



**COMUNICACIONES**

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# El Grado de accesibilidad a carretera pavimentada como criterio inicial de jerarquización para la inversión en caminos rurales

---

Salvador Hernández García  
Gabriela Cruz González  
José Antonio Arroyo Osorno  
Guillermo Alvarado Hernández

Publicación Técnica No. 710  
**Querétaro, México**  
**2022**

ISSN 0188-7297



Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Estudios Económicos y Sociales del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte, por el M. en I. Salvador Hernández García, con la valiosa colaboración de la Dra. Gabriela Cruz González, el M. en I. José Antonio Arroyo Osorno y del Dr. Guillermo Alvarado Hernández.

Esta investigación es el producto final del proyecto de investigación interna OI-04/22 El grado de accesibilidad a carreteras pavimentadas como criterio inicial de jerarquización para la inversión en infraestructura social.



# Tabla de Contenido

---

	Página
Sinopsis.....	v
Abstract.....	vii
Introducción.....	1
1. Inversión en caminos rurales y herramientas para su diagnóstico.....	5
1.1 Políticas de inversión en caminos rurales .....	5
1.1.1 Metodología multicriterio de jerarquización de inversiones.....	6
1.2 Indicadores para medir las condiciones de los caminos rurales.....	7
2. El GACP como criterio de jerarquía en la inversión en caminos rurales .....	9
2.1 Dimensiones y variables del grado de accesibilidad a carretera pavimentada (GACP).....	9
2.1.1 Pasos de la metodología de estimación del GACP .....	11
2.2 El GACP 2020 en México .....	15
2.2.1 Distribución de población con GACP bajo y muy bajo por entidad federativa .....	18
2.2.2 Distribución de población con GACP bajo y muy bajo por municipio.....	19
2.2.3 El GACP en las localidades del municipio de San Agustín Loxicha.....	21
2.3 Caso práctico de aplicación del GACP a una cartera de proyectos en Oaxaca.....	21
3. Uso del GACP en una metodología multicriterio de jerarquización...25	
3.1 Fase jerarquización cualitativa aplicando una metodología multicriterio.....	25

Conclusiones.....	33
Bibliografía .....	35
Anexos .....	39
Anexo 1. Escalas de valores para los elementos que conforman al GACP	39
Anexo 2. Población con bajo y muy bajo GACP por ámbito geográfico	41
Anexo 3. Elaboración de la matriz de índices de concordancia .....	44
Anexo 4. Elaboración de la matriz de índices de discordancia.....	47

## Sinopsis

---

Este trabajo retoma una metodología multicriterio desarrollada en el IMT para la evaluación de caminos rurales, y propone una alternativa centrada en el índice Grado de Accesibilidad a Carretera Pavimentada (GACP), que por sus características de construcción permite valorar dos de las variables más representativas del fenómeno del transporte: la distancia y el tiempo.

Desde una perspectiva dirigida a mejorar las condiciones de accesibilidad de la población, se utiliza como criterio de orden a la cantidad de habitantes con bajos grados de accesibilidad para ordenar jerárquicamente la inversión pública encaminada a mejorar los caminos rurales en los ámbitos estatal, municipal y por localidad.

En una primera fase se utiliza únicamente a la población con grados bajo y muy bajo de accesibilidad, permitiendo ubicar a los mayores rezagos en los estados en el sur de México, principalmente en zonas serranas.

En una segunda fase, es aplicada una metodología multicriterio para jerarquizar la inversión para una cartera de seis proyectos de caminos rurales en Oaxaca, incorporando variables que matizan condiciones socioeconómicas como el desempleo, migración y grado de educación, mismas que permiten monitorear algunos efectos derivados de la mejora en la accesibilidad.



## Abstract

---

This work aims to review a multicriteria methodology for evaluating rural roads, developed at the Mexican Transport Institute (IMT, by its acronym in Spanish), and propose an option one, with focus on the Degree of Accessibility to Paved Road index (GACP, by its acronym in Spanish). Which, due to its construction characteristics, allows us to assess two of the most representative variables of the transport phenomenon: distance and time. Thus, from a perspective aimed at improving the accessibility conditions of the population, the number of inhabitants with low degrees of accessibility is used as a criterion of order in public investment aimed at improving rural roads at the state, municipal and local levels.



# Introducción

---

El presente estudio se sitúa en la línea de investigación “Desarrollo metodológico para la evaluación económica y social de proyectos de transporte” del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), y forma parte de una serie de estudios sobre evaluación económica y social de proyectos de inversión en caminos rurales, que han sido divulgados por este instituto.

El estudio parte de la propuesta metodológica descrita en la publicación técnica (PT) 234 “Metodología de evaluación social de proyectos de caminos rurales en México” (Arroyo, 2003) y retoma posteriores trabajos que corroboran su flexibilidad como guía para definir criterios e identificar variables que midan el estado de cada criterio de evaluación, con la finalidad de efectuar una jerarquización de la inversión pública en proyectos de caminos rurales y alimentadores, como parte de una visión global del proceso de planificación regional de mediano y largo plazo; con la finalidad de valorar no solo el proceso de construcción de los proyectos sino enfocándose principalmente en los efectos que se desean obtener en la población objetivo y en su zona de influencia.

De acuerdo con la Auditoría Superior de la Federación (2017) el sector transporte adolece de instrumentos efectivos que permitan una adecuada supervisión del desempeño de las carreteras, debido, entre otros factores, a la falta de información adecuada para evaluar la eficiencia durante el desarrollo de las etapas de construcción, operación, explotación y mantenimiento de la infraestructura, limitando su capacidad para determinar el grado de conectividad entre regiones estratégicas del país; de esta forma, se restringen las opciones de intervenciones eficientes para garantizar un adecuado nivel de servicio y seguridad en el tránsito en diversos tramos de la red federal.

La anterior carencia de información para la evaluación es probable sea mayor en los ámbitos estatal y municipal, debido a que concentran menores montos de recursos: financieros, humanos y metodológicos, complicando la realización de evaluaciones permanentes y efectivas de las inversiones en infraestructura de caminos en estos ámbitos; con ello se acotan las acciones de mejora en sus procesos de planeación, construcción y operación, que sumado a una compleja articulación de acciones transversales con otros sectores provocan un limitado impacto

en las localidades más pobres del país derivado de mejoras en la infraestructura.

Este documento presenta una propuesta para utilizar el índice de Grado de Accesibilidad a Carreteras Pavimentadas (GACP) como criterio inicial para efectuar una jerarquización de inversiones públicas en proyectos de caminos rurales. La información del GACP es publicada y actualizada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2018) como un insumo para la medición del grado de pobreza en México.

La elección del GACP, como punto de partida para la priorización de la inversión en carreteras, se deriva de sus características de elaboración a partir de componentes relacionados con la gestión del servicio de transporte como son: el contexto territorial, la existencia de infraestructura carretera, distancia tridimensional a una carretera pavimentada, disponibilidad de transporte público y acceso a localidades proveedoras de servicios, así como a su pertinencia temporal (ediciones para los años 2010 y 2020) y desagregación a nivel localidad.

