



Estimación del flujo de vehículos de transporte terrestre de personas informales que transitan por el peaje de Corcona, octubre 2019

Gerencia de Estudios y Normas
Subgerencia de Estudios



Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías
Gerencia de Estudios y Normas
Subgerencia de Estudios

Estimación del flujo de vehículos de transporte terrestre de personas informales que transitan por el peaje de Corcona, octubre 2019

Los documentos de trabajo de la Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de la Sutran, buscan contribuir a la discusión en diferentes aspectos de la problemática del sector de transporte terrestre de personas, carga y mercancías desde un punto de vista académico. Sutran no se identifica, necesariamente, ni se hace responsable de las opiniones vertidas en el presente documento. Las ideas expuestas en los documentos de trabajo pertenecen a los autores y no implican necesariamente una posición institucional de la Sutran. La información contenida en el presente documento se considera proveniente de fuentes confiables, pero Sutran no garantiza su completitud ni exactitud. Las opiniones y estimaciones representan el juicio de los autores dada la información disponible y están sujetos a modificación sin previo aviso.

Documento de Trabajo N° 1 Gerencia de Estudios y Normas

Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente y los autores.

Autores: Rosario Rojas Ríos, Sergio David Reyes Landa y Ronald Jesús Soto Prada.

Citar el documento como: Rojas, R., Reyes, S., y Soto, R. (2020) *Estimación del flujo de vehículos de transporte terrestre de personas informales que transitan por el peaje de Corcona, octubre 2019*. Documento de Trabajo N° 1 Gerencia de Estudios y Normas, Sutran.

Primera versión agosto 2020

Se solicita indicar en lugar visible la autoría y la fuente de la información.

Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

Av. Arenales 452 - Jesús María
Lima, Perú
Tel. (511) 200 4540, anexo 4638

Portal Corporativo

<https://www.sutran.gob.pe/home/>

1. Introducción

La informalidad en el país es en la actualidad un fenómeno ampliamente extendido entre los distintos agentes económicos, se tiene así, según cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) que en el Perú en promedio en el 2018 alrededor del 88% de las unidades productivas¹ de los hogares eran informales, esto en términos económicos representó una participación del sector informal en el PBI aproximadamente del 19%, de forma más focalizada y para los intereses de la presente investigación, esto se tradujo en una participación del sector transportes y comunicaciones cercana al 40% de este total, que en el mercado laboral significaron más de 773 mil trabajadores informales².

En consideración de lo descrito es posible afirmar que el fenómeno de la informalidad tiene severas implicancias en la economía del país y en el bienestar de los ciudadanos que, para el caso del servicio de transporte terrestre, se asocia a una afección negativa sobre la calidad del servicio, en virtud de las inadecuadas condiciones operativas en las que se brinda, lo que genera a su vez inseguridad, por el incumplimiento de diferentes estándares técnicos, exponiendo de esta forma la vida e integridad física de los usuarios frente a un siniestro (accidente, robo, entre otros), todo lo que a su vez se vincula con una competencia desleal, por su naturaleza, en contraste con las empresas formales del sector.

Bajo todo lo expuesto, el presente documento de trabajo tiene por objetivo generar evidencia para la caracterización y el dimensionamiento de la informalidad en las vías nacionales a partir de una propuesta metodológica y posterior análisis y estimación del flujo de vehículos de transporte terrestre informales que transitaron por el peaje de Corcona en octubre de 2019; esto con el fin último de contribuir sustancialmente en el desarrollo de estrategias y actividades enfocadas en la reducción de la informalidad en el servicio de transporte terrestre que la Sutran implemente en el marco de sus competencias.

Finalmente, el estudio se ha estructurado teniendo en cuenta primero las consideraciones iniciales para el desarrollo del análisis; segundo, exponiendo el detalle de los datos utilizados para la estimación; tercero, presentando la metodología de estimación; cuarto, exponiendo los resultados y, por último, mostrando las conclusiones a las que se aborda.

2. Consideraciones iniciales

En el ámbito normativo, al amparo de la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, se emitió el Reglamento Nacional de Administración de Tránsito (RNAT), el cual tiene por objeto regular el servicio de transporte de

¹ Unidad de producción: Empresa o establecimiento que genera bienes y/o servicios dentro de la frontera de la producción tal como es definida en el Sistema de Cuentas Nacionales - Glosario de Términos del documento "Producción y Empleo Informal en el Perú, Cuenta Satélite de la Economía Informal 2007-2016".

² Las cifras y valores son obtenidos del documento "Producción y Empleo Informal en el Perú, Cuenta Satélite de la Economía Informal 2007 – 2018".

personas y mercancías en el país; al respecto, los artículos número 3, 49 y 50 del documento referido disponen que la autorización es el acto administrativo otorgado por la autoridad competente que permite la prestación del servicio de transporte terrestre de personas y mercancías; asimismo, dicho acto debe ser emitido de manera previa y encontrarse vigente al momento de la prestación del servicio. Bajo esta premisa, la informalidad en el servicio de transporte terrestre se encuentra tipificada con código F.1 según el Anexo 2 del RNAT, de acuerdo a los siguientes términos:

Cuadro N° 1: Infracción F1 según la Tabla de Infracciones y Sanciones del RNAT

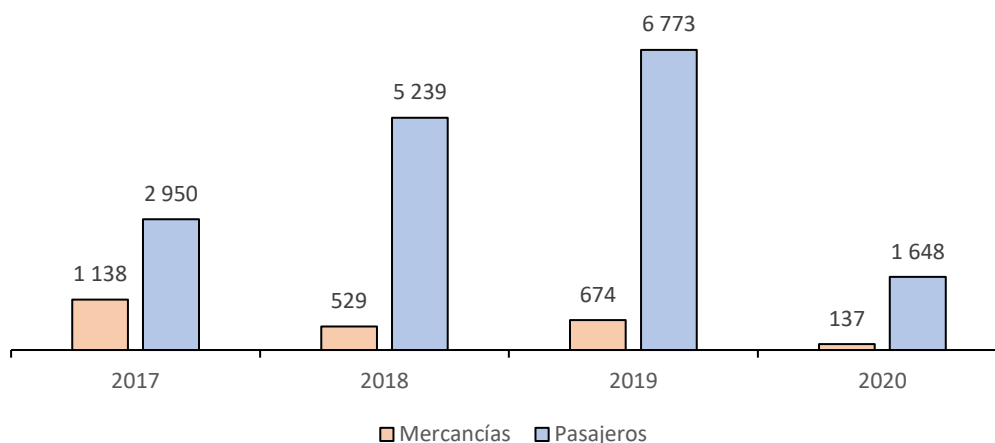
Código	Infracción	Calificación	Consecuencia	Medidas preventivas
F.1	<p>Infracción de quien realiza actividad de transporte sin autorización, con responsabilidad solidaria del propietario del vehículo:</p> <p>Prestar el servicio de transporte de personas, de mercancías o mixto, sin contar con autorización otorgada por la autoridad competente o una modalidad o ámbito diferente al autorizado.</p>	Muy grave	Multa de 1 UIT	Retención de la licencia de conducir. Internamiento del vehículo.

Fuente: Tabla de Infracciones y Sanciones del RNAT.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

En este escenario y en ejercicio de las funciones establecidas en la Ley N° 29380 (Ley de creación de la Superintendencia Nacional de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías – Sutran), la Sutran viene ejecutando operativos de fiscalización en la red vial nacional contra el transporte informal, en los cuales ha impuesto actas de control³ F.1 en 19 088 vehículos entre el 2017 y el primer trimestre de 2020, con registros significativamente mayores en el caso del servicio de transporte de pasajeros en contraste con el transporte de mercancías.

Gráfico N° 1: Vehículos asociados a la ocurrencia de la infracción F.1 detectados por la Sutran, según tipo de servicio, por año



Nota: En el caso del año 2020, la información corresponde al primer trimestre.

Fuente: Sistema Integral de Supervisión y Control de Transporte Terrestre (SISCOTT), Sutran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

³ El acta de control es un documento administrativo en donde se registra el resultado de una intervención, indicándose el detalle de las infracciones e incumplimientos detectados, así como las medidas preventivas aplicadas en el caso particular de cada administrado.

Como se evidencia hay un incremento anual sostenido del número de vehículos con actas de control F.1 impuestas por la Sutran, como ejemplo, entre el 2019 y 2018 se registró un 29,1% más de vehículos asociados a la prestación del servicio de transporte terrestre informal.

Sobre esta línea, y a pesar de los enormes esfuerzos institucionales para hacer frente a este fenómeno, la problemática asociada continúa marcando las vías nacionales deteriorando la calidad y seguridad en el servicio de transporte terrestre, es por ello que resulta necesario y prioritario generar evidencia que permita aproximarnos a la real dimensión de la informalidad en el transporte, es así que el presente documento de trabajo busca, a partir de la exploración de distintas fuentes de datos y utilizando técnicas estadísticas para su análisis, estimar el flujo de vehículos de transporte terrestre informales, para lo cual se detalla una metodología rigurosa de trabajo y se proyectan los resultados sobre una muestra correspondiente al tránsito registrado en el peaje de Corcona en octubre de 2019.

Respecto del peaje de Corcona, referencia espacial en donde se circunscribe el análisis a desarrollar, es importante referir que esta es una estación de peaje ubicada en la Carretera Central, en el Corredor Vial IIRSA Centro Tramo 2 (ver Imagen N° 1) y se encuentra bajo administración de la concesionaria DEVIANDES desde el 2010, año en el que recibió de Provias Nacional la autorización para su operación en la unidad de peaje referida; sobre el detalle de esta resulta necesario precisar que tiene 4 casetas para el tránsito de vehículos con sentido móvil de acuerdo a los requerimientos del flujo.

Imagen N° 1: Ubicación geográfica del peaje de Corcona



Fuente: Google Maps.

Es importante referir con todo lo ya expuesto, que el estudio busca también posicionar la evidencia generada a nivel sectorial, con el propósito de contribuir

y fortalecer la toma de decisiones institucionales enfocadas en erradicar la informalidad de las carreteras en el país.

3. Datos

Los datos analizados en el presente documento de trabajo son de dos fuentes: i) registros por placa de vehículos que transitaron por el peaje de Corcona en octubre 2019 y ii) placas de vehículos identificados por la Sutran entre el 2017 y marzo 2020, con actas de control F.1 impuestas, siendo estas referidas a "Prestar el servicio de transporte de personas, de mercancías o mixto, sin contar con autorización otorgada por la autoridad competente o una modalidad o ámbito diferente al autorizado".

