

Estado de la capacidad y niveles de servicio en la Red Federal de Carreteras en México

Abril 2023

Introducción y metodología

- La disponibilidad de vías de comunicación adecuadas en un país, es esencial para garantizar la competitividad y la promoción del desarrollo local y regional. Debido a lo anterior, México ha realizado esfuerzos cuantiosos en inversiones a través de los años y se ha logrado incrementar de manera considerable la longitud de las redes de comunicación vial. Una vez construidas, la condición de servicio y su estado físico son aspectos clave para poder materializar sus beneficios.
- En México, la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte (SICT) se encarga de definir el grado de calidad de servicio que prevalece en cada tramo de la red carretera. Dicho grado se mide cuantitativa- y cualitativamente mediante el cálculo de los niveles de servicio. Estos a su vez, orientan el establecimiento de políticas acordes con las necesidades socioeconómicas para la planeación, modernización y conservación de la infraestructura carretera.
- Para conocer la capacidad y los niveles de servicio que prevalecen en cada tramo de la red carretera, se consideran:
 - Las condiciones establecidas por las características físicas del camino.
 - Las condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito vehicular en cuanto a su magnitud y tipo de vehículos.
 - La capacidad se entiende como el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso de una hora; de esta forma, los niveles de servicio son

una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones al movimiento continuo del tránsito, la libertad de manejo, la comodidad y los costos de operación.



Introducción

Este documento tiene como objetivo mostrar la condición del sistema carretero nacional desde la clasificación de los niveles de servicio publicados por las autoridades y demostrar como el cambio en el tránsito puede impactar en el nivel de servicio alcanzado. Para esto, se definen las categorías de niveles de servicio y se realiza una caracterización de los resultados más actuales en las diferentes vías de comunicación en el país. Al final se analizan los cambios efectuados en una vía en particular y se vinculan con los cambios en su tránsito.

El análisis de la capacidad se realiza con base en el "Highway Capacity Manual 2010", con el cual se determina el nivel de servicio y la velocidad de operación en que se encuentra una carretera. Se toma en consideración el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA),

con su composición vehicular correspondiente y, a partir de éste, se estima el volumen horario de máxima demanda, mismo que dividido entre el "Factor horario de máxima demanda" (FHMD), constituye el insumo para obtener el volumen de servicio con que cuenta una carretera, el cual permitirá determinar el nivel de servicio y la velocidad de operación en que se encuentra operando.

De esta manera el nivel de servicio es una medida para caracterizar las condiciones de operación del tránsito. Se han establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor. Las medidas para definir estos niveles en carreteras son: para carreteras de carriles múltiples la densidad y, para carreteras de dos carriles, la demora porcentual.



Clasificación de los niveles de servicio

A	Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos; la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera.
B	Se considera como flujo estable, los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	El flujo es estable, los conductores perciben restricciones tanto para elegir su velocidad, como para efectuar maniobras de cambio de carril de rebase; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria. Es deseable que este nivel de servicio sea el más desfavorable al que operen las vialidades.
D	Esta condición se aproxima al flujo inestable; la velocidad de operación aún es satisfactoria, pero resulta afectada por los cambios en las condiciones de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.
E	En este nivel, los volúmenes de tránsito corresponden a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.
F	Corresponde a los flujos forzados, en donde los volúmenes son inferiores a los de la capacidad y las velocidades se reducen pudiendo producir paradas debido al congestionamiento.

Interpretación de los cuadros de resumen por carretera

CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO												
ESTADO: CIUDAD DE MÉXICO AÑO: 2021												
Car.: México - Cuernavaca (Libre)										Red: Federal Libre		
TRAMO	Km	V.H.	Por ciento		Tt	#C	VOLÚMENES DE SERVICIO					NS
			B	Cam			A	B	C	D	E	
México - T. izq. San Miguel Xicalco	25.50	1.668	2%	9%	M	4		1,691	2,293	3,007	3,758	B
T. izq. San Miguel Xicalco - T. izq. San Miguel Topilejo	28.78	1.981	1%	7%	M	2	70	161	283	435	1,070	F
T. izq. San Miguel Topilejo - Parres El Guarda	39.50	1.080	1%	5%	M	2	71	166	293	455	1,119	E
Parres El Guarda - Lim. Edos. Term CDMX Ppia. Mor.	45.44	871	1%	5%	M	2	70	166	291	452	1,112	E

1
2
3
4
5
6
7

- 1** Límites y cadenamiento final de cada tramo
- 2** Volumen vehicular de demanda del tramo (expresado en Volumen Horario Máximo)
- 3** Porcentaje de vehículos pesados (autobuses y camiones)
- 4** Tipo de terreno (Plano, Lomerío, Montañoso)
- 5** Número de carriles en el tramo
- 6** Volúmenes de servicio (límites superiores de cada uno de los rangos determinados para cada nivel de servicio)
- 7** Nivel de Servicio Asignado

