

CAPÍTULO

6

Anexo metodológico

INDICE	Introducción
Introducción	193
Aportes metodológicos en materia de equidad e integración social	193
Índice de calidad del empleo	193
Aportes metodológicos en materia de oportunidades, estabilidad y solvencia económicas	195
Dinámica y estructura productiva regional	
Análisis de sobrevivencia de las empresas costarricenses	195
Encadenamientos y demanda del sector turismo	195
Aportes metodológicos en materia de armonía con la naturaleza	198
Consulta ambiental a los gobiernos locales	198
Estimación de tiempos de viaje en congestionamientos en la GAM	198

Uno de los principales objetivos del *Informe Estado de la Nación* es proveer al país información oportuna, que permita conocer el avance en el logro de sus aspiraciones de desarrollo humano sostenible.

Con la intención de aumentar la profundidad con que se analizan los temas, cada año interviene una amplia red de instituciones e investigadores, quienes colaboran con el suministro de información actualizada, bases de datos y la aplicación de técnicas y mediciones novedosas, que facilitan una comprensión más objetiva de la realidad nacional. Al incorporar distintos instrumentos metodológicos se pretende dar una sólida base técnica a los hallazgos presentados en cada capítulo.

En este “Anexo Metodológico” se exponen los procedimientos técnicos seguidos para el abordaje de algunos temas incluidos en la sección “Miradas a profundidad” de esta edición. En materia de equidad e integración social (capítulo 2) se describe el método de estimación del índice de calidad del empleo 2018. Tres aportes corresponden al ámbito de oportunidades, estabilidad y solvencia económicas (capítulo 3), a saber: i) estructura productiva a nivel regional con base en los registros del BCCR, ii) análisis de sobrevivencia del parque empresarial, y iii) encadenamientos productivos del sector turismo. En materia de armonía con la naturaleza (capítulo 4) se detallan tres estudios: i) gestión y capacidades de los gobiernos locales en materia ambiental, ii) estimación del aumento en los tiempos

de viaje en congestionamientos en los cantones de la GAM en el período 2015-2019, y iii) factores que explican los niveles de saturación vial en la ruta 39.

Aportes metodológicos en materia de equidad e integración social

Índice de calidad del empleo

El capítulo 2 de este Informe analiza las condiciones laborales de la población ocupada, para identificar los grupos con mejor calidad de empleo y los que presentan mayores carencias. Pacheco y Elizondo (2019) construyeron un índice para hacer esa medición, a partir de cuatro dimensiones: 1) ingresos suficientes, 2) cumplimiento de la protección social básica, 3) jornadas laborales y balance vida-trabajo, y 4) estabilidad y satisfacción laboral, las cuales contienen un total de ocho indicadores (cuadro 6.1). Para su selección se consideró tanto la experiencia internacional, como la disponibilidad de la información en la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) 2018, del INEC. El índice se calculó para personas ocupadas asalariadas, desagregadas entre instituciones (o empresas) públicas o privadas y los hogares (es decir, el servicio doméstico), por un lado, y las que trabajan por cuenta propia, por

Cuadro 6.1

Dimensiones e indicadores del índice de calidad del empleo

Dimensión	Indicador
Ingresos suficientes	Ingreso superior al salario mínimo legal por hora.
Cumplimiento de la protección social básica	Afiliación directa al seguro de salud.
	Afiliación a un régimen de pensiones.
Jornadas laborales y balance vida-trabajo	No sobrejornada: horas trabajadas en empleo principal por debajo de 49.
	No subcontratación: horas trabajadas en empleo principal mayor a 39.
	Disfrute de vacaciones pagas ^{a/} .
Estabilidad y satisfacción laboral	No desea cambiar de trabajo.
	Tiene estabilidad laboral.

a/ Este indicador está disponible únicamente para las personas ocupadas asalariadas, por lo que no se incluye en el cálculo del índice para trabajadores por cuenta propia.

Fuente: Pacheco y Elizondo, 2019.

el otro. En 2018 estas categorías representaron el 95,5% del total de ocupados.

La primera dimensión analiza el aspecto remunerativo. Para su medición se utilizó el pago por hora que reciben las personas asalariadas y el ingreso laboral por hora de quienes trabajan por cuenta propia. Ambos se compararon con el salario mínimo establecido por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Para las personas asalariadas de los hogares el salario mínimo por hora resultó de dividir el salario de la categoría “servicio doméstico” (establecido en 183.939,5 colones por mes en el 2018) entre 26 días de trabajo y posteriormente entre 8 horas de jornada regular. De esta forma, se considera incumplimiento cuando el salario percibido por la persona es menor a 884,3 colones por hora.