Sobre la primera base referida, esta contiene un total de 216 888 registros, que componen el flujo vehicular que transitó por Corcona en octubre de 2019, entre los que se encuentran unidades particulares, así como aquellas habilitadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para el transporte terrestre de pasajeros o carga y mercancías, en relación a este último grupo es importante referir que, por el objetivo de la investigación y la naturaleza de las actividades de estas unidades, no será considerado parte del universo seleccionable en el estudio.

Bajo lo expuesto y para la elección de la muestra adecuada se identificó del análisis agregado del flujo de vehículos, según los registros de la concesionaria encargada de la administración, que en promedio en el 2019 este se encontraba compuesto en un 47,5% por vehículos que transportaban carga y mercancías y en un 52,2% por unidades que movilizaban personas; de este modo y bajo la consideración central que el estudio se enfoca en el transporte terrestre de pasajeros informal se acotó la muestra, sustrayendo aquellas observaciones dedicadas al transporte de carga y mercancías, lo cual fue posible a partir del establecimiento de criterios de elegibilidad, siendo estos:

- i. Vehículos con autorización para el transporte de mercancías, de acuerdo a los registros del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- ii. Vehículos con categorías N1, N2 y N3, asociados a la prestación del transporte de carga.
- iii. Vehículos con 5 o más ejes, que por sus dimensiones son usados para transporte de este tipo.
- iv. Vehículos aleatoriamente seleccionados, para alcanzar el porcentaje del flujo vehicular requerido (47,5%).

Una vez aplicados los filtros descritos, resultaron consistentes 113 823 registros para realizar la estimación de vehículos de transporte terrestre de pasajeros informal, el detalle de la selección y sustracción es el siguiente:

Cuadro N° 2: Registros de vehículos de mercancías eliminados, según criterio de selección, sobre el flujo de tránsito en el peaje de Corcona, octubre 2019

Total de flujo vehicular del peaje	216 888	100,00%
Registros eliminados (mercancías)	103 065	47,50%
i) Habilitados MTC	84 096	38,80%
ii) Categorías N	17 944	8,20%
iii) Mayor o igual a 5 ejes	227	0,10%
iv) Aleatorio	798	0,40%
Registros para el análisis	113 823	52,50%

Fuente: Registro vehicular por placas del tránsito en el peaje de Corcona. Ositran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

Ahora bien, sobre la segunda base, referida a los vehículos con actas de control F.1 impuestas por la Sutran, entre el 2017 y marzo 2020, esta totaliza 19 326 registros, de los cuales 589 se han desplazado por el peaje de Corcona en octubre de 2019, de este conjunto 510 (86,6%) se refieren a unidades que transportan personas y 79 (13,4%) a aquellas que brindan el transporte de carga y mercancías; este último grupo no será considerado para la caracterización del patrón de desplazamiento, en atención a que el análisis está restringido a la informalidad de vehículos de transporte terrestre de personas, tal como ya se ha hecho referencia en párrafos previos.

4. Metodología

A partir de la consistencia y cruce de las bases de datos referidas en secciones previas, se identificaron aquellos vehículos comunes, es decir unidades móviles que además de registrar su tránsito por el peaje de Corcona en octubre de 2019, tenían impuesta un acta de control F.1 por la Sutran (510 observaciones); para una vez realizado esto, mediante el uso de técnicas estadísticas de particionado de datos, caracterizar los patrones de desplazamiento de aquellas observaciones.

Lo expresado se aborda en consideración que la Sutran, producto de sus labores de fiscalización del servicio de transporte terrestre de personas en las vías de ámbito nacional, reconoce que los vehículos asociados a la prestación informal de este servicio, tienden a realizar sus actividades de forma más intensiva, en frecuencia y extensión; por lo que el comportamiento esperado de estos es vinculable a un patrón de desplazamiento intensivo por el peaje de Corcona, en contraste con vehículos que prestan el servicio formal de transporte terrestre de pasajeros; esto medido por el número de días y recorridos realizados en el mes por el vehículo, según los registros de su placa única de rodaje.

Al respecto, la primera variable que caracteriza el patrón de desplazamiento es el total de días que el vehículo transitó por el peaje, mientras que la segunda se refiere al número de veces que lo hizo, sin importar su orientación cardinal, todo en el mismo horizonte temporal de octubre de 2019; sobre esto y con el objetivo de evaluar si las variables en mención guardan estrecha relación con el fenómeno estudiado se desarrolló un análisis factorial, el cual permite validar la dimensionalidad de estos elementos e identificar si corresponde la presencia de

una variable latente (no observada) que para el presente estudio se aproxima al servicio de transporte terrestre de pasajeros informal. Los resultados de lo expuesto indican que ambas variables registran una carga de 0.93 sobre el factor único que componen (1.76) y que además la variación única (sin vínculo con el factor) es de tan solo 0.11; lo que en otras palabras indica que estos dos elementos sí se asocian a una variable latente, capturada aquí por el método factorial de principales componentes.

Cuadro N° 3: Resultados del análisis factorial por principales componentes de las variables días de recorrido y número de recorridos mensual

Variable	Carga	Varianza única
Días recorridos	0.9386	0.1197
Recorridos totales		

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

Una vez definidos estos componentes, se hará uso de la técnica estadística multivariante conocida como análisis de conglomerados, que busca agrupar observaciones con el fin de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre grupos; en nuestro caso permitirá agrupar estos elementos asociados a la ocurrencia de la infracción F.1 con un patrón de desplazamiento similar en base a estas características y sobre estos conjuntos determinar qué patrón de tránsito es el más común entre estas unidades.