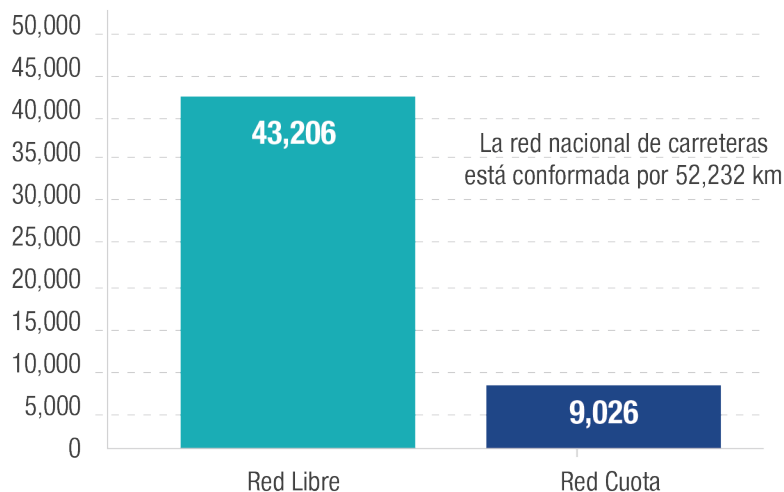
Fuente: SCT, Capacidad y niveles de servicio en la red federal de carreteras 2021.

Fuente: Cal y Mayor con datos de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes



Situación a nivel nacional en 2021

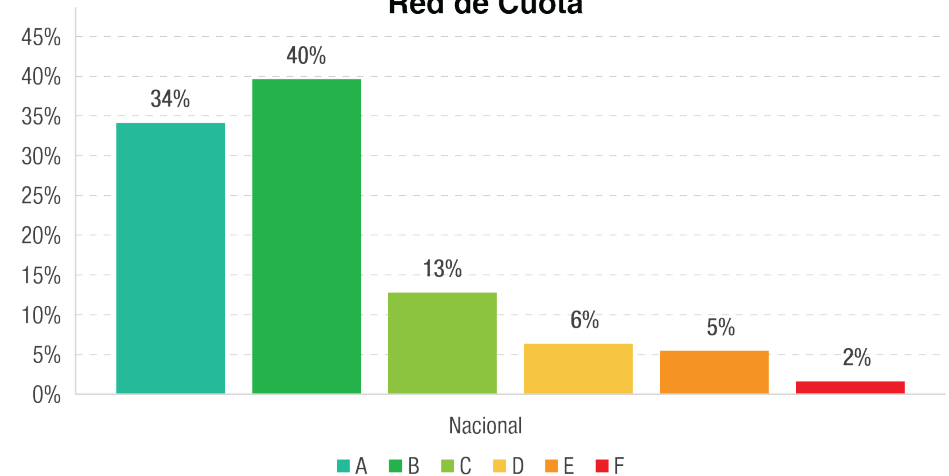
Distribución de los kilómetros de vías en 2021



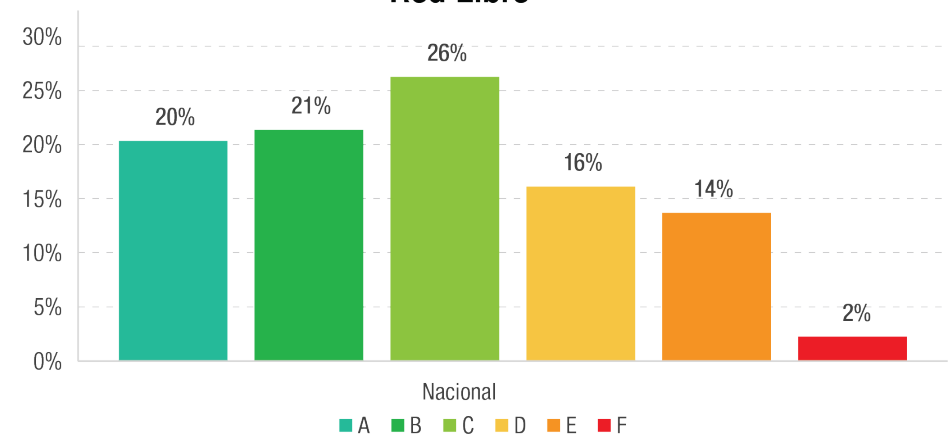
Para el año 2021 la SICT reportó que la red nacional se conformaba por 52,232 Kilómetros:

- El 82% correspondiente a vías de la red libre y el 18% a vías de la red de cuota.
- En este año una de cada cuatro carreteras en la Red Libre, obtuvo la clasificación “C” mientras que el 41% obtuvo la clasificación A o B.
- Otro 32% de las carreteras en la vía libre, están por debajo del nivel mínimo satisfactorio y cuentan con una clasificación “D”, “E” o “F”.
- La red de cuota tuvo mejores clasificaciones en sus vías; 74% obtuvieron la clasificación “A” o “B” y 13% la clasificación “C”.
- Solo 13% de las vías de la red de cuota obtuvieron las clasificaciones “D”, “E” o “F”.

Red de Cuota



Red Libre



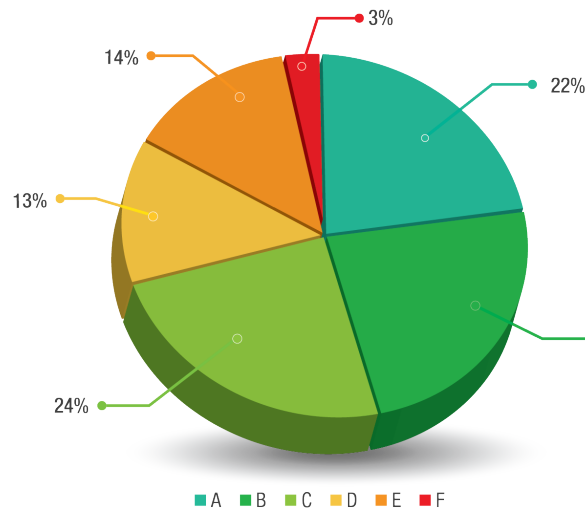
Fuente: Cal y Mayor con datos de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Situación de la capacidad y el nivel de servicio de la red de carreteras y autopistas en México 2017 vs 2021