Para el resto de las personas ocupadas (asalariadas y por cuenta propia), el salario mínimo por hora se estimó tomando como referencia el salario por día del “trabajador no calificado” (10.060,75 colones), para luego dividirlo entre 8 (jornada regular). El resultado es un salario mínimo por hora de 1.257,6 colones. El salario por hora de cada trabajador se calculó a partir del “salario principal mensual monetario bruto” reportado en la Enaho, dividido entre el número de “horas normales semanales del empleo

principal”, las cuales se multiplicaron por 4,33 para obtener un valor mensual y determinar el ingreso por hora.

La segunda dimensión mide el cumplimiento de la normativa en materia de protección social básica. Para tal efecto se seleccionaron dos indicadores: i) condición de aseguramiento (seguro de salud de la CCSS) y ii) afiliación a un régimen de pensiones.

En cuanto a la afiliación al seguro de salud de la CCSS, el índice considera como cumplimiento los casos de trabajadores que gozan de ese beneficio por su condición de asalariados. En otras palabras, el objetivo de este indicador es medir el cumplimiento por parte del empleador. Así, si la persona es asalariada y asegurada directa, entonces el trabajador cumple con esa garantía (obtiene un “1”). En caso de que el asalariado cuente con seguro, pero por medios indirectos (por el Estado, familiar, etc.) se deduce que no “goza del mismo porque su trabajo no lo sufre”. En esta categoría se incluye a quienes no están asegurados. Para los trabajadores por cuenta propia se consideran las siguientes categorías de afiliación: asegurado voluntario, trabajador independiente o por “convenio”.

En el ámbito de las pensiones, dada la multiplicidad de regímenes existentes en el país (CCSS, Poder Judicial, Magisterio

Nacional, etc.), se toma como cumplimiento la afiliación a cualquiera de ellos, no solo al de la CCSS.

La tercera dimensión analiza las horas dedicadas al trabajo y lo que ello implica para el desarrollo personal en otras actividades (ocio, deportes y recreación, entre otras). Se calcula con tres indicadores: no sobrejornada, no subcontratación (o no subempleo) y disfrute de vacaciones pagas.

En el caso de “no sobrejornada” se considera si las horas laboradas en el empleo principal están o no por encima de la jornada ordinaria (más de 48 horas semanales). Por subcontratación (o subempleo) se entiende el caso de los asalariados que laboran menos de 40 horas por semana. Finalmente, se valora si el trabajador disfruta o no de vacaciones pagas.

La última dimensión contempla la estabilidad en el empleo (que en la literatura también aproxima el concepto de seguridad del trabajo) y la satisfacción con el mismo. Los indicadores utilizados fueron las preguntas “C5A: desea cambiar de trabajo” y “estabilidad laboral”, de la Enaho 2018. Con respecto al segundo indicador, las opciones son: empleo permanente, no permanente de corta, mediana o larga duración y actividad ocasional. Se considera “estable” solo si la persona tiene un empleo permanente.

El índice de calidad del empleo convierte cada uno de los indicadores antes descritos en variables dicotómicas (0, 1), donde cero representa la carencia del aspecto evaluado. Luego se suman todos los puntos que obtuvo la persona “i” y su valor se divide entre 8. De esta forma, por ejemplo, si la sumatoria da 5, el nivel de cumplimiento es del 62,5%.

La distribución de las valoraciones favorables (iguales a 1) se categorizaron en cuatro grupos en el caso de las personas asalariadas, a saber: i) calidad baja, trabajadores con 2 o menos indicadores positivos, ii) calidad media-baja, de 3 a 4 indicadores, iii) calidad media-alta, 5 o 6, y iv) alta calidad, 7 u 8. Para las personas que trabajan por cuenta propia la clasificación se hizo en tres grupos: i) calidad baja, con rangos de 1 a 3 indicadores positivos, ii) calidad media, de 4 a 5, y iii) calidad alta, de 6 a 7 cumplidos.

