



---

# DETECCIÓN, PRIORIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PUNTOS NEGROS EN 5 CIUDADES PRINCIPALES DEL PERÚ

---

Proyecto de Identificación y Priorización de Puntos Negros

Diciembre – 2015



## TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	METODOLOGÍA .....	4
1.	Definiciones de Punto Negro.....	4
2.	Métodos de Identificación de Puntos Negros.....	5
3.	Método Empleado para Identificar Puntos Negros.....	7
3.1.	Identificación de Grupos de Accidentes (Clustering) .....	7
3.2.	Identificación de los Puntos Negros.....	9
3.3.	Priorización de los Puntos Negros.....	10
III.	CARACTERIZACIÓN DE LA ACCIDENTABILIDAD VIAL .....	10
IV.	RESULTADOS.....	11
V.	CONCLUSIONES .....	14
VI.	REFERENCIAS.....	14



## I. INTRODUCCIÓN

El sistema de transporte está compuesto por los usuarios (conductores o peatones), los vehículos, la infraestructura vial y el ambiente (Mohan et al. 2006). Su objetivo principal es permitir la movilidad de personas de tal modo que puedan transportarse eficaz y eficientemente a centros de trabajo, centros educativos, tiendas, lugares de ocio y otros (Mitra 2008). Sin embargo, un sistema de transporte también genera resultados no deseados, así como los accidentes de tránsito, los cuales generan pérdidas económicas y sociales limitando el desarrollo de una ciudad (Elvik 1995). Por tal motivo, la ocurrencia de accidentes de tránsito representa un problema social y de salud pública de suma importancia. Según la Organización Mundial de Salud, los accidentes de tránsito ocuparon el noveno puesto de la lista de las principales causas de muerte en el mundo en el año 2012, con un estimado de 1.3 millones de muertes. Así mismo, son un tema central en la gestión de la seguridad vial, en donde se debe direccionar esfuerzos para la prevención sostenible y efectiva de accidentes de tránsito.

Existen distintas causas relacionadas a la ocurrencia de accidentes de tránsito que se encuentran dentro de cuatro principales factores; el factor humano, los vehículos, infraestructura vial y la condiciones ambientales (Mohan et al. 2006). Tales factores no son necesariamente independientes y tienen distintos niveles de responsabilidad. Los tomadores de decisiones pueden influenciar en el comportamiento o estado del factor humano, los vehículos y la infraestructura vial; sin embargo, en primer lugar, se necesita identificar aquellas zonas en donde existe alta ocurrencia o severidad de accidentes, también conocido como puntos negros, y analizar la información obtenida respecto a los accidentes ocurridos en dichas zonas. Una vez que se haya realizado dichas actividades, se puede plantear y ejecutar mejoras en relación a los factores más asociados a la ocurrencia de los accidentes de tránsito. Varios estudios han reportado grandes reducciones de accidentes cuando se interviene tales puntos negros (Elvik 1997), siendo la razón por la que la identificación de puntos negros es una actividad rutinaria para mejorar la seguridad vial (Cheng and Washington 2008) y su intervención es considerado como uno de los enfoques más eficientes de prevención de accidentes de tránsito (Lipovac et al. 2009).

En el Perú, la Policía Nacional del Perú, registró 101104 accidentes de tránsito en el año 2014 y 2798 muertos en estos accidentes (CNSV). Los registros de estos accidentes no se encuentran estandarizados, por lo que el Instituto Nacional de Estadística e Informática levanta la información con los denominados Censos Nacionales de Comisarias (CENACOM); sin embargo, dicha información recolectada solo representa una muestra de lo brindado por las comisarías. Además, los registros de accidentes obtenidos de los CENACOM no permiten una identificación directa de los puntos negros debido a que no se encuentran georreferenciados, ya que la ubicación de los accidentes solo se encuentra en formato texto. Estas desventajas podría ser la razón por la que actualmente no se cuenta con la identificación de puntos negros para años recientes. Ello limita el accionar de los tomadores de decisiones para la mejora de la seguridad vial.

En este contexto, se reconoce la necesidad de identificar los puntos negros de la red vial del país con información reciente, priorizar aquellos puntos negros y brindar información de la caracterización técnica de los puntos negros identificados a las autoridades competentes de tal modo que puedan proponer e implementar intervenciones oportunas. Por esta razón, el presente estudio tiene como finalidad identificar, priorizar y caracterizar los puntos negros de 5 ciudades



principales del Perú (Arequipa, Chiclayo, Lima-Callao, Tacna y Trujillo) en base a los accidentes ocurridos en el periodo 2011-2014. Se utilizaron técnicas estadísticas que permiten obtener resultados de manera rápida y eficiente. La base de datos empleada pertenece a la información recolectada por los CENACOM entre los años 2012-2015.