De forma más específica, el enfoque utilizado para la determinación de conglomerados es el denominado *K-medians*, este desarrollo requiere de una pre especificación del número deseado de subgrupos, sobre los cuales serán asignados cada observación; esta preselección de los clústeres requiere alcanzar un óptimo local, bajo el criterio de menor variación dentro del conglomerado, sobre la base de un problema de optimización definido por:

$$\text{minimizar}_{C_1, \dots, C_k} \left\{ \sum_{k=1}^K \frac{1}{C_k} \sum_{i, i' \in C_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2 \right\} \quad \dots \text{(i)}$$

Donde $(x_{ij} - x_{i'j})^2$ se establece como la distancia euclidiana al cuadrado entre la observación x_{ij} y el punto $x_{i'j}$ (vector de medianas de j características) dividida por el total del número de observaciones en el clúster k th, determinado por C_k .

En línea con lo expuesto, la obtención del número óptimo de conglomerados toma como referencia el desarrollo práctico de Makles (2012), quien mediante el análisis gráfico de la suma de cuadrados (WSS), su logaritmo [$\log(WSS)$], así como el uso de los coeficientes η^2 y *PRE* (Schwarz, 2008) selecciona las k particiones adecuadas para el conjunto de datos.

$$\eta^2 = 1 - \frac{WSS(K)}{WSS(1)} = 1 - \frac{WSS(K)}{TSS} \quad \forall k \in K, (k = 1, \dots, K) \quad \dots \text{(ii)}$$

$$PRE_k = \frac{WSS(k-1) - WSS(k)}{WSS(k-1)} \quad \forall k \geq 2 \quad \dots \text{(iii)}$$

En relación a η_k^2 , este mide la reducción proporcional de la suma de cuadrados por cada solución k comparada con la suma total de cuadrados (TSS) cuando los datos no están agrupados ($k = 1$). En contraste, PRE_k indica la reducción proporcional de la suma de cuadrados de la solución k comparada con la solución previa $k - 1$.

A la postre, sobre el análisis de conglomerados, es importante referir que la selección óptima del número de clúster, si bien se enmarca en el uso de las variables e indicadores descritos, no es única, y como recomiendan James, G., Witten, D., Hastie, T. & Tibshirani, R. (2017), cualquier solución que exponga características interesantes de los datos debería ser considerada.

Ahora bien, una vez identificado el patrón de desplazamiento de mayor intensidad entre los vehículos asociados a la prestación informal del servicio terrestre de pasajeros, se evaluará sobre la muestra acotada, qué unidades móviles registran un tránsito igual o mayor al umbral definido entorno al número de días y recorridos realizados en el mes, esto permitirá estimar qué unidades móviles potencialmente podrían tratarse de informales, dado que registran una actividad espacial con la misma intensidad que sus pares asociados a la ocurrencia de la infracción F.1.

5. Resultados

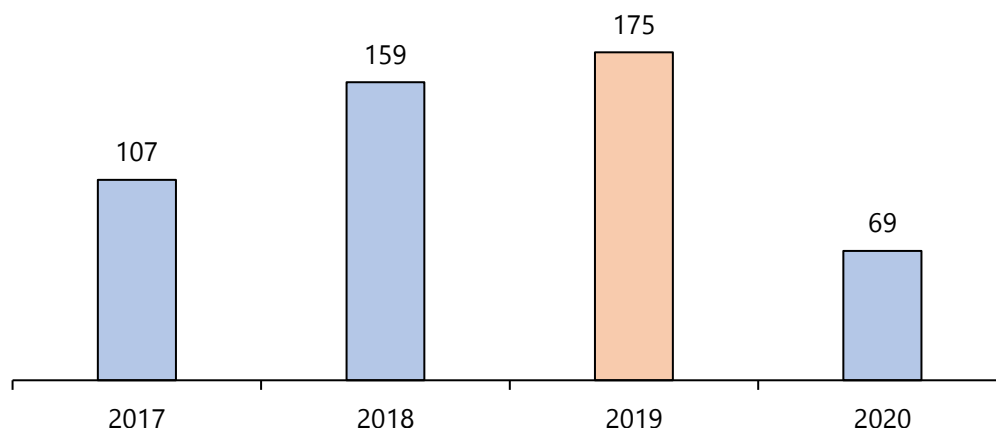
En la presente sección se exponen algunas características de los vehículos informales detectados por la Sutran entre el 2017 y 2020 que componen la muestra base del estudio. Además, se detallan los resultados obtenidos de las clusterización y su extensión sobre la muestra acotada para la estimación de potenciales vehículos de transporte terrestre de pasajeros informales, considerando también una serie de caracterizaciones y una aproximación final de la capacidad de detección de la Sutran, todo respecto de los mismos.

5.1. Características de la muestra de vehículos con actas de control F.1 impuestas por la Sutran entre el 2017 y 2020

- a) Año de detección: La Sutran detectó una mayor frecuencia de estos vehículos en el 2019 (175 observaciones), presentando incremento anual de este tipo de unidades desde el 2017 (107), esto a pesar de la proyección trunca al primer trimestre de 2020 (ver Gráfico N° 2).

En un mayor nivel de detalle se tiene que de los 175 vehículos con actas de control F.1 impuestas por la Sutran en el 2019, 45 de ellos fueron detectados en noviembre, mientras que 22 en diciembre y 17 en marzo de ese año, siendo estos los meses de mayor frecuencia (ver Gráfico N° 3).