En una primera aproximación, se utiliza el GACP para ordenar las necesidades de mejora en la red de caminos rurales en función de la disponibilidad de información, que puede ubicarse en diversos niveles de análisis, con el propósito de identificar los impactos que las acciones en materia de infraestructura de transporte aportan en la creación de valor social y bienestar de las comunidades.

El desarrollo metodológico pretende apoyar a los responsables de la toma de decisiones, principalmente en la programación de inversiones de proyectos de construcción de caminos rurales y alimentadores, con elementos suficientes para asignar de manera eficiente los recursos disponibles y promover un mayor impacto en la población beneficiaria, lo que contribuiría al logro de los objetivos de sus gestores y de otros agentes involucrados. Así, el presente estudio se alinea al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación” a través de contribuir a la meta 9.1: “Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas las infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos” (ONU, 2015).

En el mismo sentido, el estudio se encuentra alineado al objetivo prioritario 1 de la SCT: “contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera

accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal”; dado que se pretende aportar a la estrategia prioritaria 1.1 “Mejorar el estado físico de la Red Carretera Federal a través de la conservación y reconstrucción para aumentar el bienestar, la conectividad y seguridad de los usuarios de la infraestructura carretera.” Así como a las líneas de acción siguientes: “Concluir la pavimentación de los caminos de acceso a cabeceras municipales en zonas indígenas del Estado de Oaxaca” e “Incrementar la cobertura de la red rural en zonas de alta y muy alta marginación” (SCT, 2020).

Además, este estudio se alinea al eje III Economía, del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (Presidencia de la República, 2019), a través de proveer una herramienta que permita identificar y medir efectos de proyectos estratégicos como el Corredor Multimodal Interoceánico y la sinergia con otras políticas y programas de gobierno entre ellos: la construcción de caminos rurales, autosuficiencia alimentaria y rescate del campo, sembrando vida, entre otros.

El estudio se realiza a través de una investigación de gabinete que comprende las siguientes etapas: en un primer capítulo se introduce brevemente el marco institucional de la inversión en caminos rurales, así como algunas políticas de desarrollo en la que podría incidir. Asimismo, se destacan las principales características de la metodología de jerarquización de inversiones de proyectos de caminos rurales de la publicación técnica 234 del IMT, cuya pertinencia teórica y adaptación a nuevas variables y criterios de valoración son corroborados con la inclusión del GACP y otras variables socioeconómicas.

En el capítulo dos, se presenta la información disponible del GACP, se describe, analiza y utiliza dicha información con el propósito de resaltar la ubicación del rezago en accesibilidad para los ámbitos nacional, estatal y municipal de México.

En el capítulo tres, se verifica la pertinencia de incorporar el GACP a una metodología multivariable de priorización aplicada a una muestra de seis proyectos de caminos rurales. Asimismo, son incluidas en el análisis otras variables como: población desocupada, grado de escolaridad, relación hombre/mujer y el porcentaje de viviendas desocupadas, esto con el propósito de dimensionar las condiciones a que se enfrenta la población beneficiaria.

En el último capítulo, son resaltados los hallazgos y retos que implica la implementación de la metodología y continuar la evaluación de la eficiencia de los caminos para mejorar el bienestar de la población rural.



# **1. Inversión en caminos rurales y herramientas para su diagnóstico**

---

En este capítulo toma como punto de partida que la infraestructura de transporte es un elemento indispensable para fomentar el desarrollo económico y bienestar debido a su papel como vía de acceso a bienes y servicios que localmente no son satisfechos.

Asimismo, se describen las características del modelo de selección y jerarquización de proyectos de caminos rurales propuesto por el IMT que incorpora a sus criterios de valoración al GACP, señalando sus características y su pertinencia de uso para ubicar las regiones y localidades con menor accesibilidad.

## **1.1 Políticas de inversión en caminos rurales**

Como parte de la actual planeación nacional, el mejorar la accesibilidad a bienes y servicios aparece como un elemento estratégico en diversos programas sectoriales, regionales y especiales que el actual gobierno apoya a través del presupuesto de egresos, que es su principal fuente de recursos para la inversión.

Para ser parte de este financiamiento, se deben cumplir ciertos requisitos que pide la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

De esta forma, resulta valioso ubicar a la evaluación de los caminos rurales en el contexto de selección de proyectos de infraestructura por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y específicamente de la Unidad de Inversiones (UI). De acuerdo con los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión (DOF, 2013) así como la magnitud de las inversiones en proyectos de caminos rurales, que generalmente requieren una baja inversión, se puede esperar que estos no rebasen los 50 millones de pesos, por lo que solo se le requiere un análisis de evaluación del tipo Ficha Técnica, es decir, sin un análisis costo beneficio, mientras que en casos extraordinarios, para una inversión mayor a 50 millones pero menor a 500 millones de pesos, se requeriría un análisis Costo-Eficiencia Simplificado que no requiere de una cuantificación estricta de sus efectos económicos.

En el actual Plan Nacional de Desarrollo (PND), sus políticas y programas del ámbito rural presentan diversos factores y perspectivas para su evaluación, siendo uno de ellos la construcción de caminos rurales, que se localiza en el eje 3 del PND. Entre los beneficios enunciados en este eje podemos encontrar mejor alimentación, salud, educación, empleo y reducir la migración, dentro de un ambiente sostenible a largo plazo, además de reactivar el mercado interno y rescate del campo.

Asimismo, los caminos rurales forman parte de un grupo de acciones de apoyo a las comunidades rurales distribuidas en varias instituciones y programas, entre ellos destacan: el Programa Sembrando Vida, Producción para el Bienestar, Precios de Garantía para Productos Alimentarios Básicos, entre otros que se dirigen en mejorar las condiciones agropecuarias en el país, especialmente a través de la promoción de empleo para los habitantes de comunidades rurales y en el fomento de un ambiente de crecimiento de las exportaciones agrícolas que dominan actualmente grandes consorcios.

### **1.1.1 Metodología multicriterio de jerarquización de inversiones**

En el IMT se han elaborado diversas publicaciones que proponen el uso, en una primera etapa, de los índices de pobreza y población municipal para la identificación de regiones susceptibles a recibir inversiones para la construcción o mejora de caminos locales, con ello se obtiene una primera jerarquización de municipios. Posteriormente, en una segunda etapa, se evalúan los proyectos de caminos por medio de una valoración subjetiva de variables cualitativas a través de la aplicación de un método multicriterio: el método Electra I. Ambas etapas producen un listado jerarquizado, en primer lugar, de los municipios y, en segundo lugar, de proyectos de caminos rurales susceptibles a ser financiados con recursos públicos.

La metodología propuesta por Arroyo (2003) se basó en los criterios de selección del Programa de pavimentación de accesos a cabeceras municipales, vigente por aquella época, éste se dirigía a municipios con grados de marginación alta y muy alta, por lo que se aplicaban criterios de evaluación por extrapolación de acuerdo con el índice de marginación (IM) y población municipal para la fase de selección regional utilizando dichas variables para la selección y jerarquización de proyectos.