La organización del presente estudio es del siguiente modo: la introducción a la problemática y el objetivo de estudio se presenta en la sección I. En la sección II se muestra los métodos empleados para la detección de puntos negros y mayores detalles de la metodología empleada en el estudio. En la sección III se presenta el diseño de la caracterización de la accidentabilidad vial. Los principales resultados de los puntos negros detectados se encuentra en la sección IV y las conclusiones se discuten en la sección V.

## II. METODOLOGÍA

Existen distintos conceptos de puntos negros y a su vez distintas técnicas para identificarlos. Por tal motivo, en esta sección se presenta las principales definiciones de puntos negros junto con los principales métodos de identificación de puntos negros. Luego, se presenta información detallada sobre el método empleado para el presente estudio; así como la estrategia empleada para la priorización de los puntos negros identificados.

### 1. Definiciones de Punto Negro

En términos simples, un punto negro hace referencia a zonas donde existe alta concentración de accidentes. Sin embargo, no existe una definición universal de punto negro debido a que se necesita mayor detalle para una definición más clara debido a que existen ambigüedades en relación a ciertas características técnicas. Por ejemplo, respecto a las especificaciones de la *zona o tramo*, se podría considerar zonas con longitud de 50 metros, 100 metros, solo intersecciones, etc. Del mismo modo, no es preciso la manera de clasificar una zona como de *alta concentración* porque podría ser en donde ocurrieron más de 1 accidente por año, más de 1 accidente por cierta cantidad de vehículos, más de 1 accidente por cierta longitud de vía, etc. En este sentido, se puede notar que una nueva definición puede ser adoptada al incluir alguna especificación. Sin embargo, existen ciertas características en común que permiten clasificar las definiciones en 3 principales categorías: numéricas, estadísticas y basados en modelos (Elvik 2008).

- Las **definiciones numéricas** son aquellas que consideran un valor numérico como límite para considerar una aglomeración de accidentes como punto negro. Este límite podría ser un número fijo de accidentes, una razón o ambos criterios. Por ejemplo, para Noruega, una definición numérica de un punto negro es *cualquier ubicación con un máximo de longitud de 100 metros, en el cual al menos 4 accidentes con lesiones han sido registradas durante los últimos 5 años* (Elvik 2008). Una definición similar de razón podría ser *cualquier ubicación con un máximo de longitud de 100 metros, en el cual el número de accidentes con lesiones por mil vehículos, para los últimos 5 años, ha sido mayor a 0.8*. Este último límite es escogido de manera arbitraria.



- Las **definiciones estadísticas** comparan el número de accidentes registrados para cierta zona con el número normal de accidentes para zonas con características semejantes. Existen variaciones de acuerdo a como se defina el número normal de accidentes. Un ejemplo de esta definición es *aquella zona con longitud no mayor a 100 metros, en donde el número de accidentes registrados en un periodo de 4 años es significativamente mayor al promedio ocurrido en zonas del mismo tipo*. De manera similar al número de accidentes, también se puede emplear la razón. Siendo un ejemplo de punto negro, *cualquier zona con longitud no mayor a 100 metros, en donde la razón de accidentes registrados por mil vehículos en un periodo de 4 años es significativamente mayor a la razón promedio en zonas del mismo tipo*.
- Las **definiciones basadas en modelos** predicen el número de accidentes a ocurrir para una zona con ciertas características y luego las rankean según la estimación esperada de accidentes o la reducción potencial de accidentes que viene a ser la diferencia entre los accidentes registrados y los accidentes estimados (Elvik 2008). Un ejemplo de esta definición sería *cualquier zona con una longitud no mayor de 100 metros, en donde el número registrado de accidentes fue mayor al número esperado de accidentes para zonas con características similares*.