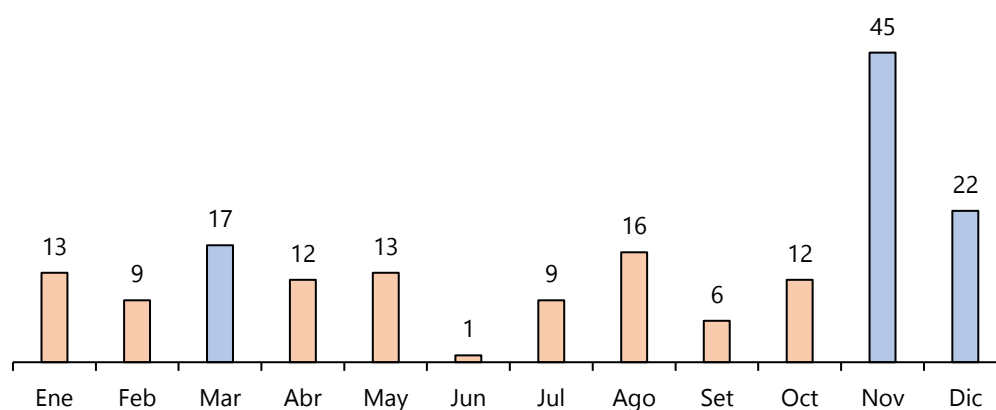
Gráfico N° 2: Vehículos con actas de control F.1 impuestas por la Sutran, según año



Fuente: Sistema Integral de Supervisión y Control de Transporte Terrestre (SISCOTT), Sutran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

Gráfico N° 3: Vehículos con actas de control F.1 impuestas por la Sutran en el 2019, según mes

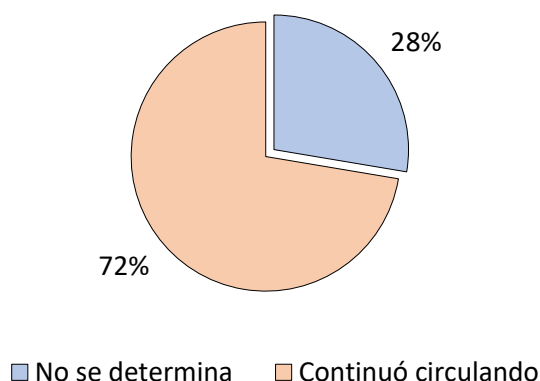


Fuente: Sistema Integral de Supervisión y Control de Transporte Terrestre (SISCOTT), Sutran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

- b) Tránsito de vehículos posterior a la imposición del acta de control F.1: Con los registros por placa del flujo de vehículos que circularon por el peaje de Corcona en octubre de 2019, se tiene que el 72,0% de la muestra de unidades detectadas por la Sutran, a las que se les intervino por brindar el servicio de transporte terrestre de pasajeros sin autorización con fecha previa al mes de análisis, continuó circulando por las vías nacionales, presentando registros de tránsito por el peaje referido; mientras que sobre el 28,0% restante, dado que fueron intervenidos en un mes posterior, no es posible realizar precisión al respecto.

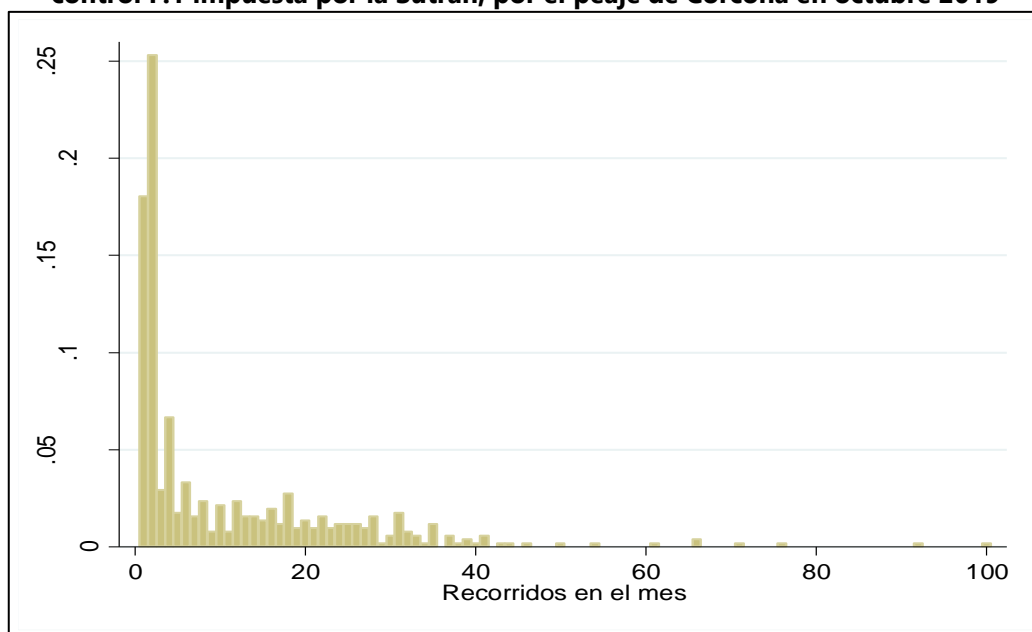
Gráfico N° 4: ¿El vehículo con acta de control F.1 impuesta continuó circulando una vez fue detectado por la Sutran?