La primera etapa de la metodología propuesta por Arroyo (2003), realiza una identificación de las regiones, compuesta por municipios, susceptibles a recibir inversión para proyectos de mejora de caminos rurales, con base en el grado de marginación de la población de los

municipios que atraviesa el proyecto en cuestión, dando preferencia aquellos que tienen muy alta y alta marginación además de concentrar la mayor población en la región analizada. Para ello se utilizaba la información de índices de marginación, publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

En una segunda etapa, eran evaluados los distintos proyectos de inversión (construcción o rehabilitación de un camino rural) a través de comparar algunos criterios de cada proyecto y de acuerdo con su importancia subjetiva definida por expertos. La selección de criterios se da en función de los intereses y objetivos asociados a los actores involucrados en el proyecto. Para ello se optó por el método Electra I, que es de tipo cualitativo y no exige gran precisión para la medición, valoración y comparación de cada criterio seleccionado, es decir, admite el uso de criterios de diversa índole o naturaleza, lo que permite una ágil comparación entre los diversos puntos de vista, intereses o propósitos asociados a cada agente interesado en el proyecto.

Esta metodología se retoma en el capítulo tres de esta publicación, aunque se recomienda su consulta detallada en Arroyo (2003).

## 1.2 Indicadores para medir las condiciones de los caminos rurales

Si bien, el uso del índice y grado de marginación permite la identificación de municipios susceptibles a mejorar sus condiciones de vulnerabilidad socioeconómica, a través de la inversión en su red de caminos, sin embargo, estos indicadores adolecen de información sobre la movilidad y transporte en la región en estudio, en tal sentido, parece pertinente el uso de elementos asociados a indicadores que reflejen las condiciones que limitan el acceso a bienes y servicios básicos.

Como respuesta a la necesidad de obtener información de la accesibilidad de las localidades, se han elaborado diversos estudios sobre el tema de accesibilidad y condiciones de aislamiento, donde sobresalen por su pertinencia temporal y grado de desagregación los trabajos de CONAPO/IMT/SIAP (2016), CONEVAL (2021) y recientemente, González et al. (2022).

El primero propone como condición de ubicación geográfica el parámetro que mide el aislamiento de las localidades con respecto al acceso a bienes y servicios, como se observa en la siguiente aseveración.

*“La ubicación aislada impacta en la accesibilidad a servicios y productos básicos, por lo que se trata de un tema de suma importancia para*

*satisfacer las necesidades más inmediatas y mejorar las oportunidades de desarrollo y bienestar de la población en estas circunstancias. Este tema ha sido investigado por el Consejo Nacional de Población en los últimos 15 años, aunque en esta versión se realizó de manera colaborativa con el Instituto Mexicano del Transporte y el Servicio de Información, Agroalimentaria y Pesquera, empleándose una técnica más precisa; que arrojó como resultados que 6 990 250 personas residían en localidades menores de 2 500 habitantes aisladas, 13 339 412 en 'localidades' cercanas a carreteras..." CONAPO/IMT/SIAP (2016), que resalta los principales hallazgos de la metodología.*

Por su parte, CONEVAL menciona que el desarrollo del GACP emana del análisis de diversas experiencias en la medición de accesibilidad, centrada principalmente bajo dos enfoques dimensionales: el de la dimensión física o geográfica y de dimensión social.

El principal atractivo de este índice de accesibilidad es que sus componentes miden en distancia y tiempo el grado de accesibilidad, siendo estas variables esenciales para la valoración de beneficios y costos de las condiciones de actuación de cualquier red de transporte. Además, esta cuenta con dos ediciones: una al año 2010 y otra a 2020, haciendo factible medir la evolución del GACP en las localidades, al mismo tiempo, que al asociarlo con cambios en otras variables socioeconómicas permitiría medir algunos de los efectos resultantes de la mejora en las condiciones de operación de la red de caminos, especialmente en el ámbito rural.

Por último, el trabajo de González et al. (2022) retoma los estudios de CONAPO y propone una medida de accesibilidad–aislamiento con base en una estimación del tiempo de traslado desde las localidades origen hacia cuatro tipos de localidades destino, estas últimas representan diferentes niveles de oportunidades económicas u oferta de bienes y servicios.

## **2. El GACP como criterio de jerarquía en la inversión en caminos rurales**

---

En este capítulo se definen las características y propiedades del indicador publicado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) que mide el grado de accesibilidad a carretera pavimentada, abreviado como GACP.

### **2.1 Dimensiones y variables del grado de accesibilidad a carretera pavimentada (GACP)**

En México, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) es el organismo que tiene por “objeto normar y coordinar la evaluación de las políticas y programas de desarrollo social que ejecuten las dependencias públicas y establecer los lineamientos y criterios para la definición, identificación y medición de la pobreza” (SEDESOL, 2005).

Para ello, se utiliza un indicador de pobreza multidimensional que “considera tres espacios: el del bienestar económico, el de los derechos sociales y el del contexto territorial” (CONEVAL, 2018, p.5).

De acuerdo con CONEVAL (2018), el índice GACP fue propuesto en 2013 como complemento a otros ocho utilizados para la definición y medición de la pobreza en México. Dicho índice también “engloba elementos de naturaleza multidimensional: la geográfica y relacional, así como alude al espacio de contexto territorial, con valoraciones a nivel de localidad” (CONEVAL, 2018, p.5)

De acuerdo con CONEVAL (2018, p.9) existen otros trabajos de indicadores que buscan medir el acceso de la población a las carreteras, como el de SEDESOL, con su metodología para el cálculo del grado de accesibilidad (2015), por su parte, CONAPO/IMT/SIAP aporta la condición de ubicación geográfica (2016), e INEGI, propone como otro indicador a la proporción de la población rural que vive a menos de 2 km de una carretera transitable todo el año (2017).

Las características del índice propuesto por CONEVAL se basan en seis elementos principales (existencia de carretera pavimentada; ubicación geográfica de localidades; pendiente del terreno; vegetación, uso de suelo y cuerpos de agua; grado de uso de transporte público y su tiempo de traslado a cabecera municipal; además del tiempo de traslado en vehículo automotor a localidades con más de quince mil habitantes). Estos se utilizan para estimar un indicador con dos dimensiones: la geográfica y la social, véase la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Componentes y elementos para la definición del GACP**

<b>Dimensión geográfica</b>	<b>Dimensión social</b>
<b>Componente 1:</b> Distancia tridimensional a carretera pavimentada	<b>Componente 2:</b> Disponibilidad de transporte público
Elementos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendiente del terreno</li> <li>• Barreras Naturales (vegetación y cuerpos de agua) y uso de suelo</li> <li>• Existencia de carretera pavimentada</li> <li>• Ubicación geográfica de localidades con menos de 15 000 habitantes.</li> </ul>	Elemento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado de uso del transporte público y tiempo de traslado a cabecera municipal.</li> </ul>
	<b>Componente 3:</b> Tiempo promedio de traslado desde localidades hacia centros de servicio
	Elemento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de traslado en vehículo automotor a localidades urbanas (quince mil habitantes o más)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en información del CONEVAL (2021, p. 8-18)

Por una parte, la dimensión geográfica caracteriza la facilidad para desplazarse desde una localidad hasta una carretera pavimentada en función del componente de distancia tridimensional que procede de una valoración del “costo fricción” derivado de los siguientes elementos: pendientes del terreno, barreras naturales como vegetación y cuerpos de agua además de la distancia lineal entre localidades y carreteras pavimentadas.