## 2. Métodos de Identificación de Puntos Negros

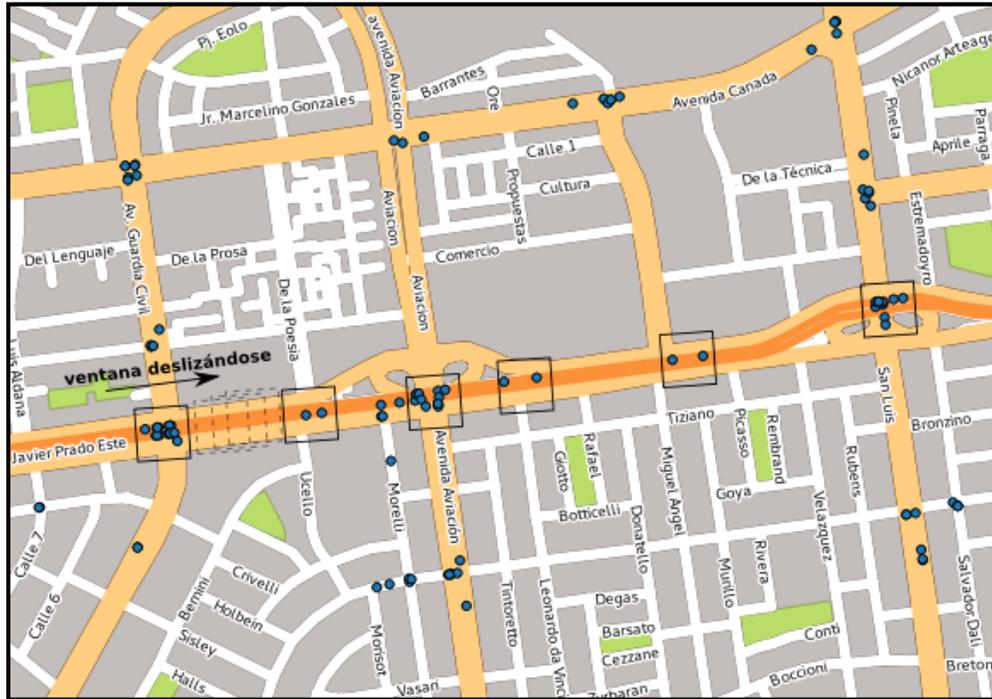
La identificación de puntos negros es una de las primeras y más resaltantes actividades en la gestión de puntos negros, el cual involucra (i) la recolección de datos que permitan la identificación de problemas de seguridad vial como sitios que se convirtieron en puntos negros, (ii) el análisis de los accidentes y factores asociados para encontrar patrones comunes que contribuyen a los accidentes, (iii) la visita a los puntos negros, (iv) la identificación de factores atribuibles a los accidentes de tránsito, (v) la propuesta de mejora y la toma de decisión de implementar o no la mejora. Se podría decidir no implementar la mejora cuando el análisis no es exitoso y no se encuentran patrones comunes atribuibles a los accidentes de tránsito concluyendo que el punto negro ha sido falsamente identificado (Elvik 2008).

Los métodos de identificación de puntos negros varían dependiendo del tipo de definición considerada y pueden dividirse en tres principales pasos:

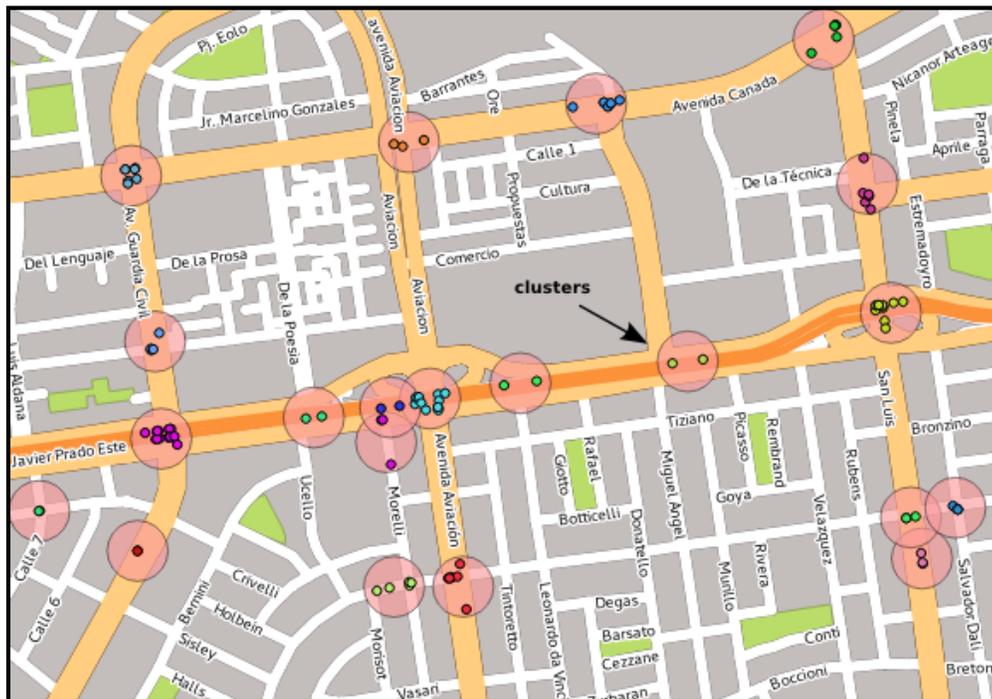
- 1) La agrupación de accidentes de tránsito que se encuentren cercanos.
- 2) La ponderación de los grupos de accidente de tránsito.
- 3) La categorización de los grupos de accidentes como punto negro o no.

Existen métodos más recientes tales como Kernel Density Estimation, Network Analysis o Census Output Area Estimation que no se consideran en el presente estudio (Anderson 2007).

Las dos principales técnicas para el agrupación de accidentes de tránsito son las ventanas móviles y el clustering (Lu et al. 2012). En el método de ventanas móviles (**Figura 1**), se verifica los accidentes que quedan dentro de la ventana móvil, el cual tiene un tamaño predefinido y luego la ventana se va moviendo a través de la red vial con un incremento constante (Lu et al. 2012). En el caso del método de clustering (**Figura 2**), se agrupan los accidentes que se encuentran más próximos.