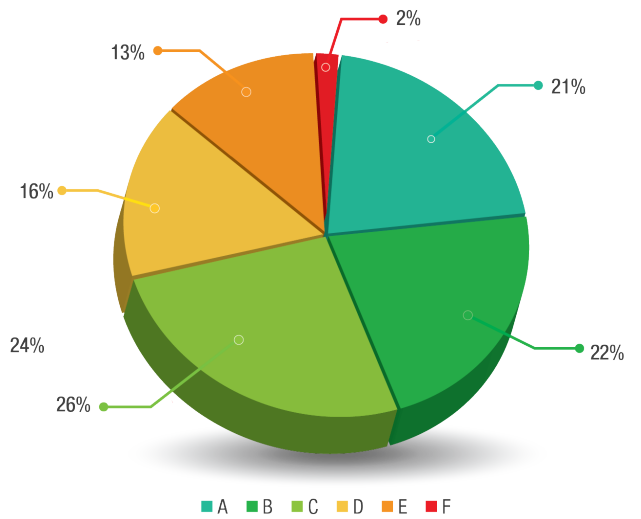
En 2017 y 2021, había 52,232 km en ambas redes.

- Una comparativa entre la distribución de los niveles de servicio del año 2017 y 2021 revela que si bien el número kilómetros construidos son los mismos, si hubo cambios en los niveles de servicio entre la red de cuota y libre.
- La red libre pasó de tener 46% de las vías clasificadas como **A** o **B** en 2017, a tener 43% en esta clasificación.
- La red de cuota perdió 4% de vías en clasificación **A** en cinco años y aumentó 1% en las clasificaciones **C**, **D**, **E** y **F**.