Por otra parte, la dimensión social del GACP se divide en dos componentes. El primero es la disponibilidad del transporte público que se valora a través del elemento de grado de uso del transporte público y su tiempo de traslado a la cabecera municipal, así como del componente tiempo promedio de traslado hacia centros de servicio, el cual se mide por medio del elemento: tiempo de traslado en vehículo automotor a localidades urbanas mayores a quince mil habitantes, consideradas como centros de servicios.

El proceso de elaboración del GACP se realiza a través de dos etapas, en la primera se definen los tres componentes que la conforman, mientras que en la segunda se combinan los componentes, mediante técnicas de análisis de conglomerados, para formar cinco categorías del grado de accesibilidad de las localidades.

La descripción detallada de cálculo del GACP, que realiza CONEVAL (2021), se realiza en nueve pasos, utilizando los seis elementos del cuadro 2.1 y cuyas escalas de valores se reproducen en el Anexo 1.

### **2.1.1 Pasos de la metodología de estimación del GACP**

1. Para estimar la distancia a carretera pavimentada, en el primer componente, se toma como base un marco geodésico de la República Mexicana, específicamente el “*International Terrestrial Reference (ITRF08)*, época 2010, con proyección Cónica Conforme de Lambert con parámetros establecidos por el INEGI” (CONEVAL, 2018, p.11).
2. Para obtener las pendientes de terreno se utiliza como fuente el “Continuo de elevaciones mexicano (CEM) 3.0 con formato ráster y factores de corrección por latitud” (CONEVAL, 2018, p.12) con resolución a 90 metros. Se utilizan herramientas de análisis geoespacial de pendiente y reclasificación para obtener una categorización de pendientes de terreno con cinco grados de inclinación que toma los valores de uno para los terrenos más escarpados y cinco para los más planos, véase la Tabla A1.1 del Anexo 1.
3. Usando la capa vectorial de uso de suelo y vegetación (serie VI) del INEGI, cuyas descripciones se agrupan en veinte clases que son asociadas a una escala de categorías con valores entre uno a cinco (véase la Tabla A1.2 del Anexo 1) en función de la dificultad para desplazarse en cada entorno. Se asigna el valor de uno para los de más difícil desplazamiento y cinco para los de menor impedancia al traslado.
4. La capa de pendientes de terreno y la de uso de suelo y vegetación se fusionan aplicando una técnica de análisis geoespacial denominada superposición ponderada, obteniendo una nueva capa ráster.
5. “Con base en la ubicación de la red de carretera pavimentada, de acuerdo con la capa vectorial de la Red Nacional de Caminos, se aplica la herramienta de costo distancia, tomando como origen del cálculo (o distancia cero) a las carreteras pavimentadas y su interacción con la capa de superposición ponderada ‘, obtenida en el anterior paso’. Lo que da como resultado distancias ‘ponderadas’ (expresadas en metros) donde los píxeles más cercanos a la infraestructura carretera tendrán cifras pequeñas, y los más lejanos, cifras mayores” (CONEVAL, 2018, p. 14).
6. A continuación, se añade la capa de ubicación de las localidades y se estima la distancia hacia la carretera más cercana, utilizando la

herramienta extraer valores a puntos. El resultado es la agrupación de las localidades en tres categorías con valor de uno para las más alejadas y de tres para las localidades más cercanas que incluye a las localidades con quince mil habitantes o más, véase la Tabla A1.3 del Anexo 1. De esta forma se obtiene una capa vectorial de tipo puntual con distancias tridimensionales a carretera pavimentada.

7. Posteriormente, se estima el segundo componente, la disponibilidad de transporte público y tiempo a cabecera municipal. Donde se toma como referencia al Censo de Población y Vivienda 2020 en su sección infraestructura y características socioeconómicas de localidades menores a cinco mil habitantes, las cuales son agrupadas en cinco categorías, asignando valores del uno a cinco. Se asigna valor uno a las localidades que no cuentan con transporte público o que reportan tiempos de traslado mayores a 120 minutos, mientras que se aplica un valor de cinco a las localidades con traslados menores a 20 minutos, o que registran una población mayor o igual a cinco mil habitantes o son cabeceras municipales, véase la Tabla A1.4 del Anexo 1. Así, el resultado es una capa vectorial con clasificación de la disponibilidad de transporte público.
8. El tercer componente, tiempo promedio de traslado en vehículo automotor a localidades urbanas (mayores a quince mil habitantes), se estima a través de una herramienta de áreas de servicio para obtener isócronas, que parten de las localidades urbanas y se guardan en una capa vectorial donde se agrupan en cinco categorías. Asimismo, se utiliza la herramienta de unión espacial para transferir esas categorías al resto de las localidades de acuerdo con la zona donde se localicen, véase la Tabla A1.5 del Anexo 1, así se le da un valor de uno a las localidades con tiempos mayores a cuatro horas y valor de cinco para aquellas con valores menores a una hora.
9. Finalmente, se obtiene el GACP al combinar los resultados de los tres componentes: distancia tridimensional, disponibilidad de transporte público y tiempo de traslado a centros de servicios, para ello se utilizan técnicas estadísticas para agrupar a las localidades en grados de accesibilidad desde una perspectiva multidimensional, dando como resultado cinco grados de accesibilidad: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, véase la Tabla 2.2. Asimismo, esta accesibilidad se traslada a los municipios y entidades en función del porcentaje de población de sus localidades con grado de accesibilidad muy baja y baja.

**Tabla 2.2 Principales características de las localidades según grado de accesibilidad a carretera pavimentada**

Grado de accesibilidad a carretera pavimentada	Principales características
Muy bajo	Son localidades pequeñas (en promedio con 57 habitantes); se encuentran a distancias muy alejadas de la carretera pavimentada, principalmente en el rango de 2 a 50 kilómetros, no obstante, algunas exceden los 200 kilómetros de distancia. Se encuentran en lugares aislados, reflejo de las características del relieve, del entorno natural y en la gran mayoría de los casos se carece del servicio de transporte público.
Bajo	Son localidades que se ubican de 1 a 10 kilómetros (principalmente) de la carretera pavimentada, la gran mayoría no tiene transporte público o los tiempos de traslado en transporte público son mayor de dos horas a cabecera municipal y, en general, se encuentran a más de una hora de alguna localidad con más de 15 000 habitantes.
Medio	Se caracterizan por ubicarse en el rango de 2 a 3 kilómetros de la carretera pavimentada, la gran mayoría no dispone de transporte público y el tiempo de traslado hacia una localidad de 15 000 o más habitantes es de 1 a 2 horas.
Alto	Son localidades con 1 kilómetro o menor distancia hacia carretera pavimentada, la gran mayoría tienen transporte público con tiempos inferiores a los 60 minutos hacia la cabecera municipal. El tiempo de traslado a una localidad de 15 000 o más habitantes es menor a una hora.
Muy alto	Se caracterizan por ser localidades con elevado número de habitantes, presentan las mejores condiciones de accesibilidad en cuanto a cercanía a la carretera pavimentada (menos de un kilómetro y fundamentalmente distancias menores a 500 metros), tienen alta disponibilidad de transporte público o son cabeceras municipales, o se encuentran muy cercanas o es un centro de servicios.