**Figura 1: Método de Ventanas Móviles**



**Figura 2: Método de Clustering para Agrupar accidentes de Tránsito**

En el segundo paso, se calcula el peso de la ventana móvil o del cluster (dependiendo de la técnica empleada) según frecuencia de accidentes, severidad u otro criterio considerado. Finalmente, se categoriza al cluster o ventana móvil como punto negro o no dependiendo del

límite considerado en la definición de punto negro. En relación a este último paso, el método podría ser según el criterio numérico (número de accidentes, razón y razón - número), criterio estadístico (valor crítico de número de accidentes y de razón de accidentes) o criterio basado en modelos (bayes empírico y valor de dispersión) (Elvik 2008). Además, cuando los límites son escogidos asumiendo una distribución hipotética de la frecuencia de accidentes en la zonas, se le denomina método de control de calidad (Hauer 1996).

### 3. Método Empleado para Identificar Puntos Negros

Como pudo verse en la sección anterior, existen varios métodos y criterios para identificar puntos negros, los cuales están directamente relacionados con la definición considerada de punto negro. Para el presente estudio, se consideró el método de clustering para agrupar accidentes con ubicaciones cercanas y el criterio numérico, según número de accidentes, para identificar los puntos negros. Por lo tanto, la definición de punto negro es numérica declarada como **aquél tramo de vía que, con un máximo de 100 metros de distancia (recorrida) entre los accidentes más lejanos, concentró más de 24 accidentes de tránsito durante el periodo 2011-2014 de acuerdo a los CENACOM correspondientes.** La longitud de 100 metros para la identificación de los puntos negros, es un valor comúnmente empleado en el Perú, mientras que el límite de 24 accidentes de tránsito será explicado posteriormente.

#### 3.1. Identificación de Grupos de Accidentes (Clustering)

El clustering o algoritmo de agrupamiento es una técnica de aprendizaje no supervisado que agrupa una serie de objetos, de manera jerárquica o no jerárquica, de acuerdo a un criterio. Este criterio, por lo general, es una medida de similitud o disimilitud. Los métodos de clustering comúnmente empleados, consideran la distancia euclidiana como medida de disimilitud. Es decir, que valores grandes de la distancia euclidiana indica que los accidentes están más alejados, mientras que valores pequeños indican cercanía. En la **Figura 3** y **Figura 4**, puede observarse cómo funciona el método clustering jerárquico con un criterio de distancia euclidiana máxima entre elementos de un grupo igual a 100 metros.