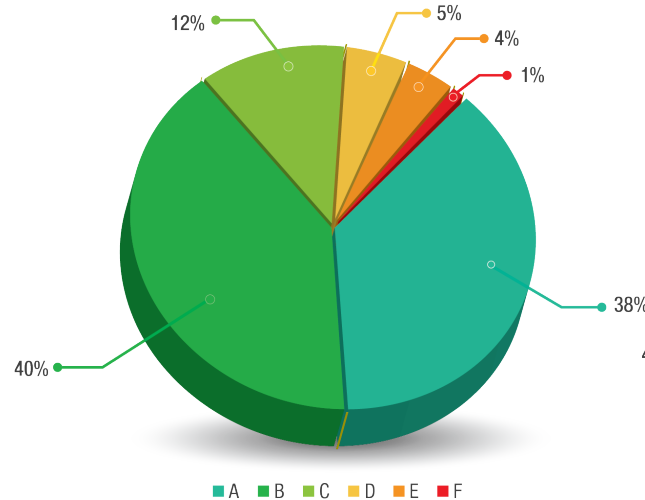
Red Libre 2017



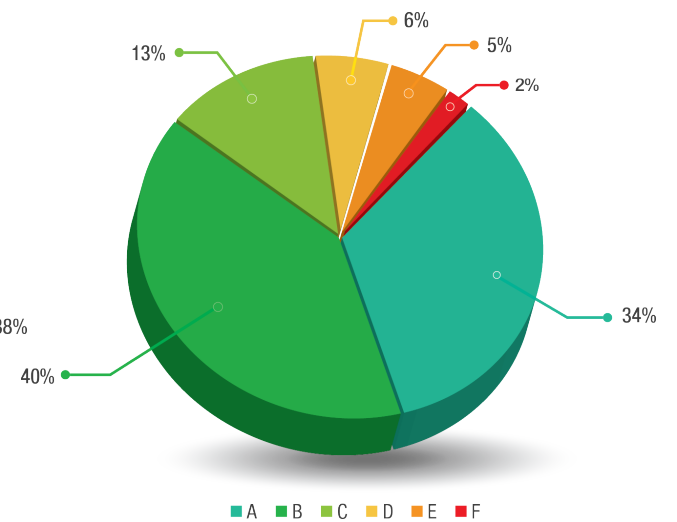
Red Libre 2021



Red de Cuota 2017

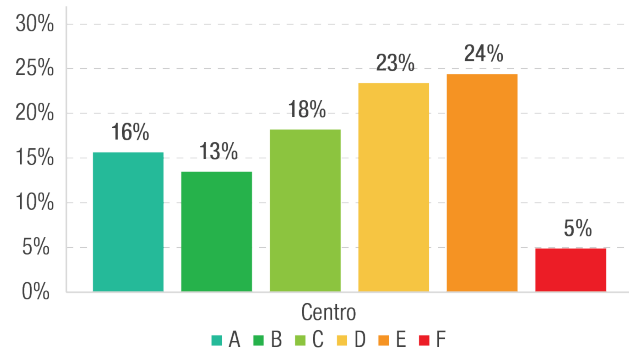
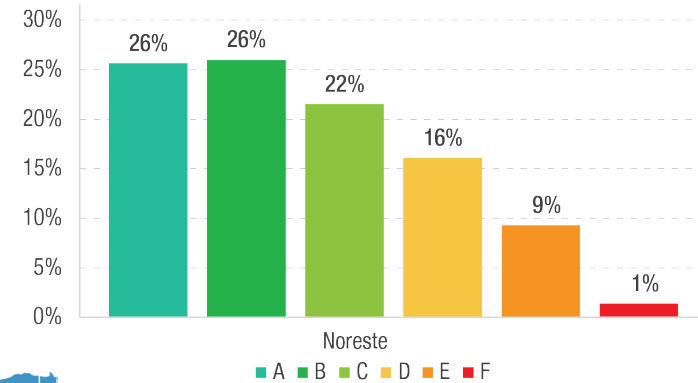
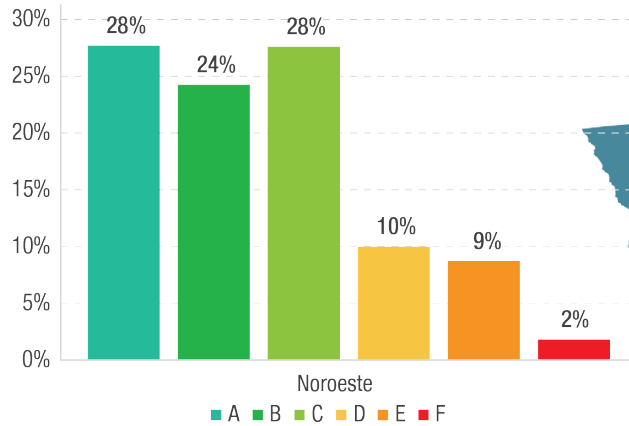


Red de Cuota 2021



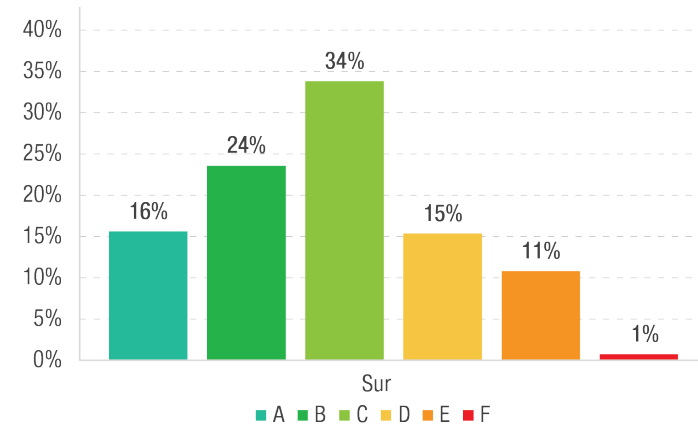
Fuente: Cal y Mayor con datos de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Situación de la capacidad y el nivel de servicio de la red de carreteras libres en México por región



Distribución de los kilómetros de las vías libres por niveles de servicio

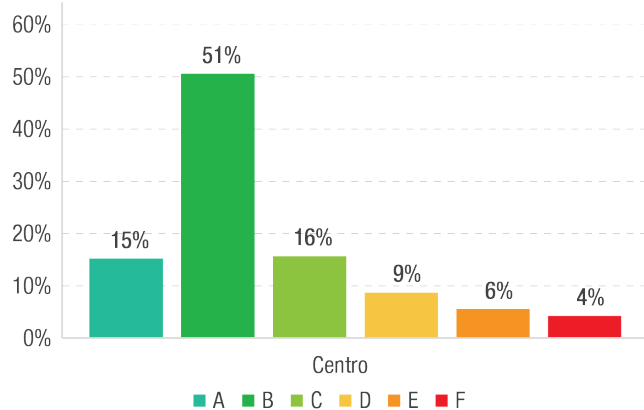
- Un análisis por regiones de la condición de las carreteras y autopistas del país muestra que en la región norte, se encuentra el mayor porcentaje de carreteras con mejor clasificación.
- Las vías libres del centro son las que menor capacidad al tener el 52% en “D”, “E” o “F”.
- Y en el sur, predomina el nivel de servicio “C”, seguida de las “A” y “B” que comprenden el 40%.



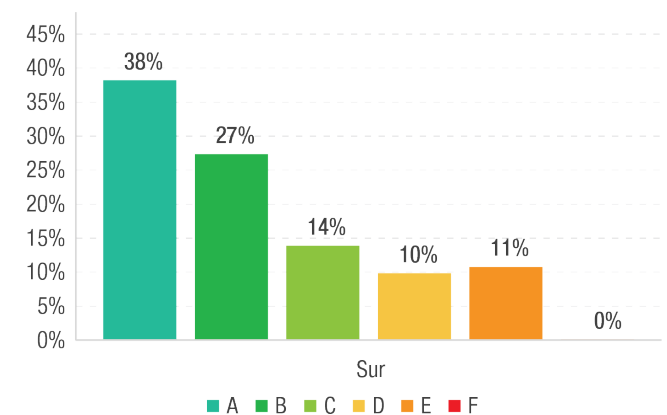
Situación de la capacidad y el nivel de servicio de la red de carreteras de cuota en México por región



Distribución de los kilómetros de las vías de cuota por niveles de servicio



- Los niveles de servicio de las vías de cuota en general muestran mejor clasificación que las vías de la red libre.
- Las regiones del norte, son las que tienen mejores niveles de servicio en sus vías de la red de cuota con arriba del 90% clasificadas como "A" o "B".
- Las vías del centro tienen en su mayoría los niveles de "A" o "B" pero cuentan con casi 20% de las vías en "D", "E" o "F".
- El 80% de las vías de cuota en el sur se encuentran en "A", "B", o "C" y ninguna en "F".