Fuente: Reproducción del Cuadro 7 de CONEVAL (2021, p. 19 y 20)

De esta forma, el GACP sintetiza los tres componentes mencionados de análisis: distancia tridimensional, disponibilidad de transporte público y tiempo de traslado a centros de servicios, elementos esenciales en los estudios de transporte.

La Tabla 2.3 permite una exploración detallada de la influencia de los tres componentes para determinar el grado de accesibilidad. Así se puede observar que el componente de tiempo de traslado a centro de servicios es el principal determinante para el grado de accesibilidad muy bajo, pues para un tiempo mayor a tres horas, la mayoría de sus combinaciones con los otros dos componentes (25 de 30 posibles) determinan que la clasificación de las localidades sea de grado muy bajo. Asimismo, el registro mayor a 2 000 metros en la distancia tridimensional es asociado con los grados bajo y muy bajo de accesibilidad, así 22 de sus 25

combinaciones posibles se relacionan con bajos grados de accesibilidad. Es pertinente mencionar que estas últimas 25 combinaciones conforman el primer tercio (sombreado en gris) de la Tabla 2.3 y es donde se ubica 99 % del total de las localidades registradas con grados bajo y muy bajo de accesibilidad, véase la Tabla 2.5.

Así, dado que el componente de distancia tridimensional mide la impedancia al desplazamiento provocada por las pendientes del trayecto, barreras naturales y usos del suelo, resulta de suma importancia en la valoración de proyectos de caminos rurales y el diseño de éstos, dado que un incremento en la longitud es directamente proporcional al costo del proyecto.

**Tabla 2.3 Distribución de los diferentes GACP en función del valor de sus componentes**

Componentes del GACP		Tiempo de traslado hacia centros de servicios (en horas)				
Distancia tridimensional a carretera pavimentada (en metros)	Disponibilidad de transporte público y tiempo a cabecera municipal (en minutos)	Más de 4	3 a 4	2 a 3	1 a 2	Menos de 1
Mayor o igual a 2 000	Mayor a 120	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Entre 90 a 120	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Entre 60 a 90	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Entre 20 a 60	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Menor a 20 o cabecera o con más de 2 500 hab.	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Entre 1 000 y 2 000	Mayor a 120	Muy bajo	Muy bajo	Medio	Medio	Alto
	Entre 90 a 120	Muy bajo	Muy bajo	Medio	Medio	Alto
	Entre 60 a 90	Muy bajo	Muy bajo	Medio	Medio	Muy alto
	Entre 20 a 60	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Menor a 20 o cabecera o con más de 2 500 hab.	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Menor o igual a 1 000	Mayor a 120	Muy bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
	Entre 90 a 120	Muy bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
	Entre 60 a 90	Muy bajo	Medio	Medio	Medio	Muy alto
	Entre 20 a 60	Muy bajo	Medio	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Menor a 20 o cabecera o con más de 2 500 hab.	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto

Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

Debido a las anteriores características del GACP, este resulta adecuado para elaborar un diagnóstico inicial de las necesidades de mejora en accesibilidad en las distintas localidades del país, que al vincularse con una población potencialmente beneficiada puede utilizarse para jerarquizar la inversión programada para caminos en los ámbitos municipal, estatal y nacional.

## 2.2 EL GACP 2020 en México

Con la información del año 2020 que entrega el GACP para más de 189 000 localidades que fueron clasificadas en las cinco categorías, definidas en la Tabla 2.2, podemos caracterizar los ámbitos municipal, estatal y nacional sumando la población de las localidades que componen a las diversas regionalizaciones administrativas.

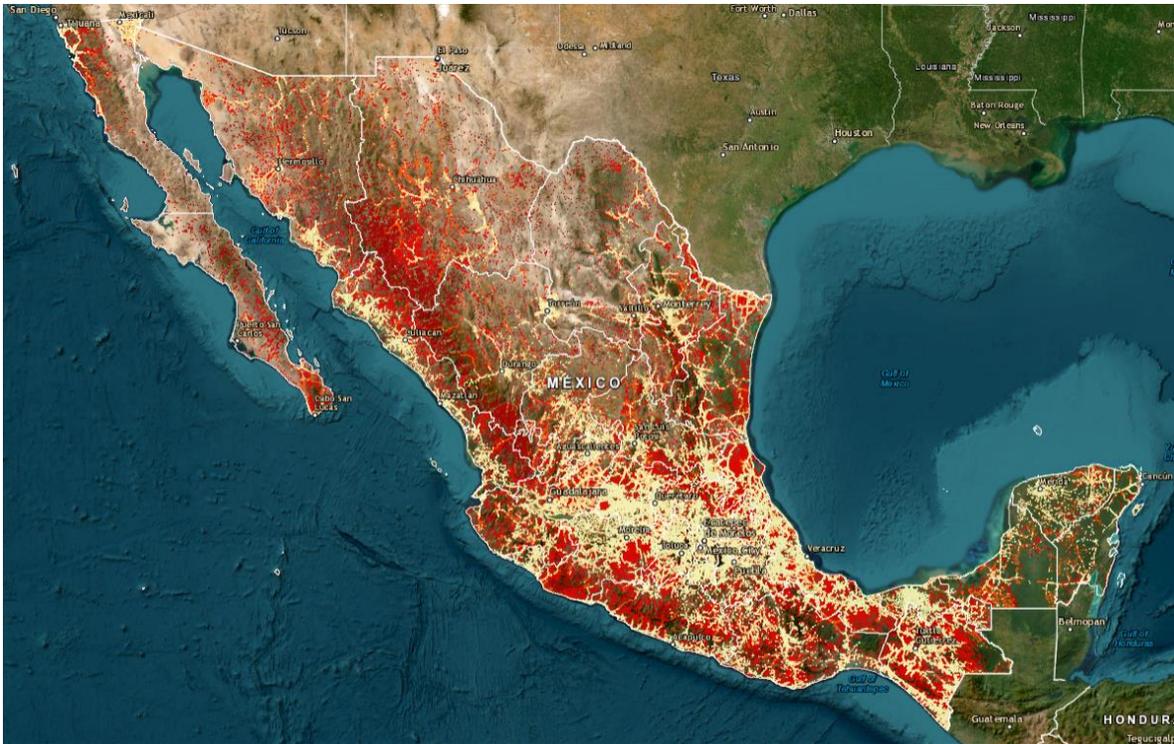
Así, tomando como premisa que toda la población en México es asociable a un determinado grado de accesibilidad en función de la localidad donde reside, es posible analizar dicha población con base en su grado de accesibilidad. Así, la Tabla 2.4 clasifica a nivel nacional a las localidades y población de acuerdo con su GACP, mientras que la Figura 2.1. destaca en color rojo la ubicación de las localidades con menor grado de accesibilidad, en contraste, se muestran en colores claros las localidades con mayor GACP.

