclusión general.

- **REVISIÓN EXHAUSTIVA**

Consiste en un artículo de bibliografía comentada, son trabajos bastante extensos, muy especializados y no aportan información precisa a un profesional interesado en responder a una pregunta específica.

5.4 MUESTREO ESTADÍSTICO

El muestreo estadístico es un instrumento del estudio científico. Su finalidad es definir qué parte de una población debe estudiarse, con el objetivo de elaborar conclusiones sobre dicha población, permitiendo una disminución económica del estudio, una mayor rapidez en la extracción de la información y la obtención de resultados de mayor calidad.

5.5 TÉCNICAS DE MUESTREO PROBABILÍSTICO

- **ALEATORIO SIMPLE**

Asegura que todos los sujetos que conforman la población tienen la misma posibilidad de ser incorporados en la muestra. Esto indica que la posibilidad de elección de un individuo es independiente de la probabilidad que tienen los demás individuos que conforman parte de la población blanco.

- **ALEATORIO ESTRATIFICADO**

Establece los estratos que conforman la población, para elegir y obtener de ellos la muestra. La estratificación consiste en variables como edad, sexo, nivel socioeconómico, entre otros.

- **ALEATORIO SISTEMÁTICO**

Tipo de muestra que es aplicable cuando los elementos de la población están ordenados. A partir de la primera unidad seleccionada, se eligen las siguientes, a esto se le conoce como selección sistemática.

- **POR CONGLOMERADOS**

Consiste en seleccionar de forma aleatoria ciertas zonas dentro de una ciudad, comuna, región, entre otros, para luego escoger elementos más pequeños (cuadras, calles) y finalmente otros más específicos (escuelas, consultorios, hogares), luego se aplica la herramienta de medición a todos los integrantes del lugar seleccionado.

- **INTENCIONAL**

Consiste en elegir sucesos característicos de una población, restringiendo la muestra solo a estos sucesos. Es empleado en ambientes en los que la población es muy variable y, por consiguiente, la muestra es muy pequeña.

- **POR CONVENIENCIA**

Consiste en elegir casos accesibles que aprueben ser incorporados, permitiendo accesibilidad entre los individuos y el investigador.

- **ACCIDENTAL O CONSECUTIVO**

Establece la incorporación de casos hasta que se consigue el número de individuos requeridos para finalizar la cantidad de la muestra deseada. Estos, se escogen de forma aleatoria, de tal manera que quienes realizan el estudio eligen un lugar y de este, se seleccionan los individuos de estudio de la población.

6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En la tabla 1, se presenta la recopilación de la información sobre los límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos por inundaciones súbitas, datos obtenidos de la previa investigación de los diferentes antecedentes bibliográficos realizados en años anteriores.

Tabla 1. Límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos (Fuente: Propia)

AÑO DE PUBLICACION	AUTOR	VEHICULOS SIMULADOS	LIMITES DE VELOCIDAD (m/s)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN	PROFUNDIDADES PROBADAS	UNIVERSIDAD	PAIS
1/07/2011	T.D. Shand, G.P. Smith, R.J. Cox M.Blacka	Ford Falcon	0,42-3,09	0,3	0,11-0,55	The University of New South Wales	Australia
		Sedán Morris Mini	0,5-3,69	Varios	0,12-0,57		
		Toyota Corolla Suzuki Swift Ford Laser Honda Civic Ford LTD	0,6 -> 35	0,3	0,025-0,375		
		SIN PASAJEROS					
7/10/2011	Caiwen Shu, Junqiang Xia, Roger A. Falconer, Binliang Lin	Ford Focus	2	0,39	0,45	Universidad de Cardiff	UK
		Ford Transit	-	0,5	-		
		Volvo XC90	3,3	0,68	0,5		
		CON PASAJEROS					
		Ford Focus	3	0,39	0,4		
		ALTURA DE AGUA MAYOR A ALTURA VEHICULO					
18/04/2012	Fang Yenn Teo , Junqiang Xia , Roger A. Falconer & Binliang Lin	Mitsubishi Pajero	1,8-2,4	-	2,08-3,8	Universidad de Cardiff	UK
		BMW M5	2,2-2,42		1,78-3,18		
		Mini Cooper	2,39-2,6		1,42-3,2		
		ALTURA DE AGUA MENOR A ALTURA VEHICULO					
		Mitsubishi Pajero	2,6-6,5	-	0,4-1,45		
		BMW M5	2,4-4,85		0,6-1,18		
Mini Cooper	2,6-5,45	0,4-1,18					
2016	E. Martínez- Gomariz, M. Gómez, B. Russo S. Djordjević	Ford Falcon	0.48 - 3,09	0.3	0,11 - 0,57	Universidad Politécnica de Cataluña	España
		Morris Mini Sedán	0,5 - 3,69	Varios	0,12 - 0,57		
		Toyota Corolla Suzuki Swift Ford Laser Honda Civic Ford LTD	0,6 -> 3,5	0,3	0,025 - 0.375		
		Mini Cooper BMW5	2,37 - 7,94	-	0,645 - 4.816		
		Mitsubishi Pajero Mini Cooper BMW5	4.0 - 0,5	-	0,3 - 3,0		
		Mitsubishi Pajero					
		Ford Focus Ford transit Volvo XC90	0,18 - 6.24	0,5 (focus) 0,39 (transit) 0,68 (Volvo)	0,16 - 0,62		
		Tipo Sedán Tipo Minivan	0,71 - 5,68	0,26 (sedán); 0,42 (Minivan)	0.28–0.72		
		Honda Accord Audi Q7	0.55–8.93	0,25 (Paralelo) 0,75 (Perpendicular)	0.11–0.65		

21/06/2018	Daniela Pérez, Carlos Camargo, Carolina Fonseca, Mauricio Marín, Santiago Martínez, Ferney Ramírez, Sebastián Manrique, Carlos Rico	Peugeot 307 XSI 2001	0.43-5.7	Pendientes (0%-5.2%)	0.006-0.01	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia	
29/01/2019	Grantley P. Smith Benjamin D. Modra Stefan Felder	Toyota Yaris Ford Festiva Nissan Patrol con tracción en las cuatro ruedas (4WD).	-	0,75 - 0,78 (Nissan Patrol) 0,36 - 0,74 (Ford Festiva) Coeficiente de arrastre entre 0.98 - 1,83 (Toyota Yaris)	0-1	The University of New South Wales	Australia	
9/05/2019	Ricardo A. Bocanegra, Francisco J. Vallés-Morán, Félix Francés	NO ESTANQUEIDAD				0.025-0.57	Universidad Politécnica de Valencia	España
		Mini Cooper BMW M5 Mitsubishi Pajero	2.37-7.94	0.65-4.82	-			
		ESTANQUEIDAD						
		Ford Falcon Morris Mini sedán Suzuki Swift Ford Laser Toyota Corolla Ford LTD	0,48-3,09	0.3-1.0				
		VW Golf III LF 10/6	0-3.2	0.3	0-0.73			
		Toyota Yaris 2005 y 2006 Nissan Patrol 1998	0.80-6.56	0.75-0.78	0-0.828			
		BMW 650 Mini Cooper BMW i3	0.89-5.12	0.25-0.75	0.16-0.63			
		ESTANQUEIDAD/NO ESTANQUEIDAD						
		Vehiculo sedan y una minivan (ambulancia)	1.05-2.00	0.26-0.65	0.30-1.21			
		Nissan March Toyota Land Cruiser	1.47-7.35	0.40-0.60	0.24-1.08			
		Ford Focus Ford Transit Volvo XC90 Honda accord Audi Q7	0.18-7.94	0.25-0.75	0.11-4.82			