Todos los indicadores tienen asignado el mismo peso (1/8), de manera que la ponderación de cada dimensión depende del número de indicadores que posea. El cuadro 6.2 resume la distribución de pesos.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE CALIDAD DEL EMPLEO

véase Pacheco y Elizondo, 2019 en www.estadonacion.or.cr

Aportes metodológicos en materia de oportunidades, estabilidad y solvencia económicas

Dinámica y estructura productiva regional

La investigación de Jiménez Fontana y Segura (2019b) aproximó la estructura productiva a nivel regional a partir del Registro de Variables Económicas (Revec) del Banco Central de Costa Rica (BCCR), el cual contiene el detalle del parque empresarial para el período 2005-2017. El procesamiento requerido para este trabajo se realizó en el mismo Banco, bajo las condiciones de seguridad tecnológica necesarias para garantizar la integridad y confidencialidad de la información. Dado que el enfoque del estudio fue el análisis del parque empresarial privado, se excluyeron los registros de actividad económica correspondientes a la administración pública, empresas estatales y organizaciones sin fines de lucro. Se utilizó la variable “ingresos por concepto de ventas”, que no debe confundirse con el concepto de producción que se usa para estimar el PIB, dado que no se descuentan los costos intermedios. En otras palabras: el ingreso de las empresas por concepto de ventas no equivale a valor agregado.

Con respecto a la clasificación de los negocios según actividad económica, para efectos del estudio se efectuó una reagrupación de la variable “sector económico” a partir de los registros CIU (cuadro 6.3). Una de las limitaciones

Cuadro 6.2

Distribución de pesos del índice de calidad del empleo, por categoría

Dimensión	Peso asignado
Dimensión 1: Ingresos suficientes	12,5
Dimensión 2: Cumplimiento de la protección social básica	25,0
Dimensión 3: Jornadas laborales y balance vida-trabajo	37,5
Dimensión 4: Estabilidad y satisfacción laboral	12,5

Fuente: Pacheco y Elizondo, 2019.

del Revec es que no incluye a las empresas informales; además, no considera las “actividades de los hogares como empleadores, actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio”.

El Revec contiene información de cada unidad empresarial por provincia, cantón y distrito. Con esos datos se procedió a codificar los registros geográficos y se construyó la variable “región” según las regiones de planificación definidas por Mideplán, con una variante: la región Central se subdividió en dos segmentos, a los que se denominó Central-GAM y Central-Periferia.

Cabe señalar que otra de las limitaciones de la fuente de información utilizada es que consigna la ubicación de la empresa según su registro administrativo, el cual no necesariamente corresponde al lugar donde se realiza la actividad económica. El cuadro 6.4 detalla la composición de las variables creadas para el estudio.

Para el análisis de grupos (*clusters*) se utilizaron los siguientes indicadores a nivel cantonal: proporción de empresas micro, pequeñas, medianas y grandes; suma del ingreso total por concepto de ventas; porcentaje de empresas extranjeras y proporción de empresas exportadoras. Todas las variables fueron estandarizadas por año para y posteriormente fueron recodificadas según su comportamiento con respecto al promedio: a los cantones con un puntaje estándar inferior al promedio se les asignó cero, y a aquellos que en cada variable específica registraron valores por encima de cero se

les asignó 1. De esta forma se agruparon los cantones en tres categorías según su desempeño: alto, promedio y bajo.

Por último, con las variables “ingresos por concepto de ventas” y “cantidad de trabajadores” para cada empresa registrada, junto con la ubicación territorial y la actividad económica, Morales y Segura (2019) estimaron indicadores de deciles de empresas e índices de Gini, cuyos principales resultados se reportan en el capítulo 2 de este Informe.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE PARQUE EMPRESARIAL CON ENFOQUE REGIONAL

véase Jiménez Fontana y Segura, 2019b y Morales y Segura, 2019, en www.estadonacion.or.cr

Análisis de sobrevivencia de las empresas costarricenses

Con información del Revec, Jiménez Fontana y Segura (2019a) realizaron un análisis de sobrevivencia del parque empresarial, aplicando una técnica estadística que permite estudiar el tiempo que transcurre entre el inicio y el final de un hecho. Esto último se conoce como “falla”. La “falla” es la muerte de un individuo o la terminación de un evento, o bien su recuperación; el concepto puede aplicarse a una persona que ha quedado empleada o desempleada, a un primer

Cuadro 6.3

Clasificación de las actividades económicas

Código	Actividad agrupada	Actividad según el Revec
1	Agropecuaria	Agricultura, silvicultura y pesca
2	Industria manufacturera	Manufactura
3	Otros secundario	Suministro de electricidad y gas
		Suministro de agua, evacuación de aguas residuales y gestión de desechos
		Construcción
		Explotación de minas y canteras
4	Comercio	Comercio al por mayor y al por menor
5	Financiera e inmobiliaria	Actividades financieras
		Actividades inmobiliarias
6	Hoteles y restaurantes	Actividades de alojamiento y servicio de comidas
7	Otros servicios	Información y comunicación
		Enseñanza
		Actividades de atención de la salud humana y asistencia social
		Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas
		Otros servicios
		Actividades diplomáticas
8	Transporte y almacenamiento	Transporte y almacenamiento
9	Profesionales y administrativos	Actividades profesionales, científicas y técnicas
		Actividades de servicios administrativos y de apoyo

Fuente: Jiménez Fontana y Segura, 2019b, con datos del BCCR.

matrimonio o primer divorcio, el primer título universitario o la deserción de la universidad.