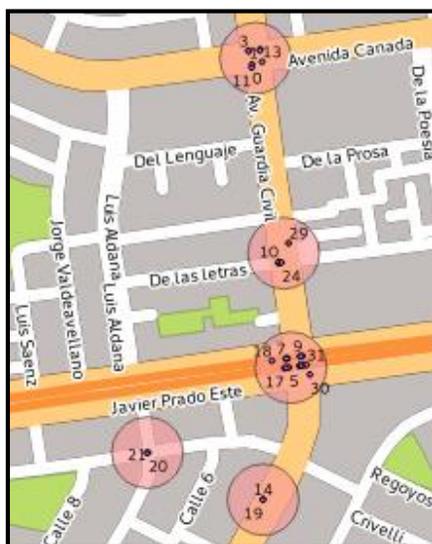


Figura 3: Ubicación de Accidentes de Tránsito para Ser Agrupados

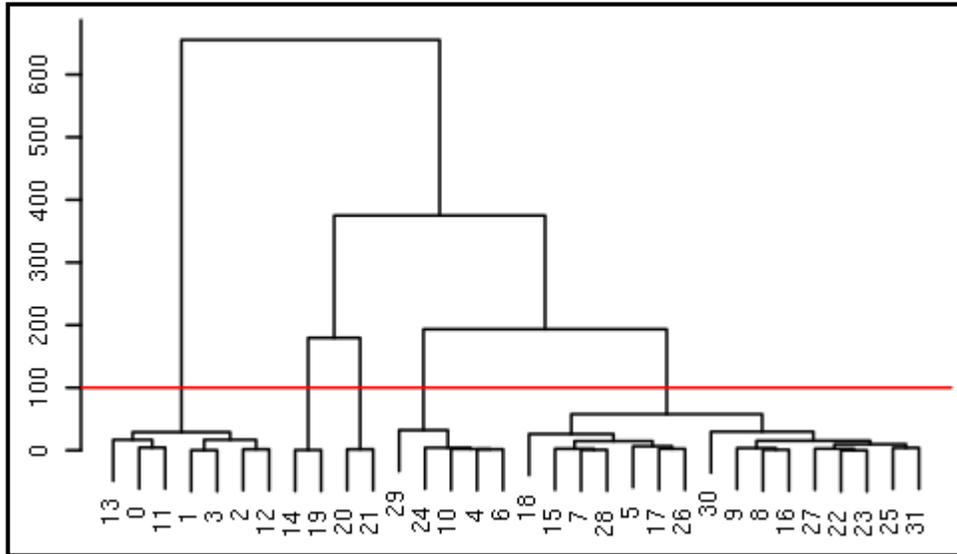


Figura 4: Dendograma de los Accidentes Correspondientes a la Figura 3

En la **Figura 3** puede verse la ubicación de los accidentes de tránsito que se quieren agrupar y la **Figura 4** muestra el procedimiento de agrupación resumido en el gráfico llamado *dendograma* junto con el criterio de la distancia euclidiana igual a 100 metros. En ambas figuras puede verse 5 clusters encontrados. Sin embargo, la distancia euclidiana no es una métrica adecuada en una red vial ya que se podría considerar dos accidentes que se encuentran a media cuadra de dos vías paralelas como cercanos (**Figura 5**). Lo cual no se acerca a la realidad ya que la distancia adecuada sería la distancia que se debe incurrir para llegar de una ubicación a otro a través de la red vial. Por tal razón, en vez de considerar la distancia euclidiana, se empleó la distancia óptima para llegar de una ubicación a otro según la estructura de la red vial.

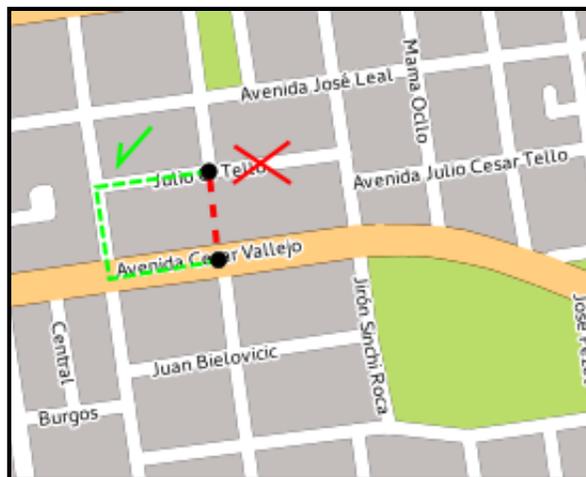


Figura 5: Distancia Euclidiana versus Distancia Óptima en una Red Vial

El método de clustering empleado en el estudio fue jerárquico y se consideró a la distancia entre dos clusters como la distancia entre los elementos más alejados. Además el criterio de disimilitud para identificar los cluster fue 100 metros. Es decir, que para que dos clusters se



unan, la máxima distancia entre sus elementos debe ser menor a 100 metros. De este modo se asegura que la distancia entre dos elementos del mismo cluster sea menor a 100 metros. Para mayor información acerca de los métodos de clustering puede referirse a *Applied Multivariate Data Analysis : Volume II: Categorical and Multivariate Methods* (Jobson 1992).

### 3.2. Identificación de los Puntos Negros

Luego de haber agrupado los accidentes de tránsito según cercanía, se calculó la ponderación de los clusters de accidentes de tránsito para poder identificar aquellos que sobrepasan el límite para ser considerado punto negro. El detalle de tal procedimiento se presenta en esta sección.

#### 3.2.1. Factor de Expansión

Como se mencionó anteriormente, la base de datos georreferenciada en el estudio solo representa una muestra del total de accidentes registrados por la Policía Nacional de Perú (PNP). Además, esta muestra no es constante entre las comisarías, ni a través de los años. Es decir, que se cuenta con la georreferenciación del 20% de los accidentes registrados por algunas comisarías, del 10% de accidentes de otras comisarías y así sucesivamente. Estas diferencias en el porcentaje de las muestras representan un problema debido a que la información muestral de las comisarías no puede ser empleada conjuntamente. La razón por ello es que la identificación de puntos negros estaría sesgada por aquellas comisarías con las que se cuente mayor proporción muestral georreferenciada; es decir, es muy probable que la mayoría de puntos negros identificados pertenezcan a las comisarías con mayor proporción muestral.

Para evitar tal sesgo, se considera un factor de expansión inversamente proporcional al porcentaje de accidentes georreferenciados.

$$f_{ij} = \frac{1}{P_{ij}} = \frac{1}{p_{ij} \times g_{ij}} \quad (II-1)$$

En donde  $f_{ij}$  y  $P_{ij}$  representan el factor de expansión y la proporción georreferenciada para la comisaría  $i$  en el año  $j$  respectivamente. Nótese que la proporción georreferenciada  $P_{ij}$  es obtenida multiplicando la proporción muestreada por el CENACOM  $p_{ij}$  y la proporción de los accidentes de tránsito registrados por el CENACOM que pudieron ser georreferenciados  $g_{ij}$ . Por ejemplo, si sólo se cuenta con el 50% de los accidentes de cierta comisaría para cierto año de los cuales el 50% pudieron ser georreferenciados, el porcentaje de accidentes georreferenciados será 25% de modo que cada accidente tendrá un factor de expansión igual a 4 haciendo que la información entre comisarías sea comparable. De este modo se consideró un factor de expansión por comisaría y por año ya que la proporción muestreada también varía de año a año.