24/10/2019	Luca Milanesi Marco Pilotti	Honda Accord	0,6 - 4,5	0.25 (Paralelo) -	0,25 - 0,43	University of Brescia	Italia
		Audi Q7		0.75 (Perpendicular)	0,35 - 0,66		
		Ford Focus	0,6 - 4,1	0.50 (Paralelo)	0,31 - 0,54		
		Ford Transit	0,1 - 4	0.39 (Paralelo)	0,36 - 0,57		
		Volvo XC 90	0,5 - 4.5	0.68 (Paralelo)	0,45 - 0,63		
		Mod.VW Golf III	1,5 - 2,2	0.3 (Paralelo y perpendicular)	0,3 - 0,43		
		Prot.VW Golf III					
		Toyota Yaris	-	0.78 (Perpendicular)	-		
		Nissan Patrol	-	0.75 (Perpendicular)	-		
		BMW 650	-	0.58 (Paralelo)	-		
		Mini Cooper	-	0.55 (Paralelo)	-		
		BMW i3	-	0.58 (Paralelo)	-		
		Mercedes GLA	-	0.56 (Paralelo)	-		
		Mercedes CI C	-	0.60 (Paralelo)	-		
		Range Rover Evoque	-	0.58 (Paralelo)	-		
		Porsche Cayenne	-	0.52 (Paralelo)	-		
		Bentley Continental	-	0.62 (Paralelo)	-		
		VW Touareg	-	0.59 (Paralelo)	-		
		BMW X6	-	0.60 (Paralelo)	-		
		Audi Q7	-	0.59 (Paralelo)	-		
Mercedes G55	-	0.60 (Paralelo)	-				
Sedán	-	0.26 (Paralelo) - 0.565 (Perpendicular)	-				
Minivan	-	0.42 (Paralelo) - 0.65 (Perpendicular)	-				

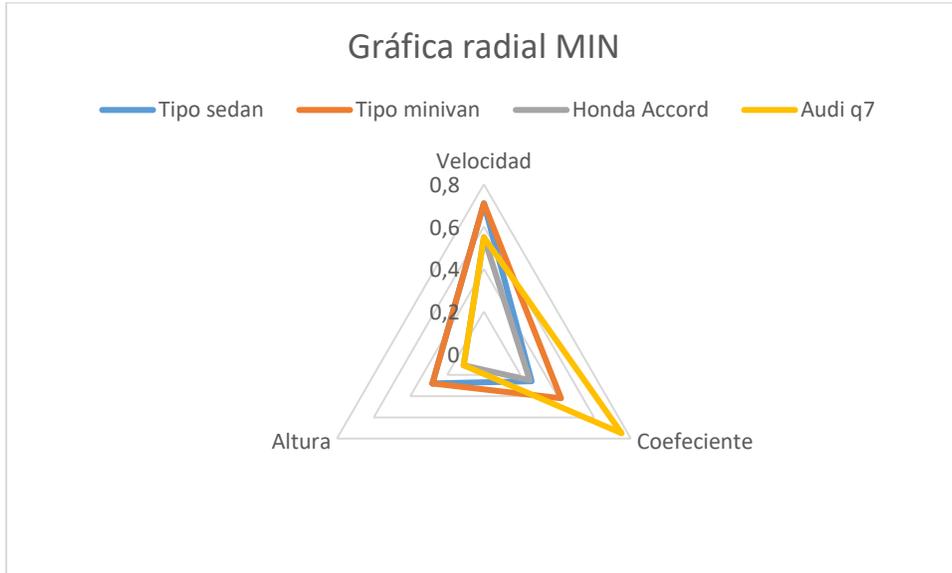
6.1 GRÁFICAS TIPO RADIAL

A continuación, se presentarán unas gráficas tipo radial con el objetivo de mostrar e interpretar los límites admisibles de riesgo mínimos y máximos, que fueron revisados en el numeral anterior para un tipo específico de vehículo o un grupo de los mismos; esto depende de los experimentos que fueron realizados en cada uno de los estudios mencionados. Las gráficas que fueron elaboradas para cada uno de los artículos que se revisaron y cumplieron con los tres pilares fundamentales para nosotros en los límites admisibles de riesgo al arrastre de los vehículos en una inundación súbita urbana; velocidad, altura y coeficiente de fricción. Lo que se buscó con estas gráficas fue hacer una comparación de cada vehículo que fue estudiado en cada artículo con referencia a las tres variables, situados en tres diferentes ejes.

Gráfica 2. 7/10/2011



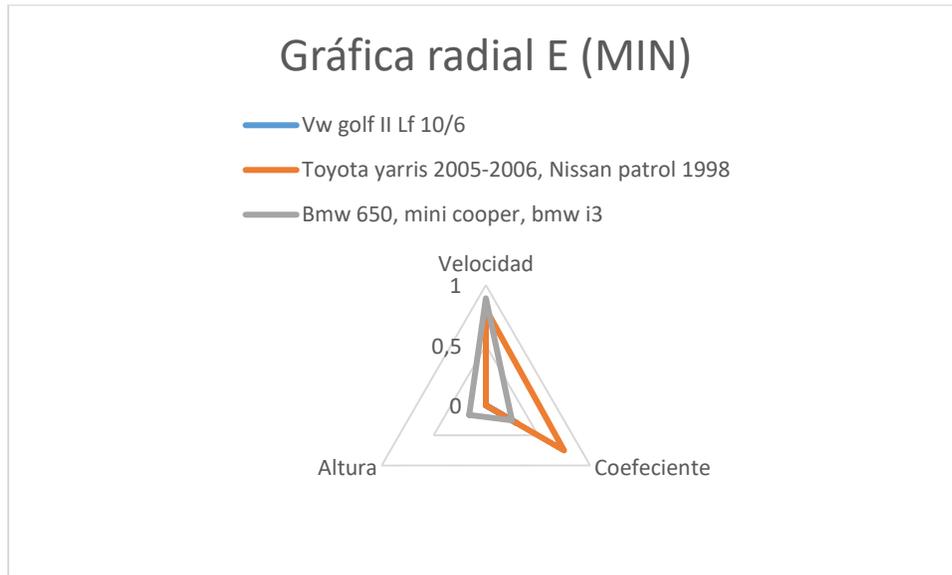
Gráfica 3. Año 2016



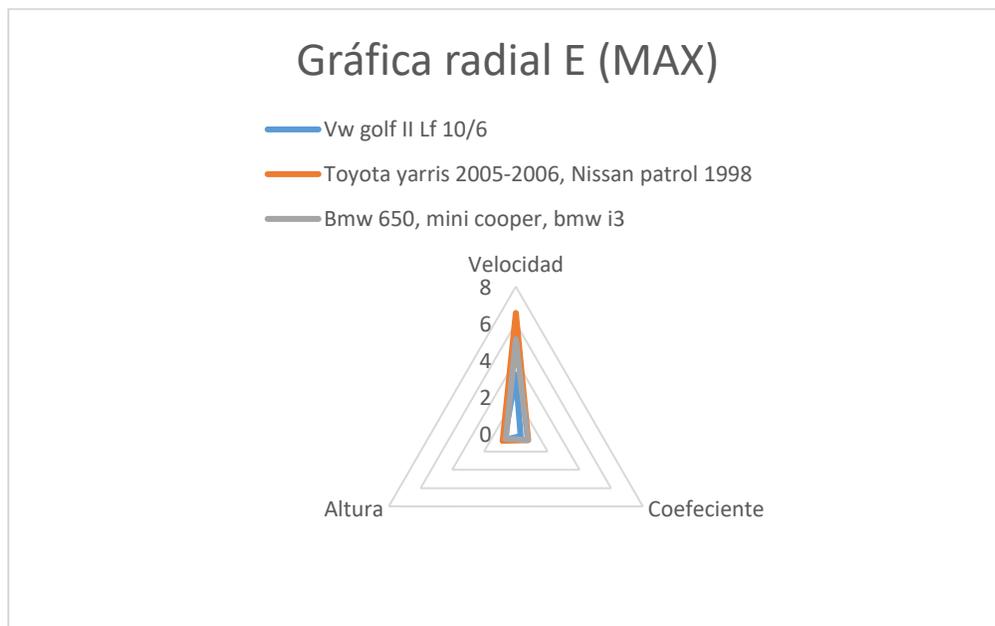
Gráfica 4. Año 2016



Gráfica 5. Año 2019 (Estanqueidad)