El análisis de sobrevivencia es una técnica que se ajusta a estudios longitudinales. Por ello es necesario identificar los casos en los que nunca se llega a presentar la falla –los individuos o elementos analizados abandonan el estudio o simplemente desaparecen– y que se denominan “censuras”, pues es imposible determinar si presentaron o no la falla. El inicio es el momento en que el individuo entra al estudio, es decir, cuando se hace su primer registro de información, y el final es el momento en que se presenta la falla. Hay que aclarar que también existe un tiempo de inicio y final del estudio, que en el caso del Revec va del año 2005 al 2017, pero una empresa puede haber iniciado su vida en 2010 y presentado su falla o muerte en 2013. El lapso entre esos dos momentos es lo que se conoce como tiempo de falla o tiempo de sobre-

vida. Para efectos operativos, Jiménez Fontana y Segura aplicaron estos conceptos de la siguiente forma:

- **Evento o falla:** se considera que una empresa presentó la falla (muerte) si no se tiene información antes del año 2017, es decir, si no hay registros se asume que cesó sus actividades y, por consiguiente, presentó la falla, lo que permite catalogarla como “muerta”. Esta determinación se mantiene aun si la empresa que tuvo ese comportamiento reaparece tiempo después.
- **Tiempo de inicio:** año en que la empresa tiene su primer reporte de datos; se entiende como su “nacimiento”.
- **Tiempo final:** año en que ya no se tiene información de la empresa en el Revec.
- **Tiempo de sobrevida:** tiempo trans-

currido entre el año de inicio y el año final. También corresponde a los días acumulados en que la empresa ha estado expuesta a la aparición de la falla.

- **Empresas censuradas:** empresas que llegaron “vivas” al 2017 y que no se puede determinar si murieron o no después de ese año. De igual forma se censuran todos los registros del año 2005, debido a que no se conoce el momento exacto de inicio de la empresa.

Con el análisis de sobrevida se pretende modelar una variable aleatoria T que resume el tiempo t en el cual se ha presentado la falla. Para esto, mediante la función de sobrevida $S(t)$ se estima la probabilidad de que un individuo sobreviva más allá del tiempo t . Es decir, la probabilidad de sobrevivencia en el tiempo cero es igual a 1, pero esta tiende a decrecer hasta cero conforme el tiempo tiende a infinito.

Cuadro 6.4

Variables creadas para el estudio de la estructura productiva regional

Variable	Detalle
Región y cantón	La variable “región” se compone de siete categorías: Central-GAM, Central-Periferia, Brunca, Pacífico Central, Huetar Norte, Chorotega, y Huetar Caribe. En la región Central se separaron los cantones que se encuentran dentro y fuera del área metropolitana, dadas las diferencias identificadas en sus estructuras productivas. La región Central-Periferia la integran Puriscal, Tarrazú, Acosta, Turrubares, Dota, León Cortés, San Ramón, Grecia, Naranjo, Palmares, Zarcerro, Valverde Vega, Jiménez, y Turrialba. Para efectos del análisis regional y cantonal, se excluyeron las unidades empresariales que no contaban con registros geográficos.
Empresa exportadora	Se definió que una empresa es exportadora si en un año específico reportó un monto mayor a cero por concepto de exportaciones.
Tamaño de la empresa	El tamaño de la empresa se definió según la clasificación del MEIC a partir del número de trabajadores reportados cada año, de la siguiente forma: micro: 10 trabajadores o menos, pequeña: entre 11 y 35, mediana: entre 36 y 100, grande: 101 o más empleados.
Número de empresas	Para cada año, se contabilizaron las empresas que registraron ingresos por concepto de ventas mayores a cero o un número de trabajadores promedio de al menos 1. La suma de las empresas contabilizadas se registró como el número de empresas en cada año.
Salario real promedio anual (millones de colones)	Se definió el salario promedio de cada empresa como la razón entre el costo total reportado por concepto de salarios (en términos reales) y la cantidad de trabajadores promedio contratados en ese mismo año. Para deflactar el salario se utilizó el IPC de junio de 2017.
Aproximación de la productividad laboral	Esta variable consiste en la razón entre los ingresos anuales reportados por cada empresa por concepto de ventas, entre la cantidad de trabajadores contratados.