Ranking estados AB



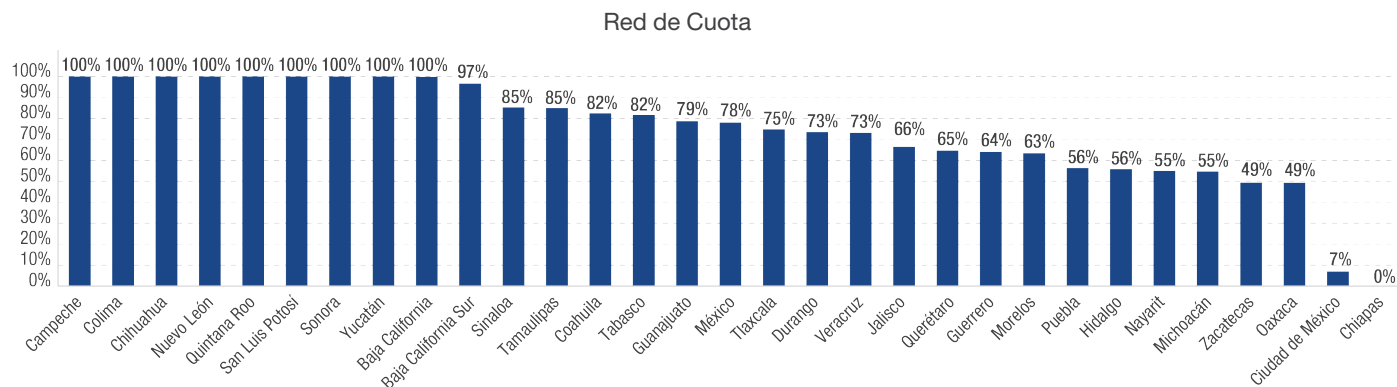
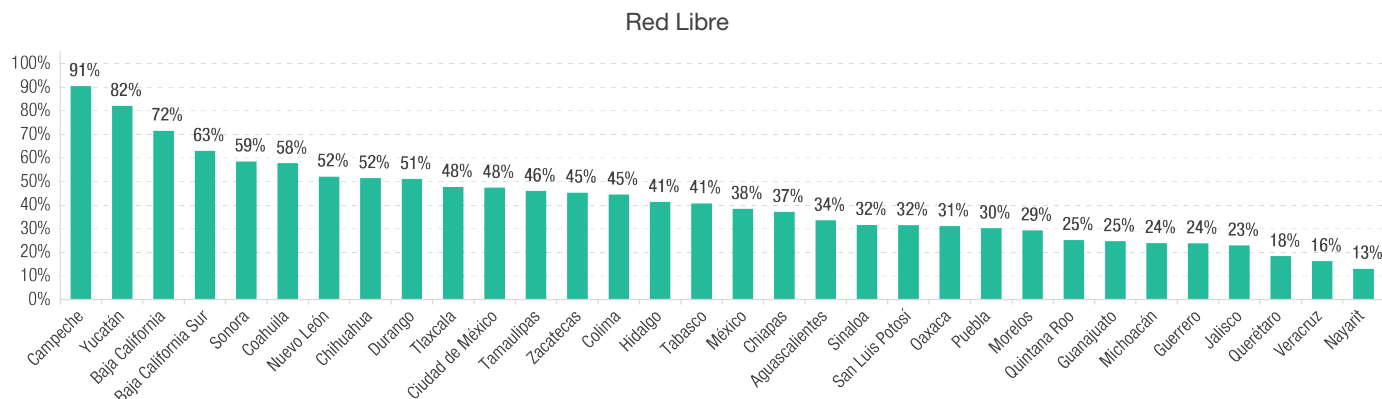
Para conocer de manera particular en que entidad federativa se localizan el mayor porcentaje de vías de comunicación con los mejores y peores niveles de servicio se realizó un ranking que ordena las vías según sus clasificaciones agrupadas de la siguiente manera:

AB : Optima

C: Desfavorable

DEF: No satisfactoria

La red de carreteras libres destaca Campeche, Yucatán y Baja California con mas del 70% de su red en condiciones optimas mientras que la red de cuota se observan mas entidades con porcentajes importantes de sus carreteras en su totalidad en esta condición.