Gráfica 6. Año 2019 (Estanqueidad)



Gráfica 7. Año 2019 (Estanqueidad/No Estanqueidad)



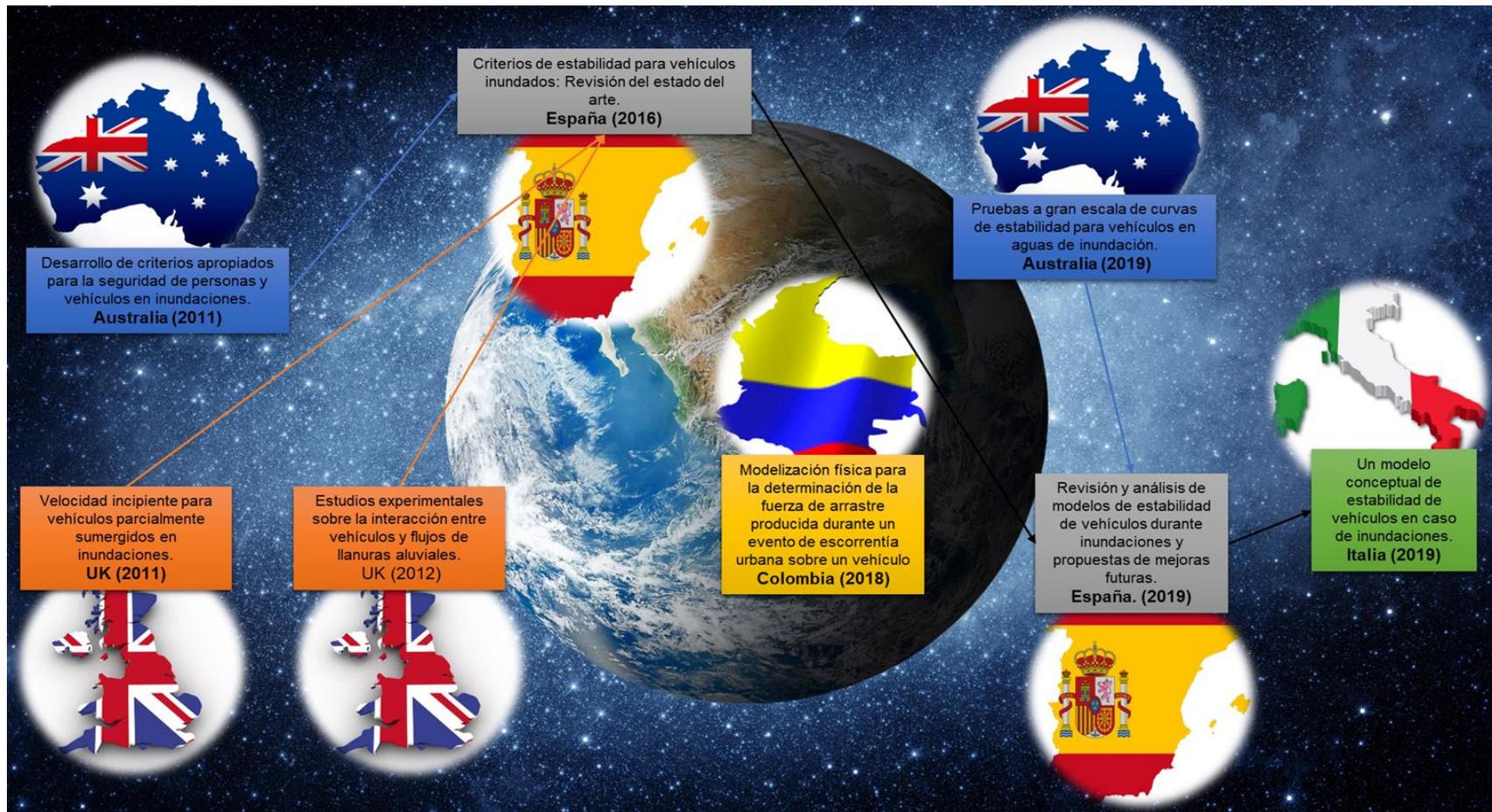
Gráfica 8. Año 2019 (Estanqueidad/No Estanqueidad)



6.2 DIAGRAMA DE RED GLOBAL

La gráfica 1, representa la conexión de los diferentes antecedentes bibliográficos recopilados y como cada uno ha permitido un avance para la realización de los siguientes, tomando referencias y analizando los posibles errores o situaciones que se pueden presentar a la hora de realizar los estudios, teniendo en cuenta que los vehículos cada año varían en diseño, estructura, etc.

Gráfica 9. Diagrama de red global (Fuente: Propia)



A continuación (**Tabla 2**), se realizó la unión de toda la información establecida en los diferentes antecedentes bibliográficos, estableciendo un rango más amplio en los diferentes límites admisibles (Velocidad, coeficiente de fricción y profundidad), teniendo en cuenta que los vehículos analizados son a escala, en estado de reposo, y clasificados 3 tipos (Pequeños, Grandes y 4WD).

Tabla 2. Límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos (Fuente: Propia)

LISTADO DE VEHÍCULOS				
MODELO VEHÍCULO	IMAGEN VEHÍCULO	LÍMITES DE VELOCIDAD (m/s)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN	PROFUNDIDADES (m)
Ford Falcon (Escala 1:25)		0,42-3,09	0.3–1.0	0,11-0,57
Sedán Morris Mini (Escala 1:16)		0,5-3,69	0.3–1.0	0,12-0,57
Toyota Corolla		0,6 -> 35	0.3–1.0	0,025-0,375

Suzuki Swift		0,6 -> 35	0.3–1.0	0,025-0,375
Ford Laser		0,6 -> 35	0.3–1.0	0,025-0,375
Honda Civic		0,6 -> 35	0.3–1.0	0,025-0,375
Ford LTD		0,6 -> 35	0.3–1.0	0,025-0,375

<p>Ford Focus (Escala 1:18)</p>		<p>0.18–7.94</p>	<p>0,5</p>	<p>0,11-0,45</p>
<p>Ford Transit (Escala 1:18)</p>		<p>0.18–7.94</p>	<p>0,39</p>	<p>0.11-4.82</p>
<p>Volvo XC90 (Escala 1:18)</p>		<p>0.18–7.94</p>	<p>0,68</p>	<p>0,11-0,5</p>
<p>Mitsubishi Pajero (Escala 1:43 y 1:18)</p>		<p>2,6-6,5</p>	<p>0.65–4.82</p>	<p>0,4-1,45</p>

<p>BMW M5 (Escala 1:43 y 1:18)</p>		<p>2,4-4,85</p>	<p>0.65–4.82</p>	<p>0,6-1,18</p>
<p>Mini Cooper (Escala 1:43 y 1:18)</p>		<p>2,6-5,45</p>	<p>0.65–4.82</p>	<p>0,4-1,18</p>
<p>Tipo Sedán (Escala 1:10)</p>	<p>Sin información</p>	<p>0,71-5,68</p>	<p>0,26</p>	<p>0,28-0,72</p>
<p>Tipo Minivan (Escala 1:18)</p>	<p>Sin información</p>	<p>0,71-5,68</p>	<p>0,42</p>	<p>0,28-0,72</p>
<p>Honda Accord (Escala 1:14)</p>		<p>0.55–8.93</p>	<p>0,25 (paralelo) – 0,75 (Perpendicular)</p>	<p>0.11–0.65</p>
<p>Audi Q7 (Escala 1:24)</p>		<p>0.55–8.93</p>	<p>0,25 (paralelo) – 0,75 (Perpendicular)</p>	<p>0.11–0.65</p>