Fuente: Jiménez Fontana y Segura, 2019b, con datos del BCCR.

$$S(t)=P(T>t)$$

$$S(t)=\begin{cases} 1 & \text{para } t=0 \\ 0 & \text{para } t=\infty \end{cases}$$

Existen técnicas paramétricas y no paramétricas que facilitan el cálculo de las probabilidades de sobrevivida. En el primer grupo las más utilizadas son la distribución exponencial, la de Weibull y Lognormal, que deben cumplir una serie de supuestos para ser aplicadas. En el segundo caso las técnicas más empleadas son Kaplan Meier, Logrank y regresión de Cox. Para esta investigación se aplicó el estimador de sobrevivida de Kaplan Meier, dada su facilidad de cálculo e interpretación. Por otro lado, es aconsejable usar una técnica no paramétrica antes de suponer que los datos siguen cierta distribución teórica, lo que puede sentar las bases para luego aplicar técnicas de tipo paramétrico.

Dado que el único dato de tiempo es el año de registro, se decidió contabilizar el tiempo en días para una mayor facilidad de agregación posterior. Para esto se estableció el tiempo de inicio el día primero de enero y el tiempo final el día 31 de diciembre del año respectivo. Los datos no permiten conocer el día o mes exacto en el cual se presenta la falla; el supuesto es que la empresa, al final del año, ya había presentado la falla.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SOBREVIVENCIA DE LAS EMPRESAS

véase Jiménez Fontana y Segura, 2019a, en www.estadonacion.or.cr

Encadenamientos y demanda del sector turismo

Meneses y Córdova (2019) estimaron los encadenamientos productivos del sector turismo a partir del abordaje metodológico de Schuschny (2005). El concepto de encadenamientos fue planteado por Hirschman (1973), en función de la capacidad que tiene una actividad para estimular a otras a través de la interdependencia productiva.

La fuente de información es la matriz insumo producto turística (MIP turística; BCCR, 2016) la cual cuenta con registros de 136 actividades. A partir de esta base de datos se estimaron los coeficientes técnicos de cada una de las actividades y posteriormente se calculó la matriz inversa de Leontief, que refleja el nivel de encadenamientos productivos del sector.

Los encadenamientos “hacia atrás” se calculan como el efecto de un incremento de una unidad en la demanda

final neta de importaciones de un sector j-ésimo, lo que genera un efecto en la producción igual a la suma de la columna j de la matriz inversa de Leontief.

Los encadenamientos permiten comparar y ordenar a los sectores económicos en función de su impacto, pero no indican si esos efectos se irradian a toda la economía. Para realizar una comparación más detallada, Rasmussen (1963) propone los índices de “poder de dispersión” y “sensibilidad de dispersión”, que se calculan a partir de los coeficientes de la matriz inversa de Leontief, como un encadenamiento normalizado. El primero se utiliza para medir los encadenamientos “hacia atrás” y el segundo estima los encadenamientos “hacia adelante”. Con base en estas dos medidas se puede clasificar a los sectores económicos en cuatro tipos: clave, estratégicos, impulsores e independientes (para más detalles véase Meneses y Córdova, 2019, en el sitio www.estadonacion.or.cr)

Para estimar los efectos de cambios en la demanda final turística, Meneses y Córdova (2019) multiplicaron la matriz inversa de Leontief por los diferentes vectores de la demanda final turística, de forma que se cumple:

$$\Delta^x = B\Delta^y$$

Donde:

Δ^x es el cambio en el vector de producción

Δ^y es el cambio en la demanda final neta

B es la matriz inversa de Leontief

La estimación de los impactos se realizó cuantificando en unidades monetarias (colones de 2012) los componentes de la demanda final, a partir de lo cual se calcularon tasas de variación de los componentes (ponderados por su participación en la demanda final), lo que facilitó la interpretación de los resultados.