**Tabla 2.4 Distribución de las localidades en México y su población según grado de accesibilidad a carretera pavimentada**

GACP	Localidades	Población
Muy alto	43 655	113 286 120
Alto	56 279	5 110 729
Medio	13 451	1 415 752
Bajo	64 465	5 587 361
Muy bajo	11 582	614 062
<b>Total</b>	<b>189 432</b>	<b>126 014 024</b>

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del GACP 2020, CONEVAL (2022)

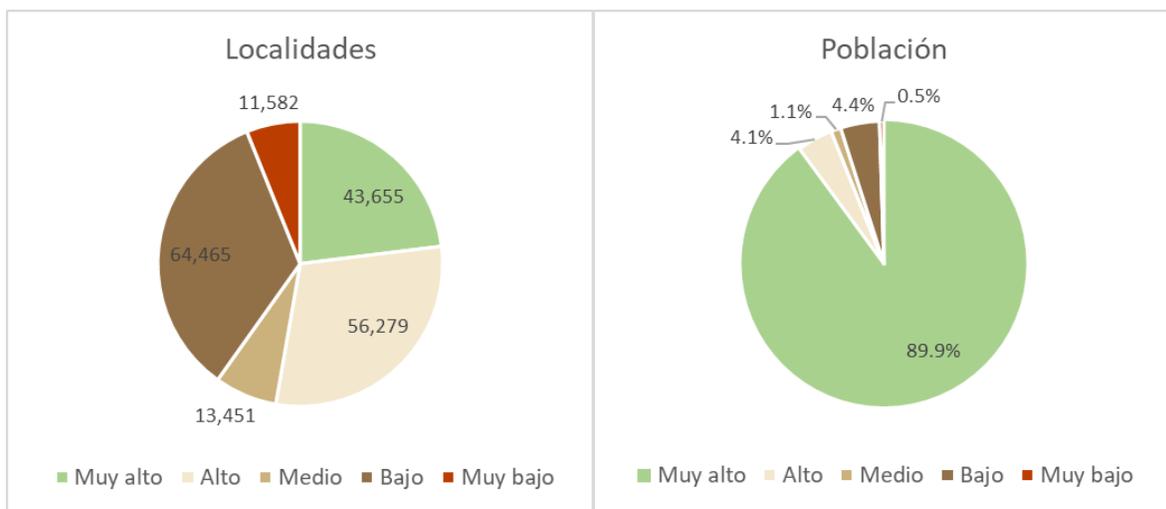
*El Grado de accesibilidad a carretera pavimentada como criterio inicial de jerarquización para la inversión en caminos rurales*



Fuente: Reproducción de la imagen del visor geoespacial del GACP 2020, CONEVAL [https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Grado\\_accesibilidad\\_carretera.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Grado_accesibilidad_carretera.aspx)

**Figura 2.1 GACP en las localidades de México 2020**

Asimismo, en la Figura 2.2 se observa que las localidades con grados de accesibilidad bajo y muy bajo suman poco más de 76 000 localidades y su población suma 6.2 millones de habitantes que equivale a 4.9 % de la población nacional.



Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

**Figura 2.2 Distribución de las localidades y su población por GACP 2020**

La anterior delimitación de la población objetivo del presente análisis concuerda con la presentación de resultados del CONEVAL para el ámbito estatal y municipal, el cual excluye a la población con grados de accesibilidad medio, alto y muy alto. Por tanto, consideramos que la población de las localidades que presentan grados de accesibilidad muy alto, alto y medio serían objeto de políticas diferentes a la inversión para la mejora de caminos rurales y alimentadores.

Del universo de la población objetivo realizamos una primera aproximación a su distribución en función de los valores que toman cada componente del índice GACP, véase la Tabla 2.1. Así, en la Tabla 2.5 observamos la distribución de las localidades con base en el valor de los tres componentes, se han resaltado en tono sombreado las 76 000 localidades cuyo grado de accesibilidad es bajo o muy bajo y que son objeto de análisis para identificar regiones susceptibles a una intervención para la mejora de sus caminos y por tanto de su grado de accesibilidad.

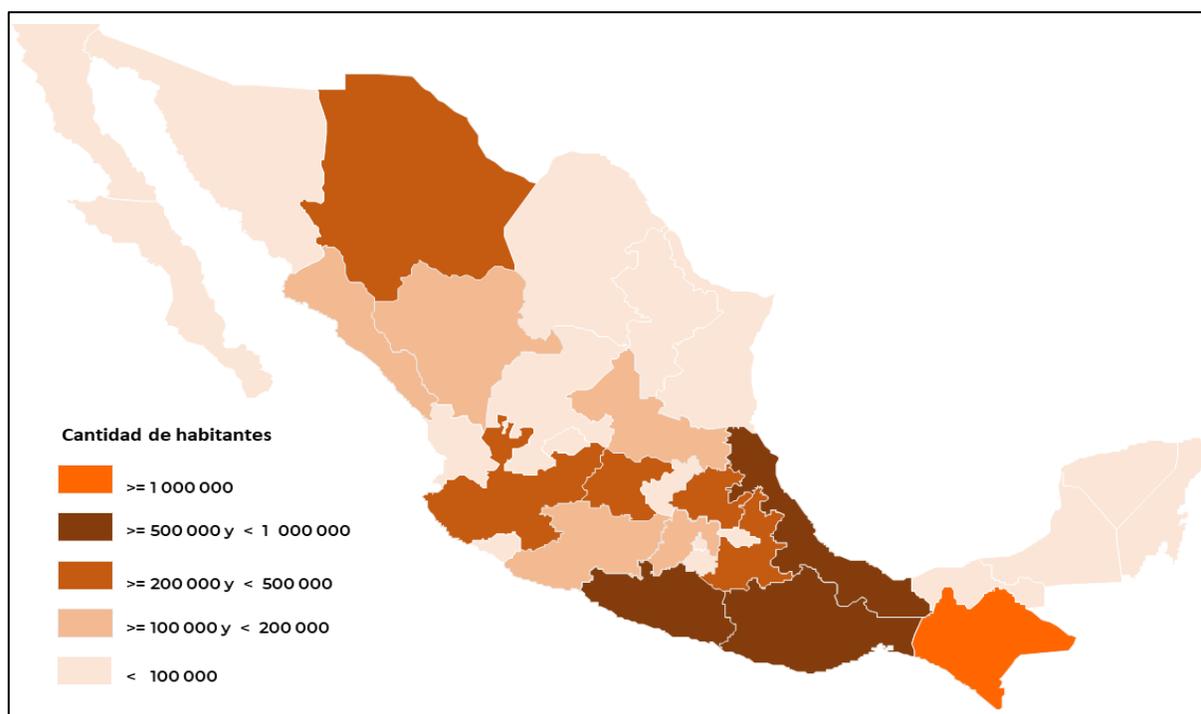
**Tabla 2.5 Distribución de las localidades de acuerdo con el valor de sus componentes**