<p>Toyota Yaris (Escala 1:1 y 1:18)</p>		<p>0.80–6.56</p>	<p>0.75–0.78</p>	<p>0-1</p>
<p>Ford Festiva (Escala 1:1 y 1:18)</p>		<p>-</p>	<p>0,36 - 0,74</p>	<p>0-1</p>
<p>Nissan Patrol (Escala 1:1 y 1:18)</p>		<p>0.80–6.56</p>	<p>0,75 - 0,78</p>	<p>0-1</p>
<p>VW Golf III (Escala 1:9.8)</p>		<p>0–3.2</p>	<p>0.3</p>	<p>0–0.73</p>

<p>LF 10/6 (Escala 1:1, 1:9.8, 1:13,1)</p>		<p>0–3.2</p>	<p>0.3</p>	<p>0–0.73</p>
<p>BMW 650 (Escala 1:14)</p>		<p>0.89–5.12</p>	<p>0.25–0.75</p>	<p>0.16–0.63</p>
<p>BMW i3 (Escala 1:24)</p>		<p>0.89–5.12</p>	<p>0.25–0.75</p>	<p>0.16–0.63</p>
<p>Nissan March (Escala 1:24)</p>		<p>1.47–7.35</p>	<p>0.40–0.60</p>	<p>0.24–1.08</p>

<p>Toyota Land Cruiser (Escala 1:24)</p>		<p>1.47–7.35</p>	<p>0.40–0.60</p>	<p>0.24–1.08</p>
<p>Mercedes GLA (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,56</p>	<p>-</p>
<p>Mercedes CI C (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,6</p>	<p>-</p>
<p>Range Rover Evoque (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,58</p>	<p>-</p>
<p>Porsche Cayenne (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,52</p>	<p>-</p>

<p>Bentley Continental (Escala 1:14 y 1:18)</p>		<p>-</p>	<p>0,62</p>	<p>-</p>
<p>VW Touareg (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,59</p>	<p>-</p>
<p>BMW X6 (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,6</p>	<p>-</p>
<p>Mercedes G55 (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,6</p>	<p>-</p>

<p>Audi Q7 (Escala 1:14)</p>		<p>-</p>	<p>0,59</p>	<p>-</p>
<p>Peugeot 307 XSI 2001 (Escala 1:32)</p>		<p>0.43-5.7</p>	<p>Pendientes (0%-5.2%)</p>	<p>0.006-0.01</p>

7. METODOLOGÍA

7.1 FASE 1

La primera fase consiste en la investigación y elección de la metodología más adecuada para la elaboración de la revisión bibliográfica, seguido de la recopilación de la información sobre el tema (investigar todos los artículos relacionados con el tema), finalizando con el análisis y conclusión de lo investigado.

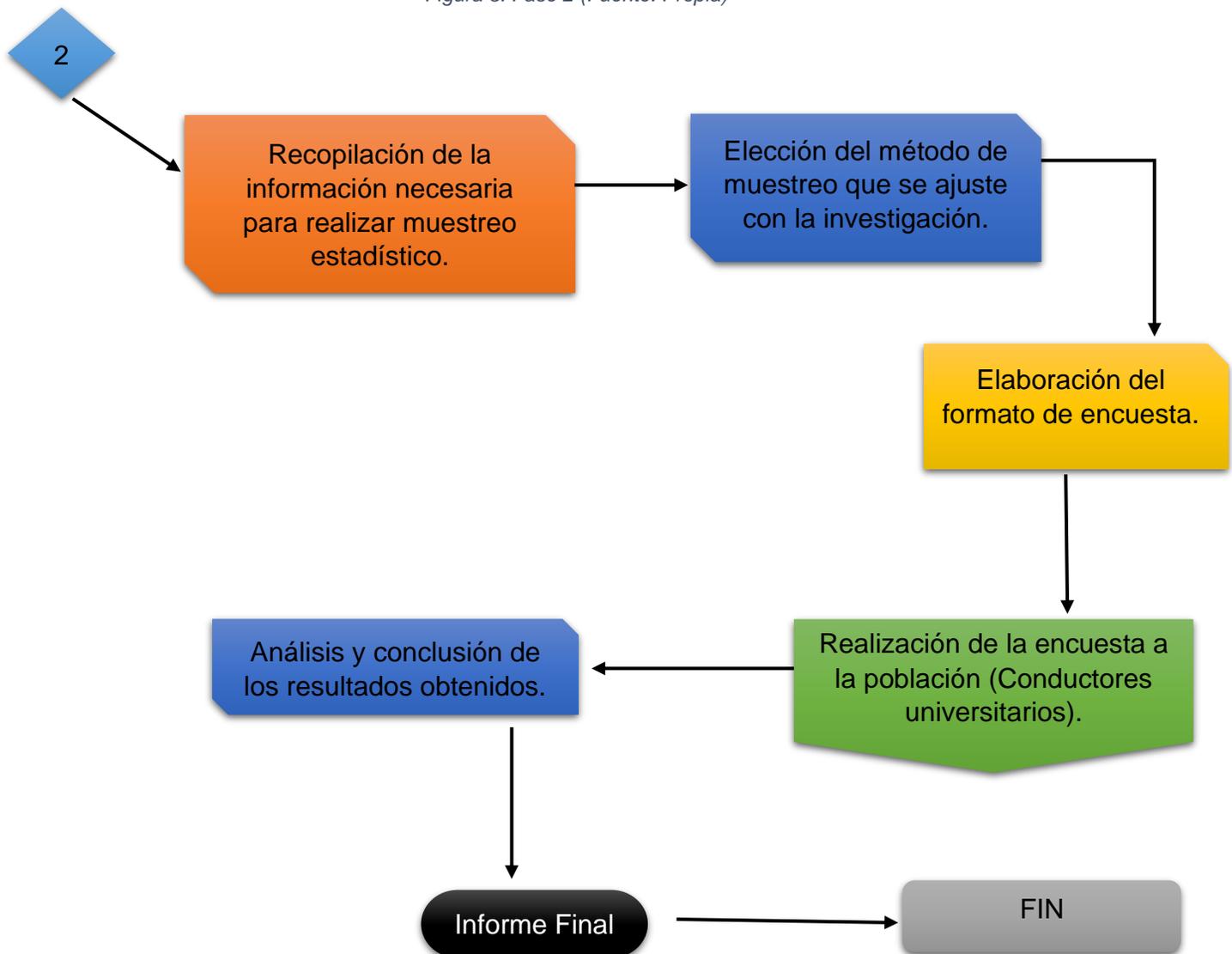
Figura 2. Fase 1 (Fuente: Propia)



7.2 FASE 2

La segunda fase consiste en reunir la información necesaria para la elaboración del muestreo, seguido de la elección del método más adecuado teniendo en cuenta la información recolectada en el marco teórico, elaboración y realización del formato de encuesta (contará con un rango de 10 a 20 preguntas y se le tomará a una población de 150 estudiantes), el análisis para determinar la confiabilidad se realizará utilizando el método Alfa de Cronbach con el fin de determinar la confiabilidad de las encuestas, generando conclusiones de los resultados obtenidos, concluyendo con la elaboración del informe final.