Para determinar los efectos en la economía de variaciones en la demanda final del turismo receptor, se estimó el gasto promedio anual de cada origen (región o país), a partir de los datos de los indicadores no monetarios de las Cuentas Satélite

de Turismo, específicamente el número de personas clasificadas como turistas (visitantes que pernoctan) y la información de la llegada de turistas internacionales por área geográfica del ICT. Con estos datos se calculó el gasto turístico promedio anual, como el resultado de la división del gasto de la demanda final de cada clasificación, para el número de visitantes. El análisis de impacto se realizó para el conjunto del turismo receptor y para cada región, para lo cual se multiplicó la matriz inversa por el nuevo vector de demanda final (resultado del incremento de la demanda final). Para la estimación del turismo interno también se usaron los indicadores no monetarios de las Cuentas Satélite de Turismo.

Por último, el impacto de los cambios de la demanda final en la producción permitió estimar los multiplicadores, tanto del turismo receptor como del interno. Estos multiplicadores se obtienen de la división entre los resultados de los efectos totales (directo e indirecto) del aumento de la demanda final sobre los efectos directos únicamente.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE ENCADENAMIENTOS DEL SECTOR TURISMO

véase Meneses et al., 2019, en www.estadonacion.or.cr

Aportes metodológicos en materia de armonía con la naturaleza

Consulta ambiental a los gobiernos locales

Para conocer la viabilidad de que las municipalidades cumplan con las tareas y obligaciones que les asigna la normativa nacional sobre medio ambiente, para este Informe se llevó a cabo la consulta “Gestión y capacidades de los gobiernos locales en materia ambiental”.

Cabrera (2019) identificó las principales normas de alcance nacional que confieren a los municipios responsabilidades directas en este campo. El análisis

considera al menos veinte instrumentos, incluyendo leyes, votos de la Sala Constitucional, reglamentos, políticas y códigos.

A partir de ese inventario se construyó un cuestionario que consta de 5 secciones. La recolección de información se llevó a cabo entre el 7 de mayo y el 28 de junio de 2019. En total se efectuaron 81 consultas¹, pero solo se obtuvo respuesta de 63 ayuntamientos.

Para valorar la gestión de los gobiernos locales, Chacón et al., 2019 construyeron un *ranking* a partir de las respuestas que se obtuvieron en 58 ítems del cuestionario, las cuales se agruparon en tres dimensiones: i) *herramientas*, ii) *capacidades* e iii) *iniciativa y acción*. Se construyó una escala estandarizada de entre 0 y 100 puntos, en la cual 0 corresponde a la peor situación y 100 a la óptima.

A partir de estos puntajes se clasificó a las municipalidades en tres grupos según su desempeño: alto, medio y bajo. Se usó la técnica estadística análisis de *clusters*, la cual aglutina de forma natural los elementos, buscando lograr la máxima homogeneidad en cada uno y la mayor diferencia entre los grupos.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE CONSULTA A LOS GOBIERNOS LOCALES

véase Chacón et al., 2019, en www.estadonacion.or.cr

Estimación de tiempos de viaje en congestionamientos en la GAM

Sánchez (2019) estimó el aumento en los tiempos de viaje en periodos de congestionamiento vial, que se experimentó entre 2015 y 2019 en los 31 cantones que conforman la Gran Área Metropolitana (GAM). Para ello utilizó la plataforma digital *Google Maps*, una aplicación que, por medio de los teléfonos celulares, guía a los usuarios en sus trayectos y registra información sobre sus movimientos. Con esta herramienta, y con el uso de sistemas de información geográfica (SIG),

se construyó una base de datos sobre tramos recorridos, rutas usadas, horarios, días, velocidades y cantones involucrados.

Los tiempos de viaje estimados por *Google Maps* están compuestos por varios factores, que dependen de los datos disponibles para cada área particular. Estos incluyen los límites de velocidad oficiales y recomendados, las velocidades basadas en el tipo de carretera, las velocidades medias históricas en ciertos períodos (o momentos específicos del día), tiempos efectivos de viaje de otros usuarios e información del tráfico en tiempo real. Todos estos elementos forman parte del algoritmo que utiliza Google para calcular el tiempo de recorrido en diferentes tramos de una ruta. *Google Maps* gestiona el tráfico en vivo, comparando las predicciones con los tiempos reales, para modificar sus algoritmos y fuentes de datos, y mejorar los pronósticos en términos medios.

Al combinar la velocidad de un usuario con la de otros que circulan en la misma carretera, cruzándola con la información de miles de teléfonos celulares que se mueven por una ciudad a cualquier hora, *Google Maps* puede conseguir un esquema muy preciso, y en directo, de las condiciones del tráfico. Es importante mencionar que esta información no se encuentra disponible en una base de datos, lo cual implica que, en el ejercicio realizado para este Informe, para cada tramo y ruta que conecta los cantones de la GAM, en cada horario y día seleccionado, fue necesario obtenerla en el sitio <https://www.google.es/maps>, para ir conformando la base de datos mediante el uso de SIG, tramo por tramo.