Considerar un factor de expansión cuando la muestra es muy pequeña podría sobrestimar la cantidad de accidentes ocurridos en ciertas zonas por eso se puso el límite de 13, el cual representa el percentil 90 de todos los factores de expansión considerados. Aquellos con factor de expansión mayor a 13, fueron cambiados por este mismo límite.

### 3.2.2. Peso de los Grupos de Accidentes (Número estimado de accidentes)

Después de haber agrupado los accidentes de tránsito según cercanía, es importante asignar un peso relacionado al total de accidentes que han ocurrido en la ubicación de los clusters. Anteriormente, se ha mencionado que la base de datos empleada (CENACOM) solo representa una muestra, por lo que una aproximación del total de accidentes ocurridos en el área que engloba un cluster se obtiene sumando los factores de expansión correspondientes a los accidentes que forman parte del cluster. De este modo, el peso asignado a cada cluster fue la suma de los factores de expansión correspondientes a los accidentes que conforman cada cluster.

Este estimador podría sobrestimar el total de accidentes ocurridos en las zonas de los accidentes registrados por el CENACOM debido a que es semejante a asignar los accidentes de tránsito, no levantados por el CENACOM, solo a las zonas en donde se encuentran los accidentes levantados por el CENACOM. Además, el cambio de un dominio continuo (red vial) a uno discreto (ubicaciones de los accidentes levantados) también podría generar sesgo. A pesar de estas desventajas, el estimador es útil para detectar puntos negros ya que permite que los accidentes levantados entre distritos y años sean comparables.

### 3.2.3. Identificación de los Puntos Negros

Actualmente, se tiene como criterio considerar un punto negro a aquel tramo de vía, con una extensión no mayor a 100 metros, en donde ocurrió más de un accidente de tránsito en un año. Este criterio fue considerado para definir el límite de accidentes estimados, en el contexto del presente estudio, para que un cluster sea considerado un punto negro.

Debido a que el periodo de estudio fue 4 años y que el promedio de los factores de expansión empleados, por comisaría y año, fue 6, se consideró un límite equivalente a 24 accidentes de tránsito. De este modo, aquellos clusters con un estimado de accidentes mayores a 24 fueron considerados puntos negros. Este criterio conlleva a la definición de punto negro presentado anteriormente como ***aquel tramo de vía que, con un máximo de 100 metros de distancia (recorrida) entre los accidentes más lejanos, concentró más de 24 accidentes de tránsito (estimados) durante el periodo 2011-2014 de acuerdo a los CENACOM correspondientes.***

### 3.3. Priorización de los Puntos Negros

Luego de haber identificado los puntos negros bajo los criterios mencionados, se organizaron los puntos negros según distritos y se rankearon según el estimado de accidentes de tránsito. De este modo, el punto negro con ranking 1 es aquel con mayor número accidentes de tránsito estimado para cierto distrito, mientras que el cluster con mayor ranking, es aquel con menor estimación de accidentes de tránsito.

## III. CARACTERIZACIÓN DE LA ACCIDENTABILIDAD VIAL

Una actividad importante, luego de haber detectado los puntos negros, es describir las características de accidentabilidad en la zona del punto negro de tal modo que se encuentre



patrones de ocurrencia de accidentes de tránsito que nos muestren indicios de la razón de la ocurrencia de los mismos y pueda servir para la propuesta de intervención en el punto negro. En la **Figura 6** se muestra la estructura de la ficha técnica considerada para tal caracterización que principalmente muestra (i) la distribución temporal de los accidentes (año, mes, día, turno), (ii) las características asociadas como el tipo de transporte, tipo de accidente, vehículos involucrados y causas asociadas, y (iii) los resultados de los accidentes tal como la severidad y consecuencias por involucrados.