Figura 3. Fase 2 (Fuente: Propia)



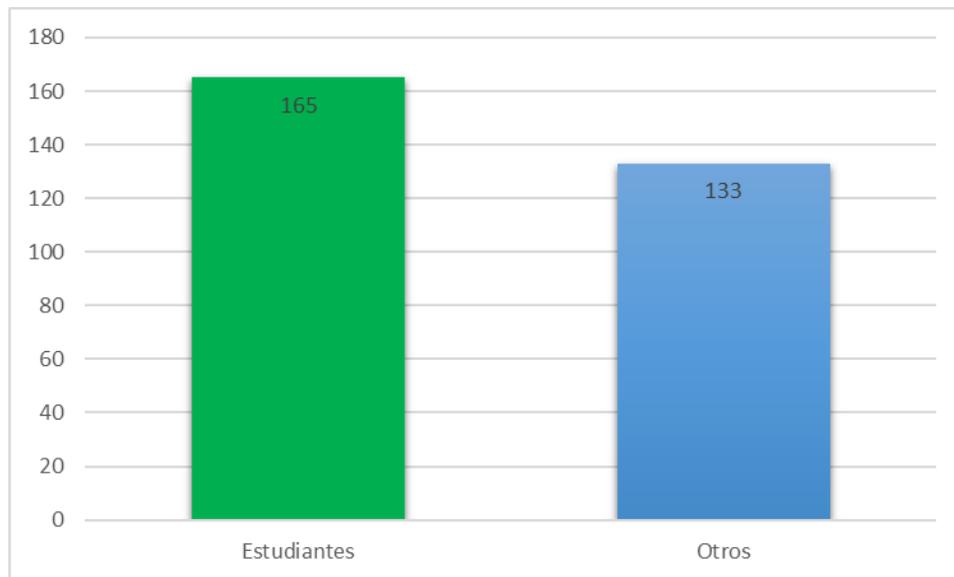
8. ANALISIS DE RESULTADOS

La encuesta se realizó a un público en general (Conductores y no conductores de todas las edades y ocupaciones), con el fin de tener una idea de la percepción del riesgo del arrastre de vehículos que tienen las personas ante una inundación urbana. La encuesta tuvo un tiempo de duración de 10 días, una vez terminado el tiempo de realización de la encuesta, se efectuó el conteo, dando como resultado 298 encuestas realizadas.

Se optó por realizar un primer filtro, dividiendo conductores y no conductores; seguido de un filtro para determinar cuántos eran estudiantes universitarios, siendo este el público objeto para este estudio, desde un principio. La encuesta fue publicada en grupos estudiantiles de redes sociales como Facebook (Ucar-Wells-UIS).

1. Oficio

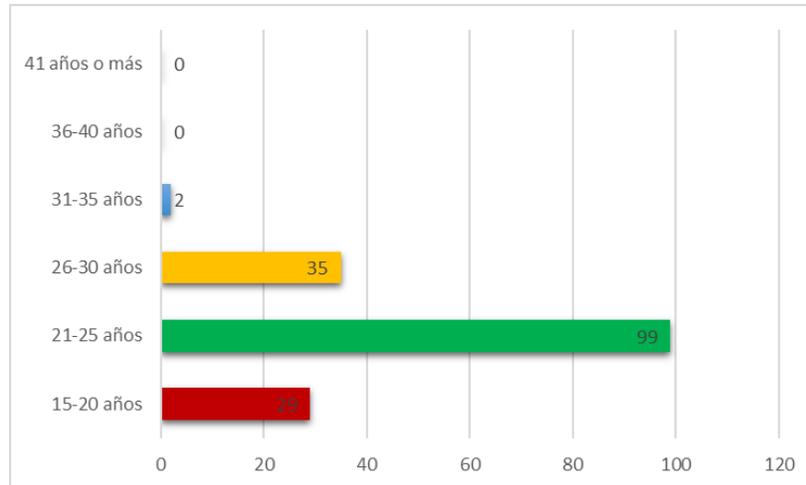
Gráfica 10. Oficio (Fuente: Propia)



De las 298 encuestas realizadas, 165 fueron respondidas por estudiantes universitarios, lo que fue un resultado satisfactorio dado que era el público objetivo en este estudio y en donde se obtuvo una veracidad del 90% según la cantidad establecida de personas que se debían encuestar.

2. Edad

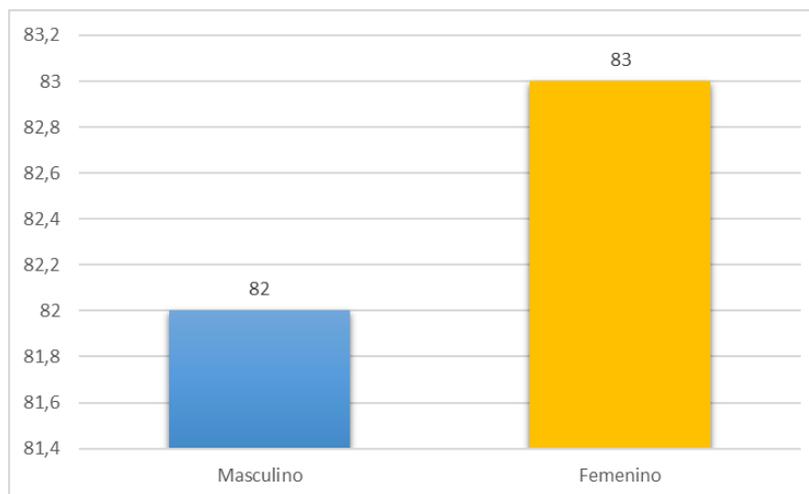
Gráfica 11. Edad (Fuente: Propia)



Respecto a la edad de las personas encuestadas, se observa que las edades comprendidas entre 21 - 25 años fueron la de mayor número, con un total de 99 personas, seguida de 26 - 30. años con un total de 35 personas, para las edades de 15 – 20 años se registraron 29 personas y por ultimo 31 – 35 años con 2 personas.

3. Sexo

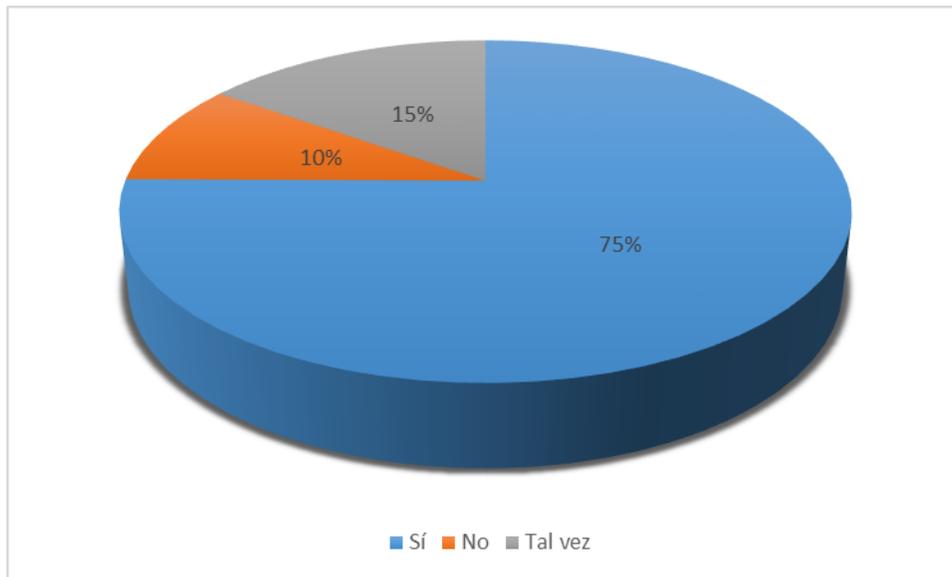
Gráfica 122. Sexo (Fuente: Propia)



El sexo que más tuvo empatía con la encuesta fue el femenino con un total de 83 mujeres. Algo que se pudo observar en los datos arrojados por los programas usados para hacer las encuestas fue que los hombres empezaban la encuesta, pero no la culminaban, haciéndola inválida para ser tomada en cuenta en el análisis de datos.

4. ¿Cree que una inundación súbita urbana (altura de agua baja) podría causar el arrastre de vehículos?