Componentes del GACP		Tiempo de traslado hacia centros de servicios (en horas)				
Distancia tridimensional a carretera pavimentada (en metros)	Disponibilidad de transporte público y tiempo a cabecera municipal (en minutos)	Más de 4	3 a 4	2 a 3	1 a 2	Menos de 1
Mayor o igual a 2 000	Mayor a 120	5 412	3 823	8 319	18 658	21 733
	Entre 90 a 120	952	667	1 506	3 217	3 705
	Entre 60 a 90	18	30	198	699	897
	Entre 20 a 60	29	44	331	1 660	3 542
	Menor a 20 o cabecera	27	32	93	280	777
Entre 1 000 y 2 000	Mayor a 120	73	95	473	2 514	12 596
	Entre 90 a 120	20	23	51	396	2 159
	Entre 60 a 90	1	0	7	68	207
	Entre 20 a 60	0	2	35	279	1 883
	Menor a 20 o cabecera	6	6	39	236	1 601
Menor o igual a 1 000	Mayor a 120	211	237	1 167	6 163	33 934
	Entre 90 a 120	52	77	291	1 330	7 590
	Entre 60 a 90	12	17	93	527	1 787
	Entre 20 a 60	23	40	320	2 541	19 032
	Menor a 20 o cabecera	24	30	227	1 537	12 751

Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

## 2.2.1 Distribución de población con GACP bajo y muy bajo por entidad federativa

La concentración de la población que habitan las localidades con GACP bajo y muy bajo se ubica, principalmente, en los estados del sur del país, como se observa en la Figura 2.3, aunque en todas las entidades de México se reportan habitantes con bajos grados de accesibilidad. Se puede resaltar al Estado de Colima como el de mejor accesibilidad a sus localidades, al reportar la menor cantidad de población con bajos GACP: 2 263 habitantes localizados en 123 localidades de 10 municipios.



Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

**Figura 2.3 Distribución de la población con GACP bajo y muy bajo en 2020**

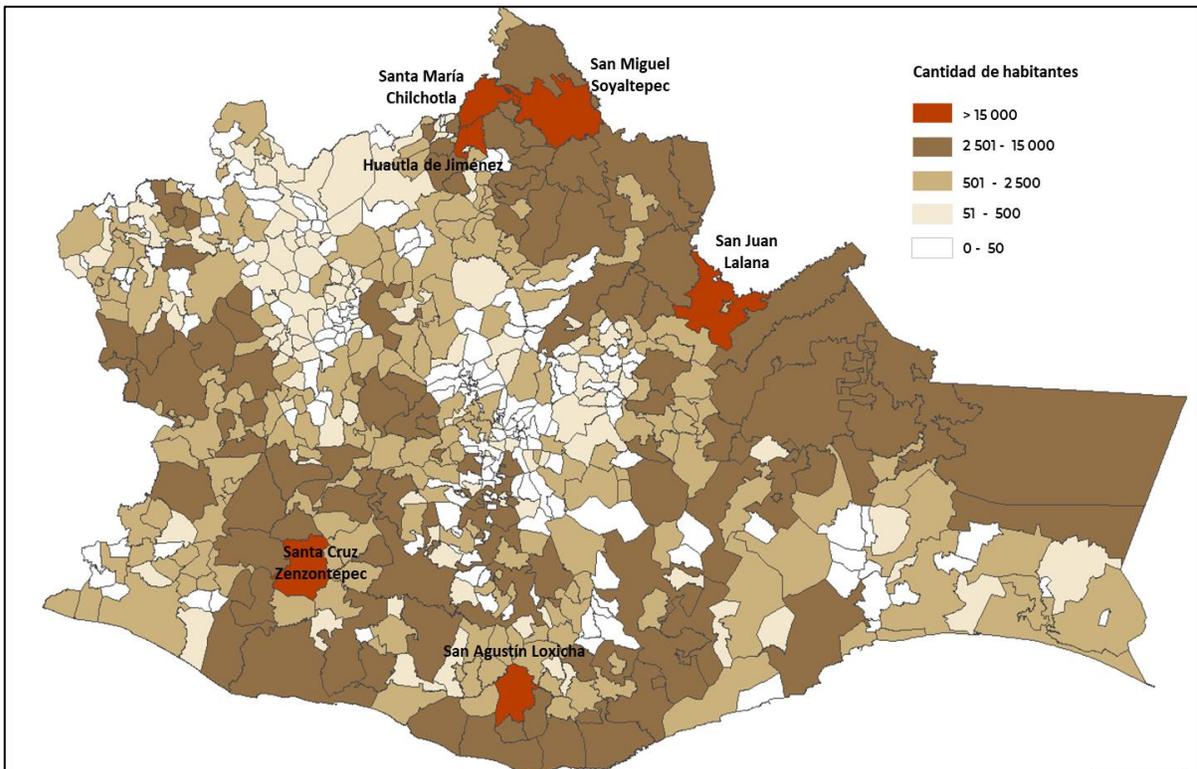
En el extremo opuesto, el Estado de Chiapas es el de mayor rezago con más de un millón de habitantes, seguido por un segundo grupo donde se ubican las entidades de Veracruz, Oaxaca y Guerrero. Es notorio la continuidad geográfica entre estas cuatro entidades de tal forma que podrían conformar una región prioritaria para la asignación de inversiones para proyectos de caminos rurales. La información detallada de la población con bajo y muy bajo GACP se presenta en las tablas del Anexo 2, en la Tabla A2.1 por estado, en la Tabla A2.2 los principales municipios y en la Tabla A2.3 las mayores concentraciones por localidad.

En las siguientes secciones se muestra la distribución de la población con bajos grados de accesibilidad para los ámbitos municipal y localidades exclusivamente para el Estado de Oaxaca, con el propósito de ejemplificar su aplicación y para limitar la extensión del reporte.

## 2.2.2 Distribución de población con GACP bajo y muy bajo por municipio

A continuación, se procede a la descripción de la situación en el ámbito municipal del Estado de Oaxaca por haber sido objeto de análisis en anteriores publicaciones del IMT.

Al ordenar, en forma decreciente, a la cantidad de población de los municipios de Oaxaca, es posible observar la ubicación de las zonas con mayor rezago del grado de accesibilidad, destacando seis municipios que reportan, individualmente, más de quince mil habitantes con bajos grado de accesibilidad, véase Figura 2.4 y Tabla 2.6. Destaca la colindancia de los municipios de la región norte de la entidad, aunque San Agustín Loxicha y Santa Cruz Zenzontepec reportan las mayores cifras en el estado.



Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

**Figura 2.4 Distribución de la población en Oaxaca con GACP bajo y muy bajo en 2020**

Un análisis a nivel localidad se aplica al municipio de San Agustín Loxicha por ser el de mayor concentración de población, por haber sido parte de ejercicios anteriores de jerarquización en las publicaciones técnicas 234 (Arroyo, 2003) y 622 (Hernández et al. 2021) del IMT, y porque será parte de un ejercicio de jerarquización aplicado a una cartera de proyectos de caminos rurales en el siguiente apartado.