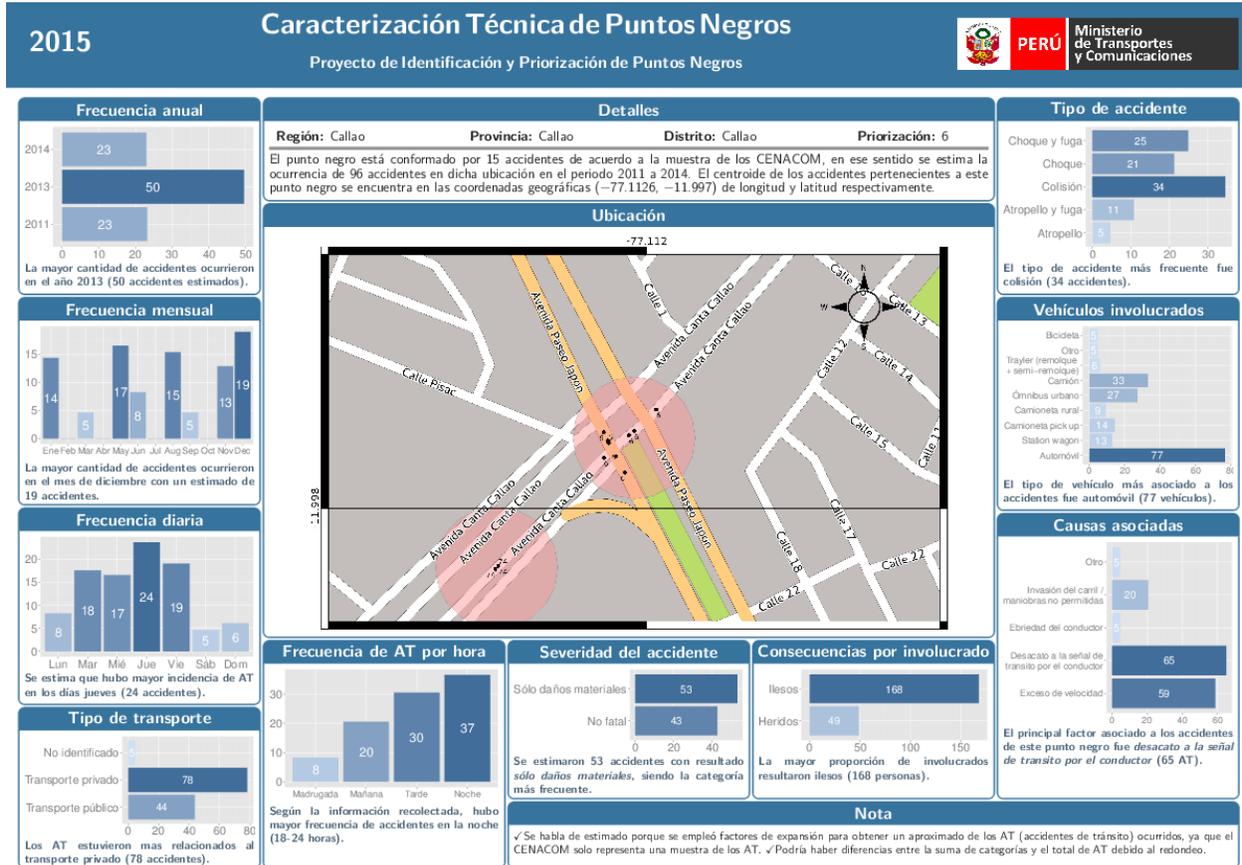


Figura 6: Formato de la Ficha Técnica de la Caracterización de los Puntos Negros

## IV. RESULTADOS

Bajo la metodología empleada, se analizaron 15775 accidentes de tránsito y se encontraron 14862 clusters<sup>1</sup> de accidentes de tránsito correspondientes a las provincias de Arequipa, Chiclayo, Lima, Callao, Tacna y Trujillo, de los cuales 2739 clusters se identificaron como puntos negros. La distribución de tales puntos negros por distrito puede observarse en el siguiente cuadro.

<sup>1</sup> Un cluster puede estar conformado por un accidente de tránsito.



**Cuadro 1: Distribución de Puntos Negros por Distrito**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CANTIDAD DE PUNTOS NEGROS
AREQUIPA	AREQUIPA	ALTO SELVA ALEGRE	4
AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	66
AREQUIPA	AREQUIPA	CAYMA	15
AREQUIPA	AREQUIPA	CERRO COLORADO	28
AREQUIPA	AREQUIPA	JACOBO HUNTER	5
AREQUIPA	AREQUIPA	JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO	27
AREQUIPA	AREQUIPA	MARIANO MELGAR	7
AREQUIPA	AREQUIPA	MIRAFLORES	6
AREQUIPA	AREQUIPA	PAUCARPATA	9
AREQUIPA	AREQUIPA	SOCABAYA	9
AREQUIPA	AREQUIPA	TIABAYA	1
AREQUIPA	AREQUIPA	YANAHUARA	15
CALLAO	CALLAO	BELLAVISTA	17
CALLAO	CALLAO	CALLAO	100
CALLAO	CALLAO	CARMEN DE LA LEGUA REYNOSO	6
CALLAO	CALLAO	LA PERLA	4
CALLAO	CALLAO	VENTANILLA	27
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CHICLAYO	57
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	JOSE LEONARDO ORTIZ	19
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	LA VICTORIA	20
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	PIMENTEL	2
LIMA	LIMA	ANCON	5
LIMA	LIMA	ATE	113
LIMA	LIMA	BARRANCO	22
LIMA	LIMA	BREÑA	30
LIMA	LIMA	CARABAYLLO	23
LIMA	LIMA	CHACLACAYO	1
LIMA	LIMA	CHORRILLOS	53
LIMA	LIMA	CIENEGUILLA	4
LIMA	LIMA	COMAS	74
LIMA	LIMA	EL AGUSTINO	29
LIMA	LIMA	INDEPENDENCIA	41
LIMA	LIMA	JESUS MARIA	31
LIMA	LIMA	LA MOLINA	59
LIMA	LIMA	LA VICTORIA	65
LIMA	LIMA	LIMA	205
LIMA	LIMA	LINCE	36