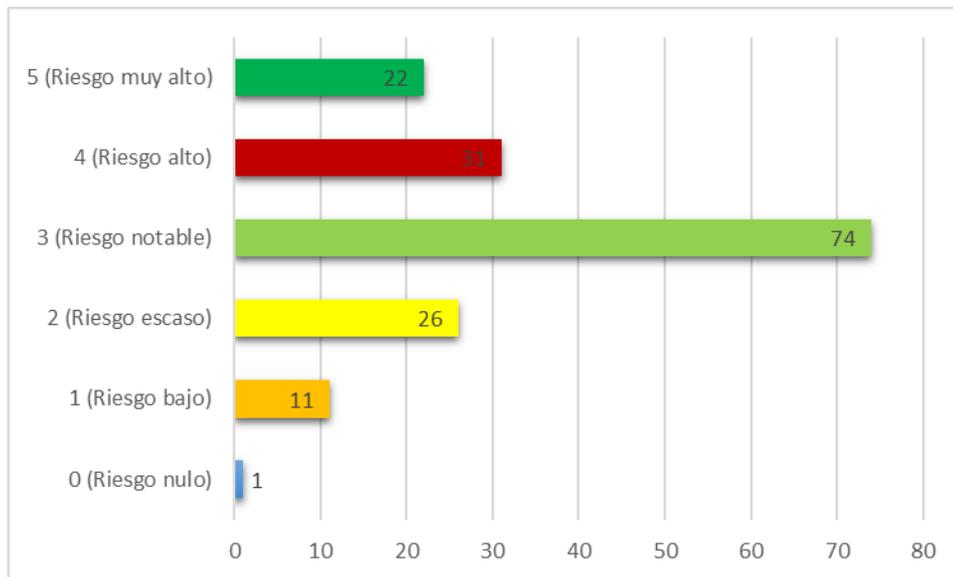
Gráfica 133. ¿Cree que una inundación súbita urbana (altura de agua baja) podría causar el arrastre de vehículos? (Fuente: Propia)



El 75% de los encuestados respondieron "Sí", dando a entender que son conscientes que determinada altura por mínima que sea, puede llegar a ocasionar el arrastre de un vehículo. Por otro lado, el 25% de los encuestados no sabe o duda de lo que podría ocasionar una inundación urbana, sin embargo, a pesar de ser un grupo pequeño que desconocen el tema, no deja de ser preocupante ya que de presentarse un suceso de inundación urbana podrían ser afectados por la falta de información.

5. En la siguiente situación, clasifique el riesgo de 0 a 5, siendo 0 riesgo nulo y 5 riesgo muy alto. Si deja estacionado su vehículo en la vía pública y frenado en donde cae una fuerte lluvia que genera una lámina de agua de 0.15 m (15 cm), cree usted que esta lámina o nivel de agua puede generar un riesgo de arrastre del vehículo y usted lo clasificaría como:

Gráfica 144. Clasificación del riesgo (Fuente: Propia)

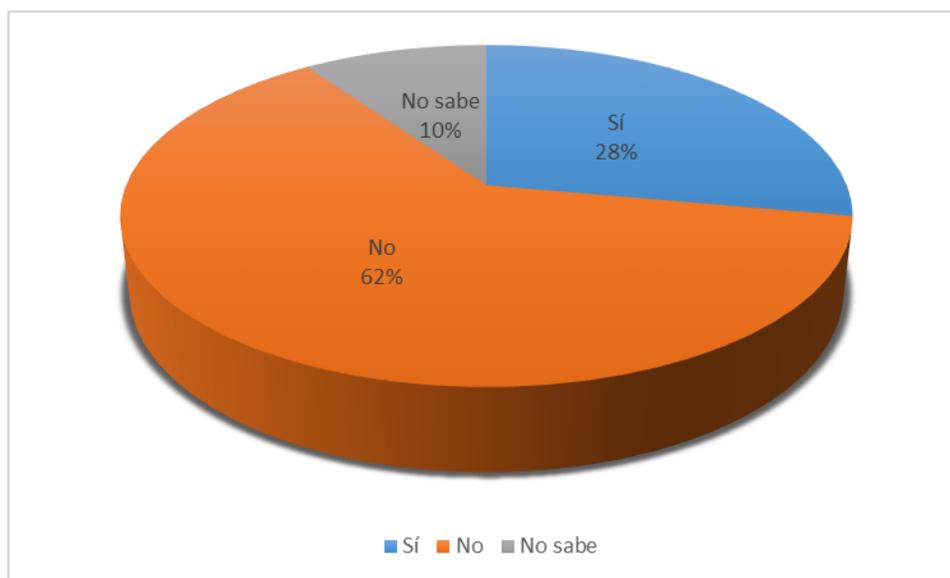


Se pudo evidenciar en los encuestados que tenían una percepción del riesgo notable ante esta situación planteada solo con la comprensión lectora con un total de 74 personas, más adelante se podrá ver como la percepción del riesgo de los encuestados va a cambiar en una forma notoria con la misma situación planteada, pero en donde se les presentó un video y una imagen de la misma situación en una simulación.

Un aspecto a tener en cuenta es, 127 personas son conscientes o tienen alguna idea del suceso que se podría ocasionar en caso de presentarse una precipitación lo suficientemente fuerte para generar arrastre de vehículos.

6. ¿Usted o algún miembro de su familia se ha visto afectado por alguna inundación urbana?

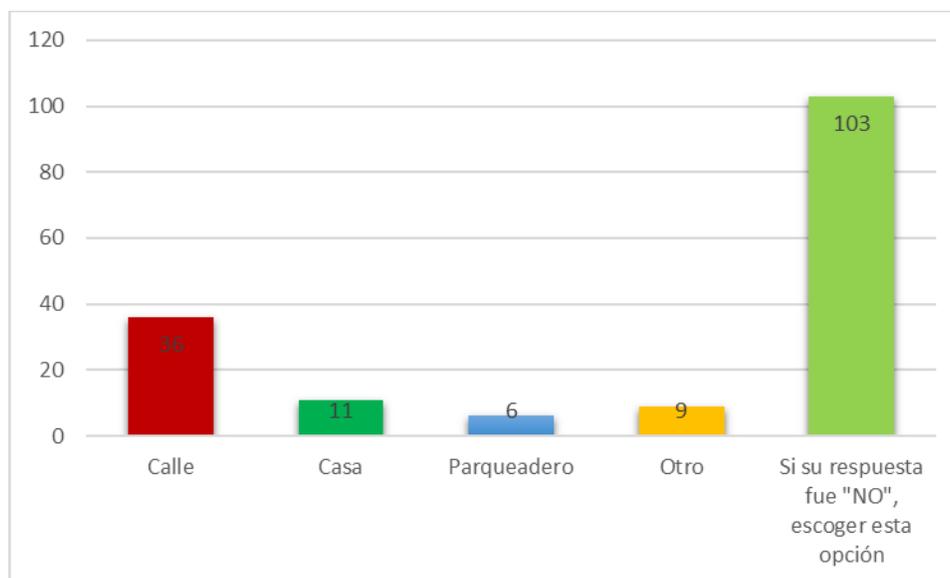
Gráfica 155. ¿Usted o algún miembro de su familia se ha visto afectado por alguna inundación urbana?
(Fuente: Propia)



El porcentaje de encuestados que no han sido afectados por inundaciones urbanas corresponde al 62%, resultado que demuestra que el lugar de donde son las personas encuestadas o sus familiares no han tenido el problema de las inundaciones urbanas, mientras que el 28% de los encuestados o algún familiar vive en una zona donde se presentan este tipo de inundaciones. El 10% restante no se tomará en cuenta porque no saben si algún familiar ha sido afectado por esta problemática.