Fuente: Sistema Integral de Supervisión y Control de Transporte Terrestre (SISCOTT), Sutran.
Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

- c) Frecuencia de recorridos: Respecto de los registros de las unidades con acta de control F.1 impuestas por la Sutran en relación a la prestación del servicio de transporte terrestre de pasajeros informal, se tiene que estas presentan registros de tránsito por el peaje de Corcona en octubre de 2019 que van desde 1 hasta los 100 recorridos en el mes.

Gráfico N° 5: Histograma de recorridos realizados por vehículos con acta de control F.1 impuesta por la Sutran, por el peaje de Corcona en octubre 2019



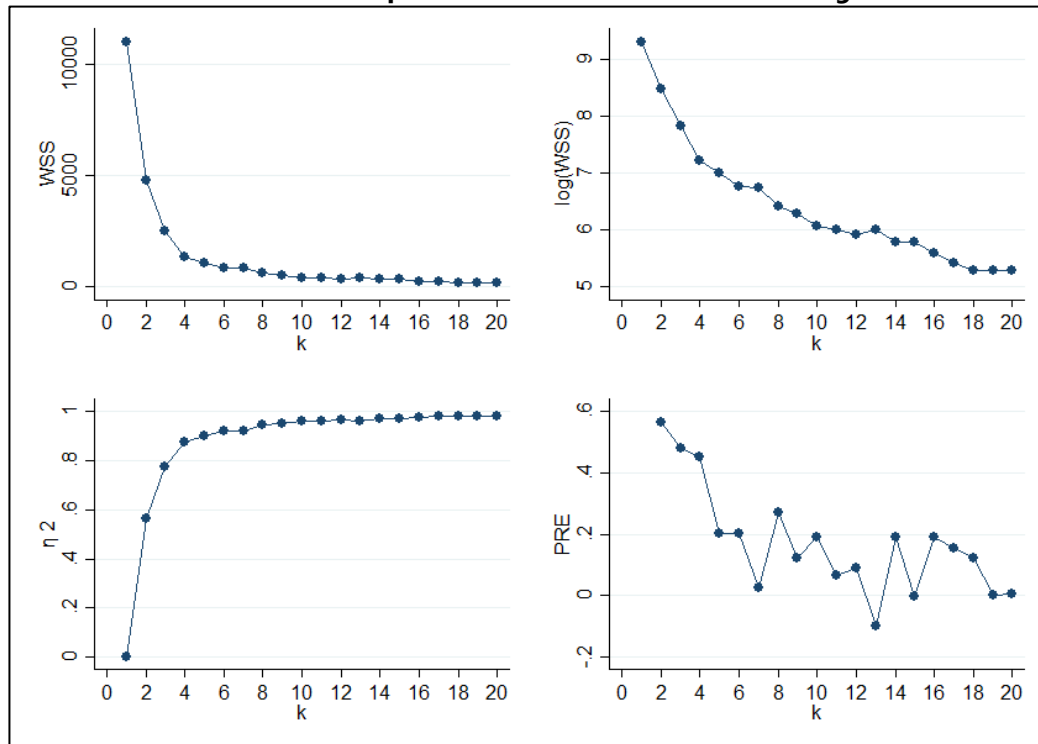
Fuente: Sistema Integral de Supervisión y Control de Transporte Terrestre (SISCOTT), Sutran.
Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

5.2. Análisis de conglomerados

Para la identificación del número de clústeres adecuado se realizaron iteraciones de particionados múltiples no sobrepuestas desde 1 hasta 20 subgrupos, tomando en consideración la mediana del número de días y el número de recorridos realizados en el mes utilizando la base de datos de vehículos asociados

al servicio de transporte terrestre informal detectados por Sutran entre el 2017 y 2020; los indicadores resultantes fueron los siguientes:

Gráfico N° 6: Indicadores para la selección del número de conglomerados



Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

Como se observa todos los indicadores registran un primer punto de inflexión en $k = 4$, es a partir de aquí que la pendiente de la curva cambia en el caso de la suma de cuadrados (WSS) y el logaritmo de esta última (Log WSS); además la reducción proporcional del cuadrado de esta distancia euclidiana, en contraste con la no agrupación, indicada en η^2 , también a partir de este registro, tiene cambios marginales cada vez más pequeños en la pendiente; mientras que *PRE* denota un salto importante cuando pasa de $k = 3$ a $k = 4$; por todo lo anterior es posible definir que el número adecuado de conglomerados es 4.

En línea con lo descrito, resulta fundamental indicar también que este análisis tiene como objeto encontrar el primer gran número de clústeres en donde se evidencien diferencias importantes entre grupos y menores dentro de ellos, es decir, si bien la suma de cuadrados (WSS) puede alcanzar valores mínimos (óptimos locales) cuando nos aproximamos a un $k = 20$, el resultado no sería utilizable bajo el fin de encontrar patrones de desplazamiento comunes, lo anterior guarda relación al hecho que en una muestra de tamaño n , el número de clúster con la menor distancia euclidiana al cuadrado es del mismo modo n , lo que implicaría que cada observación es a la vez un subgrupo.