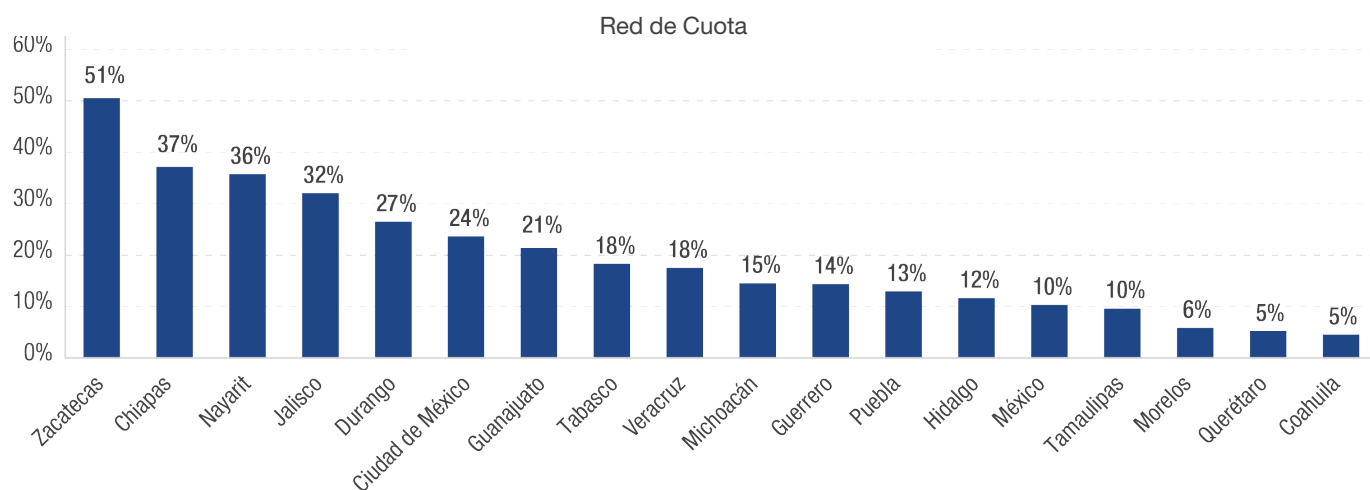
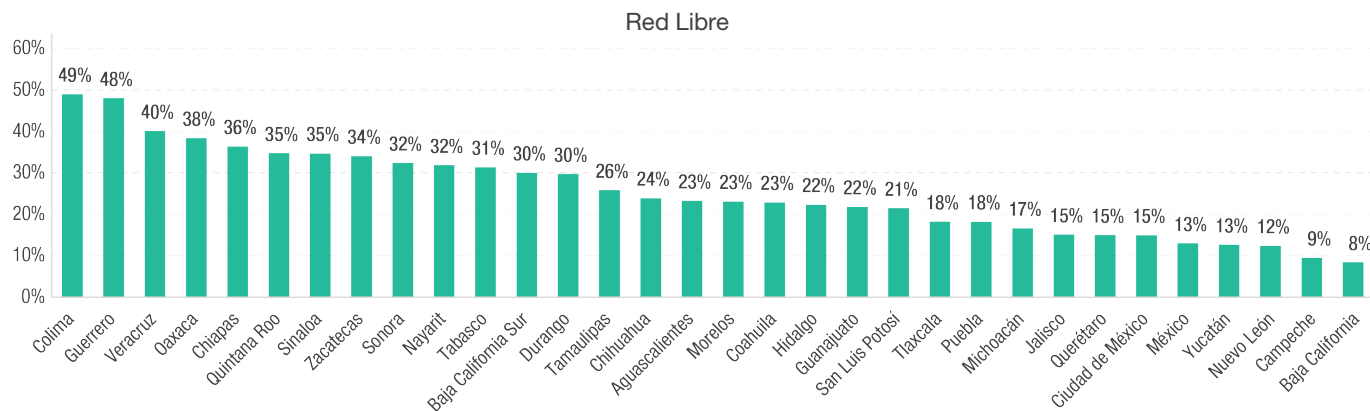


Ranking estados C



Con referencia al nivel C, el más desfavorable al que deberían operar las vialidades.

Destacan en la red libre los estados de Colima, Guerrero y Veracruz con más del 40% de su red en esta condición, mientras que en la red de cuota los mayores porcentajes en esta clasificación los encontramos en Zacatecas, Chiapas, Nayarit y Jalisco.



Este ranking muestra que porcentaje de las vías de los estados cuenta con la clasificación C.