Una vez sistematizada la información, se procedió a estimar los tiempos de viaje en momentos de flujo con congestión en 133 distritos. Se trata del tiempo que toma trasladarse de cada distrito hacia el distrito central en cada cantón, en dos períodos del día: diurno (6 a 8 am) y nocturno (5 a 7 pm). Los datos analizados correspondieron a dos grupos de observaciones: el primero incluyó los meses de enero, marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre de 2015 a 2018, y el segundo los meses de febrero, marzo y

abril de 2019. En cada mes se seleccionaron las semanas 2 y 4 (de lunes a viernes). Los datos se promediaron por hora, día, mes y año. En total se monitorearon 51 meses, 204 semanas, 1.020 días y 4.080 horas. Es importante señalar que, en los casos en que se identificó más de una ruta que conecta un distrito con el central, se tomó la que registró el menor tiempo de viaje. Adicionalmente se usó como punto de referencia el centroide geométrico del distrito.

Para explorar los vínculos entre la construcción de condominios y apartamentos y el aumento en los tiempos de viaje, Sánchez (2019) georreferenció de manera directa 215 condominios dentro de los 25 distritos que agruparon el 90% de las edificaciones de este tipo entre 2013 y 2018. Posteriormente, a cada condominio se le definió un área de influencia de dos kilómetros por carretera. Se estimaron los valores en horas “pico” y “no pico” del período 2015-2019. Se analizaron los meses de enero, marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre de 2015, 2016, 2017 y 2018, así como los meses de febrero, marzo y abril de 2019. En cada mes se seleccionaron las semanas 2 y 4. Para efectos del estudio, las semanas estaban compuestas por cinco días (lunes a viernes). Para cada día se seleccionaron las horas de congestión (6 a 8 am y 5 a 7 pm); como horas “no pico” se consideraron los lapsos de 10 a 11 am y de 1 a 2 pm. Los datos obtenidos se promediaron por hora, día, mes, año y distrito.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE TIEMPOS DE VIAJE EN LA GAM

véase Sánchez, 2019, en www.estadonacion.or.cr

Factores que explican la saturación vial en la ruta 39

Durán Monge (2019) analizó los principales factores que explican la saturación vial en la ruta 39, con base en los resultados del estudio de Cubero et al. (2019). Utilizó diversas fuentes de información,

a saber: la base de datos de atascos de la aplicación móvil Waze (que incluye más de 52 millones de registros capturados durante el año 2018), el Censo Nacional de Población 2011 del INEC, las proyecciones distritales de población al 2019 del Centro Centroamericano de Población (CCP) de la UCR y los resultados del trabajo de campo realizado en la ruta 39 por la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional, del Lanamme-UCR.

El análisis se realizó en cuatro etapas. La primera consistió en clasificar los 145 segmentos de 100 metros de longitud que conforman la ruta 39 (conocida como “carretera de circunvalación”) según la intensidad de la saturación, calculada mediante los datos de Waze. Para estimar la saturación se usaron las tres variables planteadas por Cubero et al. (2019): i) tiempo promedio de retraso en segundos con respecto a la velocidad en vía libre, ii) cantidad de atascos reportados en un segmento como proporción del total de atascos registrados en la vía, y iii) variabilidad del retraso, medida por su desviación estándar (esto último permite diferenciar entre segmentos saturados o no, de manera constante o esporádica). Se empleó la técnica de análisis multivariado K-medias, con 10.000 iteraciones y 50 repeticiones para determinar el número de conglomerados, y con 1.000 iteraciones y 50 repeticiones para seleccionar el algoritmo *Lloyd*. Como resultado fue posible categorizar cada segmento según cuatro niveles de saturación: muy alto, alto, medio y bajo.

En la segunda etapa se determinó en términos espaciales el área de influencia de la ruta 39, según la ubicación de los cantones y distritos más cercanos a la vía. Esto permitió identificar y delimitar las zonas: i) que están dentro del anillo de “circunvalación”, ii) las que son cruzadas por la “circunvalación” y iii) las que no son atravesadas por la ruta 39, pero colindan con otras que sí la traspasan.