Es así que, considerando 4 grupos de observaciones en relación a la mediana de las componentes del patrón de desplazamiento, se estima que los vehículos que prestan el servicio de transporte terrestre informal con mayor intensidad (por los

días de tránsito y los recorridos realizados) se agrupan a partir del conglomerado número 2, sobre el que es posible caracterizar a 173 de estas observaciones, quienes registran 14 días de desplazamiento y 19 recorridos en el mes por el peaje de Corcona de forma mínima; este umbral representan el patrón base de desplazamiento que servirá para estimar las unidades móviles informales en la muestra acotada. Los resultados del análisis de clúster, se presentan a continuación:

Cuadro N° 4: Vehículos, por días y recorridos en el mes de octubre 2019, según número de conglomerado asociado

Conglomerado N°	Días por mes	Recorridos por mes	Vehículos
1	4	5	337
2	14	19	106
3	22	32	59
4	25	71	8

Fuente: Sistema Integral de Supervisión y Control de Transporte Terrestre (SISCOTT), Sutran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

5.3. Estimación de vehículos potencialmente informales

Considerando el flujo vehicular de unidades destinadas al transporte terrestre de pasajeros que transitó por el peaje de Corcona en octubre 2019 (113 823) y el total de placas de rodaje de estas unidades registradas en el mismo periodo (28 599), se calculó por cada vehículo el número de días y recorridos realizados en el mes; obteniéndose que 1 688 observaciones registraron un patrón de desplazamiento mayor o igual al establecido (14 días y 19 recorridos), lo que representa el 5,6% del total de vehículos que transitaron por este peaje; a su vez, estas unidades de forma agregada equivalen a 46 512 recorridos, lo que es el 40,9% del flujo vehicular asociado; tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 5: Vehículos que cumplen con el patrón de desplazamiento de unidades móviles informales detectadas por Sutran

Días por mes	Recorridos por mes	Cantidad de vehículos informales	Flujo vehicular de informalidad
14	19	1 688	46 512
		5,9%	40,9%

Nota: No se consideran en este cálculo los vehículos habilitados por el MTC para brindar el servicio de transporte terrestre de pasajeros que cumplen con el patrón de desplazamiento.

Fuente: Registro vehicular por placas del tránsito en el peaje de Corcona. Ositran.

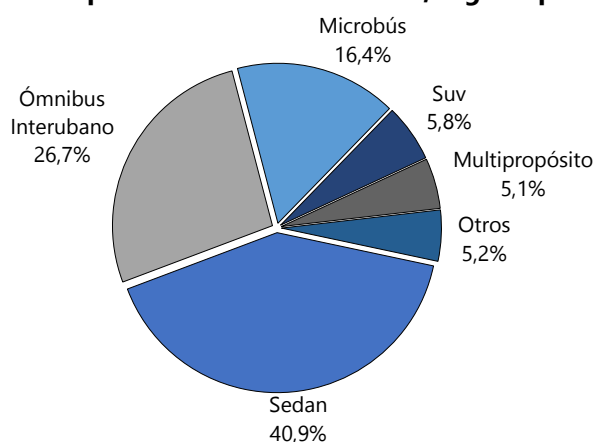
Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

Esto permite inferir que potencialmente 6 de cada 100 vehículos (5,9%) utilizados para el transporte de personas que transitan por el peaje de Corcona desarrollan sus actividades informalmente, lo que a su vez indica que 40 de cada 100 (40,9%) de los recorridos que componen este flujo de transporte terrestre de pasajeros se asocian a una unidad que prestan el servicio bajo estas características.

5.4. Caracterización de los vehículos potencialmente informales

- a) Tipo de carrocería: Del total de vehículos que cumplen con el patrón desplazamiento informal (1 688), el 40,9% (691) corresponde a unidades móviles con carrocería sedan, mientras que en el 26,7% (450) de los casos se trata de vehículos con estructura de ómnibus urbano y en el 16,4% (276), de microbuses; entre las principales categorías.

Gráfico N° 7: Vehículos potencialmente informales, según tipo de carrocería



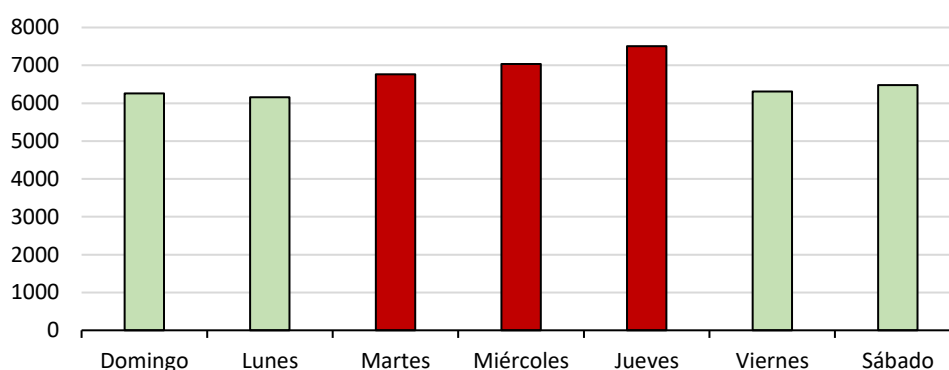
Nota: Otros incluye Station Wagon, Hatchback y utilitarios, entre los principales.

Fuente: Registro vehicular por placas del tránsito en el peaje de Corcona. Ositran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

- b) Recorridos por día de semana: Los vehículos identificados como potencialmente informales registran un mayor recorrido los días martes, miércoles y jueves, sin embargo, no se evidencia una gran diferencia respecto del resto de días de la semana para concluir concentración de manera determinante sobre estos 46 512 valores.