7. Si su respuesta en la pregunta anterior fue "Sí", ¿En qué lugar?

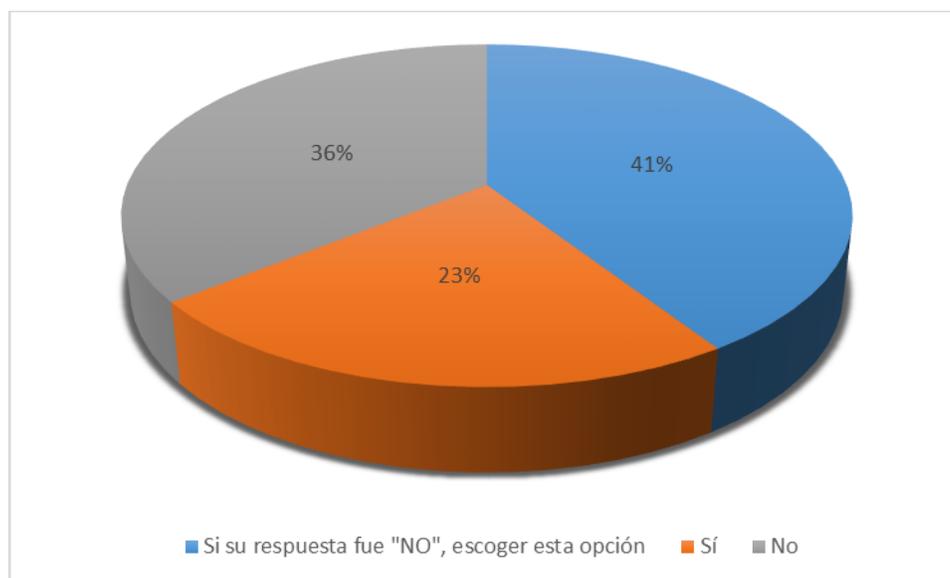
Gráfica 166. Complemento pregunta 6 (Fuente: Propia)



Como complemento a la pregunta anterior (#6), es considerable y preocupante, que el mayor porcentaje de personas que han sido afectadas por inundaciones urbanas se presenten en las calles. Problemática que se vive en la mayoría de ciudades de nuestro país, ya que las condiciones de las calles no son óptimas cuando se presentan fuertes lluvias, esto se debe a la nula capacidad que tiene el sistema de alcantarillado y también a la percepción del riesgo de las personas que han sido afectadas, donde podemos ver que es muy baja, dando a entender el desconocimiento de las consecuencias que pueden llegar a originar estas láminas de agua.

8. ¿Tiene conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad?

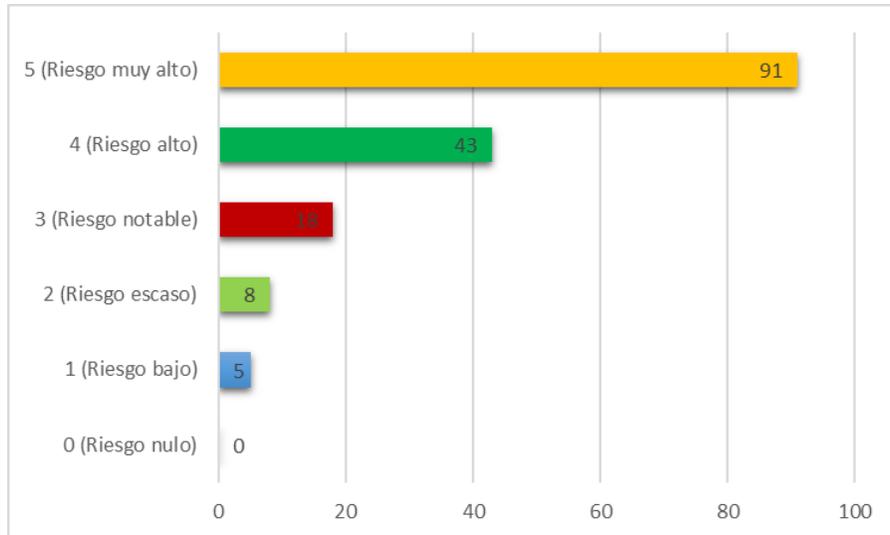
Gráfica 177. ¿Tiene conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad? (Fuente: Propia)



Entre el "NO" y "NO SABE", se obtuvo el mayor porcentaje con un 77%, preocupante por el hecho que las personas al no tener el conocimiento de estas zonas podrían verse afectadas de forma directa ya que su percepción del riesgo es baja causándoles problemas cuando se presente esta problemática y también esto se debe a la poca/nula concientización del departamento encargado. En cambio, el 23% de los encuestados tienen conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad afectando directamente a la percepción del riesgo que tienen ante una inundación súbita urbana, ayudando a estas personas a saber los riesgos de esta problemática.

9. En la siguiente situación, clasifique el riesgo de 0 a 5, siendo 0 riesgo nulo y 5 riesgo muy alto. Si deja estacionado su vehículo y cae una fuerte lluvia que genera una lámina de agua de 0.15 m (15 cm), cree que la situación de riesgo de arrastre de su vehículo es:

Gráfica 18. Clasificación riesgo final (Fuente: Propia)



Se tuvo un incremento en la percepción del riesgo ante una inundación súbita de los encuestados al ver la imagen y el video de una simulación con las mismas condiciones demostrado en el incremento del riesgo que percibieron, Riesgo 5 siendo un riesgo muy alto tuvo un incremento de 69 personas, pasando de 22 a 91, el riesgo 4 tuvo un incremento de 12 personas, pasando de 31 a 43. Por otro lado, los otros riesgos 1,2 y 3 bajaron sus porcentajes, dando como excelente resultado la concientización y mejoramiento de la percepción del riesgo de los encuestados ante las inundaciones súbitas urbanas.

9. CONCLUSIONES

- De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada a los diferentes artículos se pudo evidenciar la falta de actualización en experimentos y datos con vehículos modernos, los artículos más recientes son revisiones bibliográficas con estudios previos y no experimentos con información actualizada de los vehículos más usados hoy día.
- Es necesario ampliar las investigaciones experimentales de la percepción del riesgo al arrastre en vehículos por inundaciones súbitas urbanas en Colombia y generar mayor conciencia mediante campañas para los conductores y no conductores, así mismo evitar futuros accidentes, pérdidas materiales o vidas humanas.
- Se evidenció en la mayoría de gráficas radiales que el elemento más importante y el límite que regía en el riesgo al arrastre de los vehículos fue la velocidad de la lámina de agua que hacía contacto con los vehículos experimentados en los artículos revisados.
- Con base en la revisión bibliográfica realizada se pudo establecer la localización de cada uno de los artículos incluidos y representar la conexión entre ellos que han permitido el avance en los estudios acerca de los límites de riesgo admisibles para el arrastre de vehículos en inundaciones súbitas. Se representó dicha conexión mediante un diagrama de red global.
- La técnica de muestreo probabilístico utilizada para este trabajo de grado fue la aleatoria sistemática que nos permitió filtrar la muestra a partir de la primera unidad en donde nos indicaba si era conductor o no, y luego se tomaron solo los conductores universitarios dado que era el foco de la investigación para poder tener su percepción del riesgo al arrastre de los vehículos ante una inundación súbita, utilizando los límites admisibles que habían sido revisados y establecidos anteriormente.
- En esta tesis, se demuestra el desconocimiento de estudiantes universitarios conductores de vehículos ante sucesos que podrían ocasionar una inundación urbana, situación que podría cambiar si se diera la educación adecuada. Con un video corto, se logró modificar la perspectiva de los encuestados.
- Se determinó que las personas encuestadas al no tener conocimiento sobre el tema o no ser de su interés, preferían no seguir contestando la encuesta.

El público femenino demostró mayor interés a la hora de responder las preguntas, a diferencia de los usuarios masculinos, estos la empezaban, pero no la culminaban, lo que invalidaba la encuesta.

- Se establecieron los límites admisibles de arrastre de los vehículos estudiados en cada artículo utilizado para la revisión bibliográfica cumpliendo con el primer objetivo específico de este proyecto de grado, todos los datos de los 3 pilares fundamentales de la investigación fueron ampliados para obtener los límites admisibles de arrastre de los vehículos final, estos valores podrán ser analizados u observados en la Tabla 2. Límites admisibles de riesgo de arrastre de vehículos (Paginas 29-38).