LIMA	LIMA	LOS OLIVOS	60
LIMA	LIMA	LURIGANCHO	15
LIMA	LIMA	LURIN	7
LIMA	LIMA	MAGDALENA DEL MAR	28
LIMA	LIMA	MAGDALENA VIEJA	43
LIMA	LIMA	MIRAFLORES	115
LIMA	LIMA	PACHACAMAC	11
LIMA	LIMA	PUCUSANA	2
LIMA	LIMA	PUENTE PIEDRA	39
LIMA	LIMA	RIMAC	57
LIMA	LIMA	SAN BORJA	70
LIMA	LIMA	SAN ISIDRO	92
LIMA	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	171
LIMA	LIMA	SAN JUAN DE MIRAFLORES	68
LIMA	LIMA	SAN LUIS	24
LIMA	LIMA	SAN MARTIN DE PORRES	81
LIMA	LIMA	SAN MIGUEL	64
LIMA	LIMA	SANTA ANITA	32
LIMA	LIMA	SANTIAGO DE SURCO	176
LIMA	LIMA	SURQUILLO	48
LIMA	LIMA	VILLA EL SALVADOR	63
LIMA	LIMA	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	43
TACNA	TACNA	ALTO DE LA ALIANZA	3
TACNA	TACNA	CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA	10
TACNA	TACNA	POCOLLAY	3
TACNA	TACNA	TACNA	17
LA LIBERTAD	TRUJILLO	EL PORVENIR	5
LA LIBERTAD	TRUJILLO	FLORENCIA DE MORA	7
LA LIBERTAD	TRUJILLO	HUANCHACO	1
LA LIBERTAD	TRUJILLO	LA ESPERANZA	13
LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	130
LA LIBERTAD	TRUJILLO	VICTOR LARCO HERRERA	6

Luego de haber detectado y priorizado los puntos negros, se realizó la caracterización de cada punto negro (**Figura 6**) en donde se muestra la ubicación del punto negro junto a la frecuencia anual, mensual, diaria y por hora, y la distribución de los accidentes de tránsito según el tipo de transporte, la severidad del accidente, las consecuencias de los involucrados, el tipo de accidente, los vehículos involucrados y las causas asociadas.

## V. CONCLUSIONES

Existen 2739 puntos negros correspondientes a las provincias de Arequipa, Chiclayo, Lima, Callao, Tacna y Trujillo que necesitan ser intervenidas para la mejora de la seguridad vial reduciendo la ocurrencia de accidentes de tránsito. Para ello, puede hacerse uso de las fichas técnicas generadas en el presente estudio de tal modo que ayude en la toma de decisiones.

## VI. REFERENCIAS

Anderson, Tessa. 2007. “Comparison of Spatial Methods for Measuring Road Accident ‘hotspots’: A Case Study of London.” *Journal of Maps* 3(1):55–63.

Cheng, Wen and Simon Washington. 2008. “New Criteria for Evaluating Methods of Identifying Hot Spots.” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2083(-1):76–85. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.3141/2083-09>).

Elvik, Rune. 1995. “Analysis of Official Economic Valuations of Traffic Accident Fatalities in 20 Motorized Countries.” *Accident; analysis and prevention* 27(2):237–47. Retrieved (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7786391>).

Elvik, Rune. 1997. “Evaluations of Road Accident Blackspot Treatment: A Case of the Iron Law of Evaluation Studies?” *Accident Analysis and Prevention* 29(2):191–99.

Elvik, Rune. 2008. “State-of-the-Art Approaches to Road Accident Black Spot Management and Safety Analysis of Road Network.” *Ripcord-Iserest* 1–99.

Hauer, Ezra. 1996. “Identification of Sites with Promise.” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1542(-1):54–60. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.3141/1542-09><http://trb.metapress.com/content/64j3308l150j5122/>).

Jobson, J. D. 1992. *Applied Multivariate Data Analysis: Volume II: Categorical and Multivariate Methods*. Retrieved (<http://link.springer.com/10.1007/978-1-4612-0921-8>).

Lipovac, K., D. Jovanovic, M. Nestic, and D. Jovanov. 2009. “Database of Black Spots on Main Roads in Serbia.” *4th IRTAD Conference, 16-17 September* (1):382–92.

Lu, Jinyan, Albert Gan, Kirolos Haleem, and Wanyang Wu. 2012. “Clustering-Based Roadway Segment Division for the Identification of High Crash Locations.” *Journal of Transportation Safety & Security* (September 2015):120918112735000.

Mitra, Sudeshna. 2008. *Enhancing Road Traffic Safety: A GIS Based Methodology to Identify Potential Areas of Improvement*.

Mohan, Dinesh, World Health Organization, Indian Institute of Technology, and Delhi. 2006. “Risk Factors for Road Traffic Injuries.” Pp. 21–40 in *Road Traffic Injury Prevention Training Manual*.