Gráfico N° 8: Recorridos de los vehículos que cumplen con el patrón de desplazamiento informal, por día de la semana

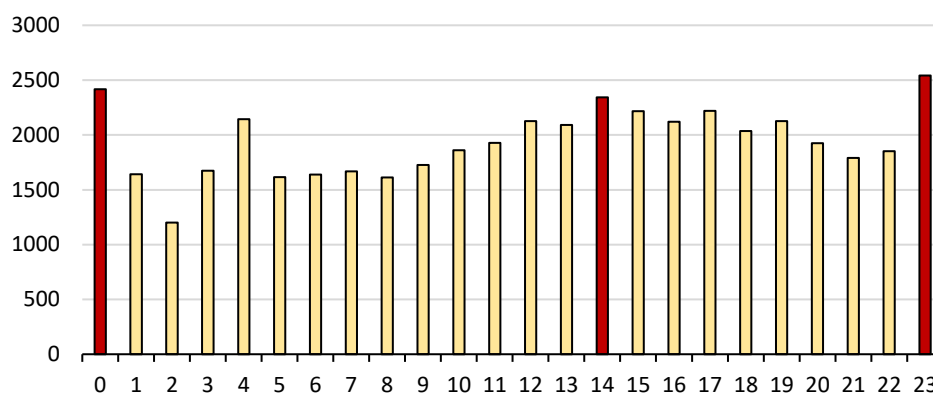


Fuente: Registro vehicular por placas del tránsito en el peaje de Corcona. Ositran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

- c) Recorridos por hora del día: En relación a la hora del recorrido realizado por los vehículos potencialmente informales se tiene que estos registran mayores frecuencias en la noche entre las 23 y 00 horas y por la tarde alrededor de las 14 horas; sobre el conjunto total (46 512).

Gráfico N° 9: Recorridos de los vehículos que cumplen con el patrón de desplazamiento informal, por hora del día



Fuente: Registro vehicular por placas del tránsito en el peaje de Corcona. Ositran.

Elaboración: Subgerencia de Estudios de la Gerencia de Estudios y Normas de Sutran.

5.5. Capacidad de detección de la Sutran

Del total de 1 688 vehículos que transitaron por el peaje de Corcona y cumplen con el patrón de desplazamiento identificado, la Sutran, entre el 2017 y marzo 2020, detectó 510 unidades asociadas a la ocurrencia de la infracción F.1 referida a brindar el servicio de transporte terrestre de personas sin habilitación por la autoridad competente, lo que es equivalente al 30,2% del universo de vehículos informales que por este peaje se desplazaron en octubre de 2019, siendo este porcentaje a su vez indicador de la capacidad de detección que la Sutran tiene sobre unidades que brindan este tipo de servicio.

6. Conclusiones

A partir del análisis realizado sobre las bases de datos referidas al flujo vehicular que transitó por el peaje de Corcona en octubre de 2019 y los vehículos que entre el 2017 y 2020 la Sutran detectó con la comisión de la infracción F.1 referida a brindar el servicio de transporte terrestre informal se identificó el patrón de desplazamiento de las unidades que prestan el servicio de transporte terrestre de pasajeros informal, este se caracterizó mediante el uso de conglomerados estadísticos alrededor de variables como los días recorridos por el peaje objeto de análisis y el número de recorridos realizados por este punto geográfico a lo largo del mes de octubre de 2019, concluyéndose que como patrón mínimo estos vehículos transitaban al menos 14 días y 19 veces en este intervalo de tiempo.

La proyección de este patrón de desplazamiento en los registros de vehículos de pasajeros del peaje de Corcona, permite determinar que el 5,9% (1 688) del total de vehículos transitan bajo las mismas características (en días y recorridos) por lo que se constituyen como potenciales unidades informales; lo que se traduce en términos del flujo vehicular en un equivalente del 40,9% del total de recorridos (46 512).

En complemento, se estimó la capacidad de detección de la Sutran acerca de los vehículos informales, concluyéndose que, de las 1 688 unidades caracterizadas

mediante el patrón de desplazamiento informal, se logró detectar 510 de ellas, lo que representó el 30,2% de este universo; es decir la Sutran logró detectar a 3 de cada 10 vehículos informales que transitaron por este peaje en octubre de 2019.

A la luz de las estimaciones, se cuenta con información importante de insumo para fortalecer la fiscalización de campo y gabinete contra el servicio de transporte informal en carretera central (días, horarios, tipo de vehículos con mayor concentración, otros); y se tiene además una línea de base para la medición de los resultados del trabajo de la Sutran en periodos posteriores.

A la postre, es importante referir que el presente documento de trabajo sostiene las estimaciones descritas sobre una propuesta metodológica para la cuantificación aproximada del volumen de vehículos y el flujo vehicular de pasajeros informal en atención a las características particulares del tránsito registrado en el peaje de Corcona, por lo que no corresponde la extrapolación directa de los resultados a otros espacios de las vías nacionales en el país.

7. Bibliografía

Hastie, T., Tibshirani, R., y Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning, Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Producción y Empleo Informal en el Perú, Cuenta Satélite de la Economía Informal 2007 - 2016*.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2019). *Producción y Empleo Informal en el Perú, Cuenta Satélite de la Economía Informal 2007 - 2018*.

Karl, W., y Simar, L. (2015). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Springer.

Makles, A. (2012). How to get the optimal k-means cluster solution. En *The Stata Journal* (Vol 12, N° 2, pp. 347 - 351).

Reglamento Nacional de Administración de Transporte (RNAT).