**Los estados que no aparecen, no cuentan con vías con la clasificación C.*

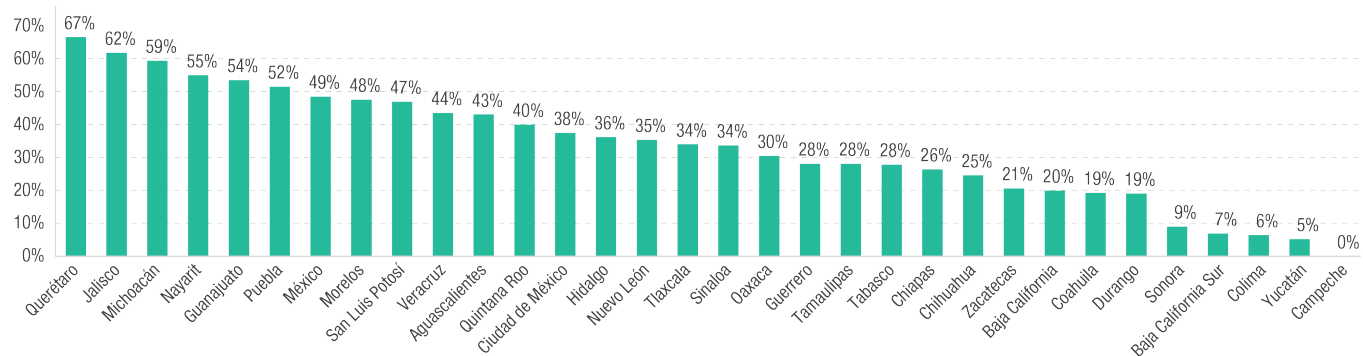
Ranking estados EF



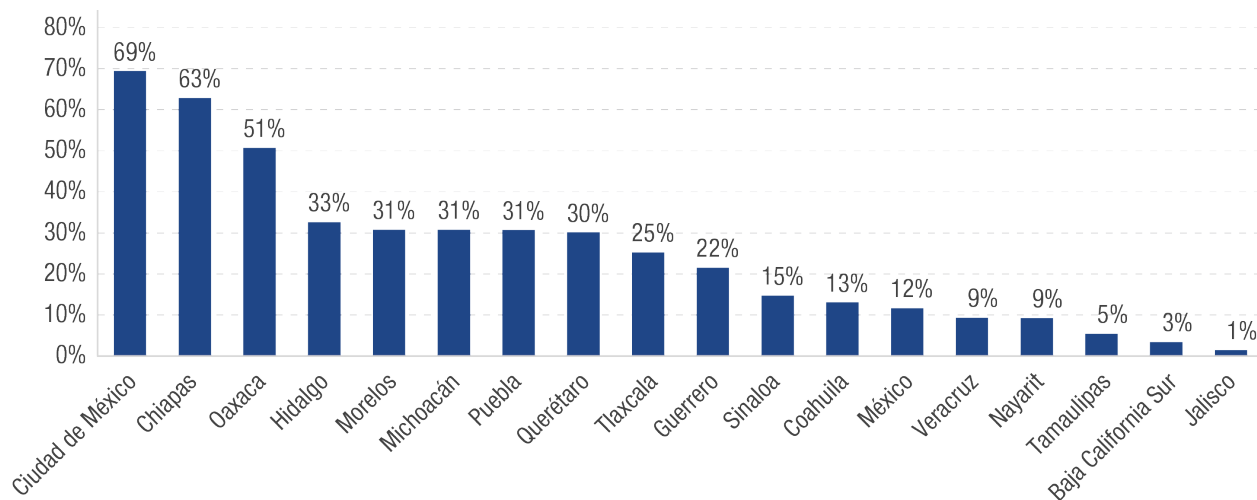
Los niveles inferiores que clasifican a las carreteras como no satisfactorias se pueden encontrar en el caso de la red libre en el estado de Querétaro, Jalisco, Michoacán y Nayarit con más del 50% en esta condición.

Mientras que en la red de cuota las autopistas con menor nivel de servicio se encuentran en la CDMX, Chiapas y Oaxaca.

Red Libre



Red de Cuota



*Los estados que no aparecen, no cuentan con vías con la clasificación E o F.

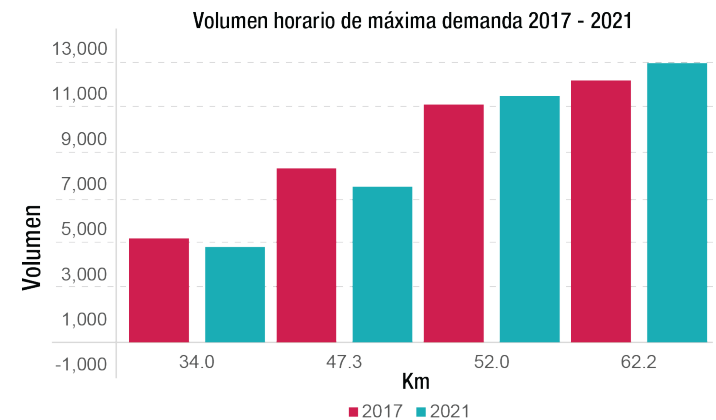
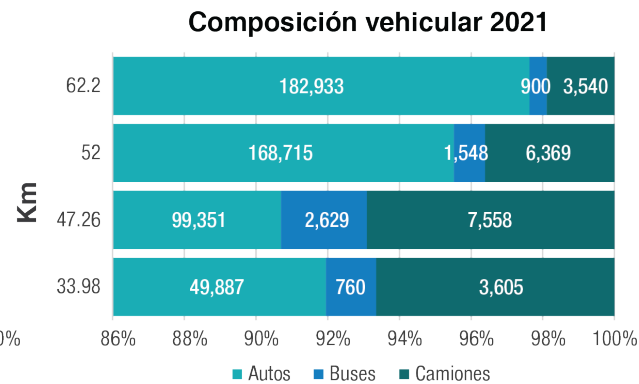
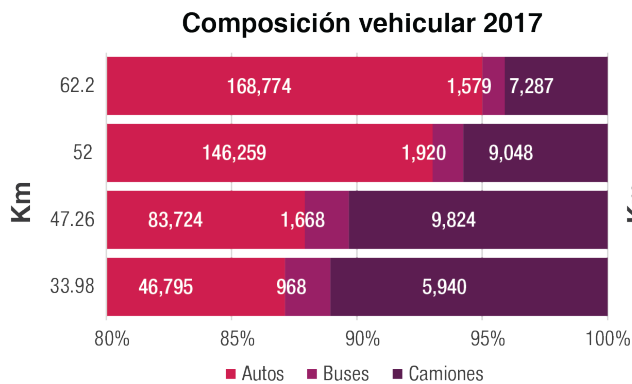
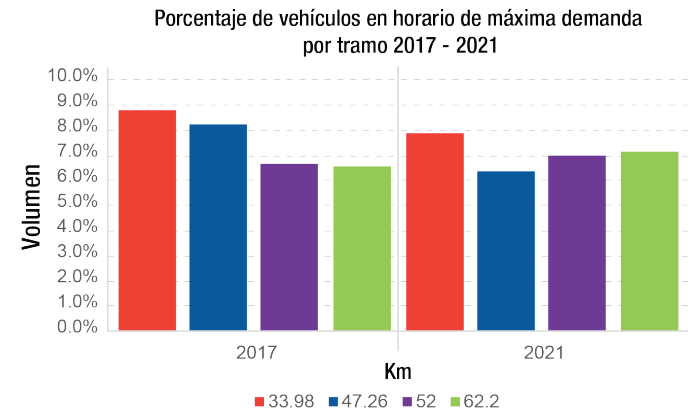
Cambios de los niveles de servicio según las condiciones de la vía