10. RECOMENDACIONES

- Realizar de nuevo el estudio a los vehículos experimentales mencionados, con el fin de ver cómo a medida de los años fueron evolucionando sus diseños para determinar si se logra ver un avance o no.
- Analizar la diferencia entre el vehículo vacío y con pasajeros, ya que solo se tiene un estudio de un vehículo con simulación de pasajeros de todos los recopilados en los diferentes antecedentes bibliográficos.
- Ejecutar en el laboratorio, el estudio a los vehículos más comerciales hoy en día (Volkswagen Gol Trendline, Kia Picanto 1.0L, Chevrolet Spark GT LS, Nissan March Active, etc), con sus modelos a escala y hacer sus respectivos análisis, porque no hay estudios concretos en Colombia.
- En futuras investigaciones, se sugiere realizar la experimentación con vehículos reales, con el fin de tener información más exacta que permita compararla con los estudios previos y establecer el margen de error.
- Seleccionar un programa de encuestas donde no se limite el número de encuestados, situación que se vivió y se debió buscar un segundo programa para culminar con las encuestas.
- Llevar a cabo encuestas a un público más amplio con el fin de conocer la perspectiva de los usuarios ante sucesos de inundaciones urbanas.
- Incentivar a los estudiantes de las diferentes universidades a realizar investigaciones sobre el tema con el fin de ampliar y actualizar la información existente.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. V. Melo Niño, R. Sánchez, F. Cañada y G. Martínez, «Dificultades del Aprendizaje sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la Flotación,» 15 6 2016. [En línea].
- [2] J. C. González Velandia, «LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LAS INUNDACIONES DE COLOMBIA: UNA MIRADA CRÍTICA,» 2014. [En línea].
- [3] E. Martínez-Gomariz, M. Gómez, B. Russo y S. Djorkevic, «A new experimets-based, methodology to define the stability threshold for any vehicle exposed to flooding,» *Urban Water J*, vol. 14, nº 9, pp. 930-939, 2017.
- [4] T. Fang Yenn, X. Junqiang, A. R. Falconer y L. Binliang, «Experimental studies on the interaction between vehicles and floodplain flows,» *International Journal of River Basin Management*, vol. 10, nº 2, pp. 149-160, 2012.
- [5] J. Inouye, Risk perception: Theories, strategies and next steps, Campbell Institute.
- [6] D. G. d. Tráfico, «LA DGT,» 1 Junio 2020. [En línea]. Available: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/formacion-vial/percepcion-riesgo/#:~:text=La%20percepci%C3%B3n%20del%20riesgo%20es,%2C%20cambiar%20de%20direcci%C3%B3n...> [Último acceso: 1 Junio 2020].
- [7] I. Ahmad Rana, A. Jamshed, Z. Irshad Younas y B. Saad Saleem, «Characterizing flood risk perception in urban communities of Pakistan,» *International Journal of Disaster Risk Reduction*, pp. 1-10, 2020.
- [8] M. Hammond, A. Chen, S. Djorjevic, Mark y O. Mark, «Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review,» *Urban Water J*, vol. 12 , nº 1, pp. 14-29, 2015.
- [9] P. Wightman, A. De la Hoz y F. Mendoza, «Routing analysis on presence of flash floods in the city of Barranquilla,» *J. Theor. Appl, Inf. Technol*, vol. 82, nº 2, pp. 283-290, 2015.

- [10] S. Shah, Z. Mustaffa, D. Kim y K. Yusof, «Instability Criteria for Vehicles in Motion Exposed to Flood Risks,» *MATEC Web Conf*, vol. 203, p. 07003, 2018.
- [11] C. Arrighi, J. Alcerreca-Huerta, H. Oumeraci y F. Castelli, «Drag and lift contributin to the incipient motion of party submerged flooded vehicles,» *J. Fluids Struct*, vol. 57, pp. 170-184, 2015.
- [12] R. A. Bocanegra, F. J. Vallés-Morán y F. Francés, «Review and analysis of vehicle stability models during floods,» *Journal of Risk Flood Management*, pp. 1-13, 2019.
- [13] «Universidad de Sonora,» [En línea]. Available: <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>.
- [14] L. Orozco Cantos, S. López Ortiz, J. Vera Luzuriaga y M. Ordoñez Viñán, «Análisis experimental de la fuerza de arrastre en automóviles modelo por el flujo de fluido,» 3 12 2018. [En línea].
- [15] S. B. Concari, R. L. Pozzo y S. M. Giorgi, «UN ESTUDIO SOBRE EL ROZAMIENTO EN LIBROS DE FÍSICA DE NIVEL UNIVERSITARIO,» 9 1998. [En línea].
- [16] J. A. Guirao Goris, A. Olmedo Salas y . E. Ferrer Ferrandis , *Revista Iberoamericana de enfermería comunitaria*, 2008.
- [17] A. Merino Trujullo, «Como escribir documentos científicos (Parte 3). Artículo de revisión,» *Salud en Tabasco*, vol. 17, nº 1-2, pp. 36-40, 2011.
- [18] J. A. Cordero Mederos, . N. Cabrera Padrón, . I. Caraballo Castro y . G. Manso Silva, «EL MUESTREO ESTADÍSTICO, HERRAMIENTA PARA PROTEGER LA OBJETIVIDAD E INDEPENDENCIA DE LOS AUDITORES INTERNOS EN LAS EMPRESAS COOPERATIVAS,» *Revista Cooperativismo y Desarrollo* , vol. 3, nº 2, 2015.
- [19] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» 2017. [En línea].
- [20] C. Shu, . J. Xia , . R. A. Falconer y . B. Lin , «Incipient velocity for partially submerged vehicles in floodwaters,» *Journal of Hydraulic Research*, vol. 49, nº 6, pp. 709-717, 2011.
- [21] S. Caiwen, X. Junqiang, A. R. Falconer y L. Binliang, «Incipient velocity for partially submerged vehicles in floodwaters,» *Journal of Hydraulic Research*, vol. 49, nº 6, pp. 709-717, 2011.

12. ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA PERCEPCION DEL RIESGO DE ARRASTRE DE VEHICULOS ANTE INUNDACIONES SÚBITAS URBANAS EN CONDUCTORES UNIVERSITARIOS.

1. ¿Es conductor?

- Sí
- No

2. Oficio

- Estudiante
- Profesor
- Otros

3. Edad

- 15-20 años
- 21-25 años
- 26-30 años
- 31-35 años
- 36-40 años
- 40 años o más

4. Sexo

- Masculino
- Femenino

5. ¿Cree que una inundación súbita urbana podría causar el arrastre de vehículos?

- Sí
- No
- Tal vez

6. En la siguiente situación, clasifique el riesgo de 0 a 5, siendo 0 riesgo nulo y 5 riesgo muy alto. Si deja estacionado su vehículo en la vía pública y frenado en donde cae una fuerte lluvia que genera una lámina de agua de 0.15 m (15 cm), cree usted que esta lamina o nivel de agua puede generar un riesgo de arrastre del vehículo y usted lo clasificaría como:

- 0 (Riesgo nulo)
- 1 (Riesgo bajo)
- 2 (Riesgo escaso)
- 3 (Riesgo notable)
- 4 (Riesgo alto)
- 5 (Riesgo muy alto)

7. ¿Usted o algún miembro de su familia se ha visto afectado por alguna inundación urbana?

- Sí
- No
- No sabe

8. Si su respuesta en la pregunta anterior fue "Sí", ¿En qué lugar?

- Calle
- Casa
- Parqueadero
- Si su respuesta fue "NO ó NO SABE" marque esta opción

9. ¿Tiene conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad?

- Sí
- No
- No sabe

10. En la siguiente situación, clasifique el riesgo de 0 a 5, siendo 0 riesgo nulo y 5 riesgo muy alto. Si deja estacionado su vehículo y cae una fuerte lluvia que genera una lámina de agua de 0.15 m (15 cm), cree que la situación de riesgo de arrastre de su vehículo es:

- 0 (Riesgo nulo)
- 1 (Riesgo bajo)
- 2 (Riesgo escaso)
- 3 (Riesgo notable)
- 4 (Riesgo alto)
- 5 (Riesgo muy alto)