El tercer paso consistió en medir la presión que generan las personas al utilizar las distintas vías, según sus destinos y necesidades de movilidad. Para aproximar este valor se consideraron dos factores: el perfil demográfico de quienes

viven en las zonas cercanas a la ruta 39 y los desplazamientos que realizan para llegar a sus lugares de trabajo. En el primer caso, se consideraron tres indicadores para cada uno de los distritos que conforman la zona de influencia de la “circunvalación”: la cantidad de habitantes, la densidad poblacional por kilómetro cuadrado y el porcentaje de población en edad de asistir a centros educativos (considerando un rango de entre 4 y 17 años). Para el segundo, se determinaron los desplazamientos entre cantones que realizan las personas para ir a sus centros de trabajo. En este ejercicio se utilizaron los datos del Censo de Población (INEC, 2011), partiendo del supuesto de que las proporciones de movimiento entre cantones se han mantenido constantes con el paso del tiempo.

Dado que la mayor parte de la ruta 39 se localiza en el cantón central de San José, se caracterizaron cuatro tipos de movimientos que se dan como resultado del desplazamiento de las personas a

sus centros de trabajo, a saber: i) desde otros cantones hacia el cantón central de San José, ii) desde el cantón central de San José hacia otros cantones, iii) entre cantones distintos al cantón central de San José (los cuales podrían utilizar o atravesar el anillo de “circunvalación”) y iv) el de las personas que viven y trabajan en el cantón central de San José, es decir, que se mueven dentro de este. Para efectos de la visualización se usaron grafos o redes que muestran los movimientos y su magnitud. Los nodos se ubican en los centros de ciudad del primer distrito de cada cantón.

Por último, para los dos primeros movimientos (hacia y desde el cantón central de San José) se estimó la presión que genera el desplazamiento de las personas en el anillo de “circunvalación”. Para esto se dividió la ruta 39 en cuatro sectores de igual longitud y se calculó la presión según el número de personas que ingresan o salen por cada sector. Específicamente se consideraron

los movimientos de mayor volumen entre cantones, que acumularon el 90% del total de las personas. Es importante mencionar que, si bien se identificaron 41 puntos de entrada y salida (a partir del trabajo realizado por Lanamme-UCR), solo se analizaron los 22 que conectan con las principales vías. En los casos en que se identificó que un movimiento afectaba a más de un sector, el total de personas se dividió entre los sectores involucrados en partes iguales. Los hallazgos de este estudio se detallan en el capítulo 4 de este Informe.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SATURACIÓN VIAL EN LA RUTA

Véase Durán Monge, 2019, en
www.estadonacion.or.cr

Investigadores principales: Natalia Morales Aguilar, Pamela Jiménez Fontana, Karen Chacón Araya, Leonardo Merino Trejos y Rafael Segura Carmona.

Insumos: *Indicador de calidad del empleo*, de José Francisco Pacheco Jiménez y Hazel Elizondo Barboza; *Estudio exploratorio del empleo y la desigualdad con datos del parque empresarial*, de Natalia Morales Aguilar y Rafael Segura Carmona; *Aporte del sector turístico como eje estratégico de encadenamientos productivos*, de Karla Meneses (UDLA-Ecuador), Gabriela Córdova (UDLA-Ecuador), Katherine Oleas (UDLA-Ecuador); *Crecimiento, empleo y sector externo en Costa Rica*, de Karla Meneses Buchelí (UDLA-Ecuador) y Gabriela Córdova Montero (UDLA-Ecuador); *Estructura productiva regional en Costa Rica y Análisis de sobrevivencia de las empresas*

costarricenses, ambos de Pamela Jiménez Fontana y Rafael Segura; *Patrones de crecimiento urbano y sus impactos sobre la movilidad*, de Leonardo Sánchez Hernández; *Presión poblacional y sus efectos en la saturación vial de la Ruta 39*, de Esteban Durán Monge; *Gestión y capacidades de los gobiernos locales en materia ambiental*, de Karen Chacón Araya, Leonardo Merino Trejos y Rafael Segura Carmona (PEN).

Edición de textos y corrección:

Alexandra Steinmetz.

Diseño y diagramación:

Erick Valdelomar/Insignia | Ng.

Un agradecimiento especial al INEC y el BCCR, por el **acceso a sus bases de datos**.

Notas

1 Debido a su reciente creación, en marzo de 2017, el cantón de Río Cuarto aún no ha elegido a sus autoridades, ni ha tenido el tiempo suficiente para instalar sus oficinas, elaborar planes y reglamentos o realizar las acciones en materia de gestión ambiental que se evaluaron en esta consulta. Por tanto, habría sido incorrecto calificar su desempeño junto a los demás cantones. En próximas ediciones este nuevo municipio se irá incorporando en los análisis, a medida que vaya generando información.