- Para mostrar cómo pueden afectar las diferentes condiciones en TPDA, composición vehicular o número de carriles de una vía en sus niveles de servicio se consideró una carretera de ejemplo y se observó cómo se vio modificado su nivel de servicio entre el 2017 y el 2021.
- Para este ejercicio se tomó como ejemplo la carretera libre de Toluca, la cual comunica la zona de Santa Fe, en la Ciudad de México, con la ciudad de Toluca en el Estado de México. Esta vía se puede considerar una vía interurbana que comunica diariamente a una gran afluencia de vehículos que tienen como origen y destino esta zona de la CDMX, ya que representa un centro importante de servicios y de empleo.
- La carretera consta de una longitud de 66 km. de entre 4 y 10 carriles dependiendo del tramo.
- Según los datos viales de 2022, por ella circula un tránsito promedio diario anual (TPDA) de 143,903 donde el 85% son autos, el 3% son autobuses y el 12% son camiones.
- En uno de sus tramos para los que se tiene información entre 2017 y 2021 tuvo un cambio en su clasificación pasando de **C** a **D**. A continuación, se presentan los principales indicadores que influyen en los niveles de servicio en este periodo.



Ejemplo: Análisis de la Carretera México – Toluca (Libre) entre 2017 y 2021

Carretera México – Toluca (Libre)							
Tramo	Carriles	Km	TPDA 2017	TPDA 2021	Incremento	NS 2017	NS 2021
Lim. Edos. Term. D. F. Ppia. Méx. - T. Der. Huixquilucan	4	34	53,703	54,252	549	E	D
T. Der. Huixquilucan - X. C. Amomolulco - Stgo. Tianguistenco	4	47.3	95,216	109,538	14,322	F	F
T. Der. Lerma - Izq. San Pedro Tultepec - T. Izq. San Mteo Atenco	8	52	157,226	176,632	19,406	D	D
T. Izq. San Mateo Atenco - X. C. Libramiento de Toluca	10	62.2	177,640	187,372	9,732	C	D



Conclusiones

- La situación de los niveles de servicio de la red carretera libre y de cuota en México muestra en general buenas clasificaciones, lo cual refleja el esfuerzo de empresas públicas y privadas por mantener en condiciones aceptables la infraestructura.
- En este sentido destaca que los estados de Campeche, Yucatán y Baja California tienen más del 70% de sus vías de la red libre en condiciones óptimas, “A” o “B”.
- Sin embargo, queda todavía trabajo por hacer en algunas vías pertenecientes a zonas específicas de la República Mexicana como en el caso de los estados de Colima, Guerrero y Veracruz que tienen más del 40% de su red libre clasificada como “C”. En la red de cuota los mayores porcentajes en esta clasificación los encontramos en Zacatecas, Chiapas, Nayarit y Jalisco.
- El ejercicio del análisis de la carretera libre de Toluca mostró que los niveles de servicio están sumamente vinculados al volumen de tránsito, a la composición vehicular (autos, autobuses o camiones), al volumen y al porcentaje que circula en los horarios de máxima demanda.
- Particularmente, el volumen vehicular de demanda del tramo es el indicador decisivo para la asignación de las clasificaciones.
 - De los cuatro tramos analizados en la carretera México – Toluca (Libre), uno mejoró su clasificación, uno obtuvo una menor y dos mantuvieron la misma.
 - Posiblemente los cambios en las clasificaciones sean impulsados por la concentración del tránsito en los periodos pico del día ya que la composición vehicular no ha variado significativamente año con año.



Documento elaborado por nuestros consultores:



Osvaldo Hernández Martínez

Especialista en métodos aplicados y prospectiva económica

ohernandezm@calymayor.com.mx



David Saldaña Lara


MSc. Desarrollo Económico, especialista en métodos cuantitativos

dsaldana@calymayor.com.mx




www.calymayor.com.mx



 **México**


Canadá No. 110
Col. Parque San Andrés,
Coyoacán, C.P. 04040,
Ciudad de México
T. +52 (55) 5985 1050

 **Colombia**


Carrera 19B # 84-17,
Oficina 704, Bogotá
+57 (601) 718 0735

 **Perú**


Calle Bolívar N°. 472,
Edificio Business Club,
Torre 1 Oficina 902,
Miraflores Lima 18
T. +51 (1) 249 5703

 **Panamá**


Edificio Ventura Office
Oficinas 303 y 304,
Vía Grecia, El Carmen,
Ciudad de Panamá
T. + (507) 381 3346 / 47

 **EE.UU.**

Tollway Towers North,
Suite 870, 15770
North Dallas Parkway,
Dallas, Texas 75248
T. +1 (214) 245 5300

 **El Salvador**

Calle a Santa Tecla
Residencial El Carmen
Pasaje Flor de Loto, Casa 9
Santa Tecla, La Libertad
T. + 503 2278 1447

 **Bolivia**

Urbanización Cañoto
Calle Los Mellizos N-4
entre radial 17 1/2 y Pitao
Santa Cruz de la Sierra
T. + 591 3321 3743