**Tabla 2.6 Municipios de Oaxaca con mayor cantidad de población con bajo y muy bajo grado de accesibilidad**

<b>Municipio</b>	<b>Población total en 2020</b>	<b>Población con bajo y muy bajo grado de accesibilidad</b>	<b>Porcentaje del total de población</b>
San Agustín Loxicha	26 194	22 431	86 %
Santa Cruz Zenzontepec	19 079	17 820	93 %
Santa María Chilchotla	21 469	17 708	82 %
San Miguel Soyaltepec	38 682	15 846	41 %
Huautla de Jiménez	31 710	15 286	48 %
San Juan Lalana	16 989	15 253	90 %
San Juan Bautista Tuxtepec	159 452	14 665	9 %
Santiago Amoltepec	13 855	13 855	100 %
San José Tenango	18 102	13 080	72 %
Acatlán de Pérez Figueroa	45 167	12 788	28 %
Santiago Juxtlahuaca	34 735	12 744	37 %
Mazatlán Villa de Flores	12 722	11 475	90 %
San Juan Mazatlán	19 032	11 319	59 %
Santiago Jocotepec	14 198	10 922	77 %
San Juan Guichicovi	29 802	10 058	34 %
San Juan Cotzocón	22 444	9 666	43 %
San Juan Bautista Valle Nacional	23 067	9 423	41 %
San Carlos Yautepec	11 662	9 206	79 %
Santa Cruz Itundujia	10 860	9 066	83 %
Miahuatlán de Porfirio Díaz	50 375	9 028	18 %
San Martín Peras	12 436	8 554	69 %
Villa de Tututepec	50 541	8 120	16 %
San Lucas Ojitlán	22 185	8 096	36 %
Santiago Ixtayutla	13 880	8 082	58 %
Santos Reyes Nopala	16 688	7 756	46 %
San Lorenzo Texmelúcan	9 148	7 535	82 %
Santa María Peñoles	8 967	7 534	84 %
Coicoyán de las Flores	9 563	7 182	75 %
San Pedro Ixcatlán	10 368	6 701	65 %
San Lucas Zoquiápam	7 163	6 694	93 %

Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

### **2.2.3 El GACP en las localidades del municipio de San Agustín Loxicha**

Es pertinente señalar que, al considerar a la cantidad de población potencialmente beneficiaria de un proyecto, como determinante de la prioridad en la asignación de recursos, se pretende disminuir la concentración de proyectos en localidades con escasa población muy alejadas de las carreteras, cuya inversión pudiera ser extremadamente alta. Asimismo, con dicho criterio se pretende incrementar la efectividad de la inversión al beneficiar a la mayor cantidad de población en condiciones de accesibilidad limitada.

Continuando con la descripción de la localización de población con GACP bajo y muy bajo son identificadas las localidades del municipio de San Agustín Loxicha, donde se ubica la mayor concentración de población con rezago en dicho aspecto.

El municipio de San Agustín Loxicha se conforma por 77 localidades, de las cuales 68 presentan GACP bajo, ocho con grado medio y una con muy alto grado de accesibilidad, siendo esta última la cabecera municipal.

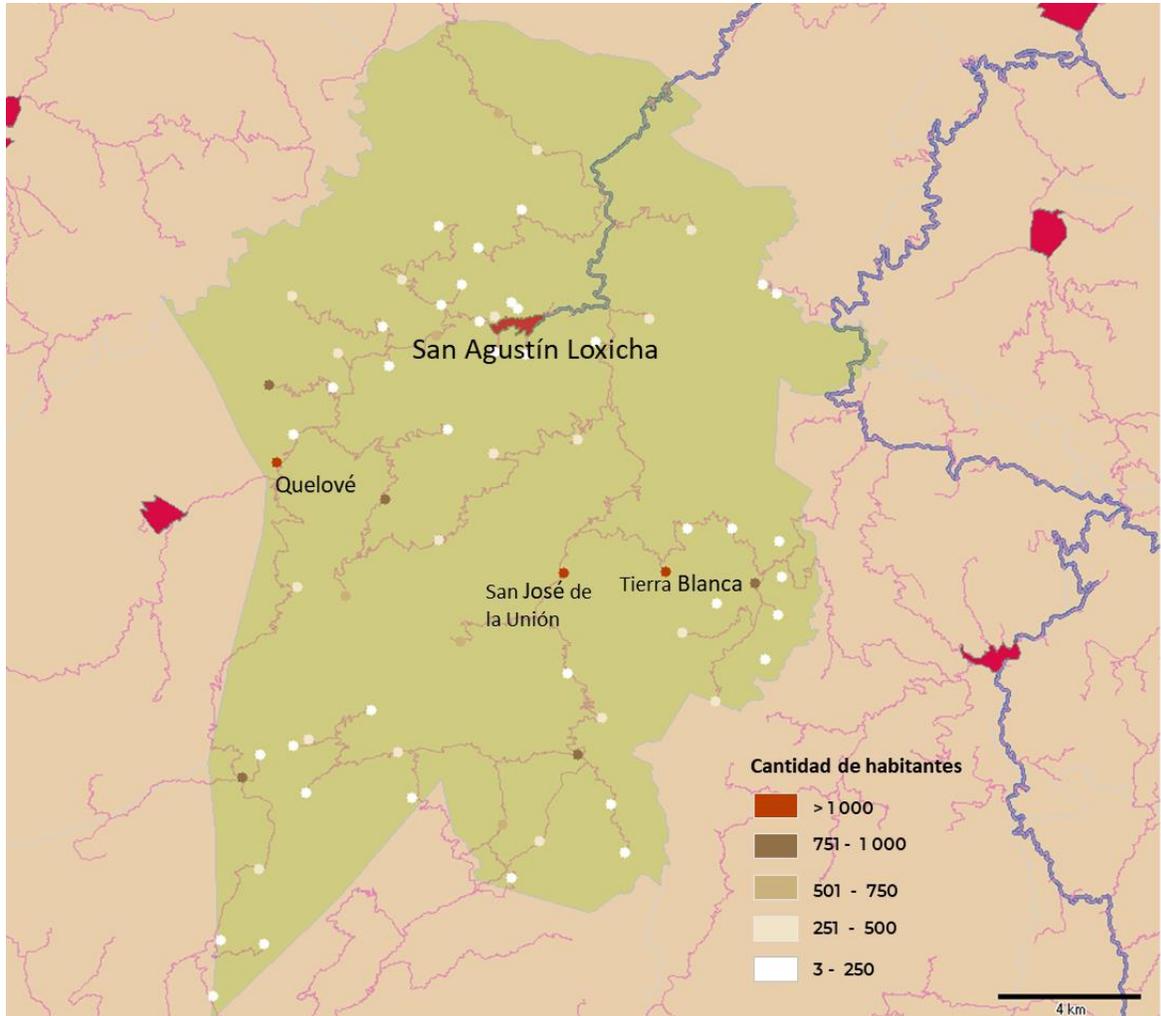
Asimismo, en el municipio se contabilizan 26 194 habitantes con bajo o muy bajo GACP. Tres de sus localidades presentan registros superiores a mil habitantes con condiciones de bajo grado de accesibilidad, véase la Figura 2.5. Estas son: Tierra Blanca, San José de la Unión y Quelové, mismas que tendrían prioridad para la asignación de recursos en proyectos de caminos que mejoren el acceso a dichas localidades.

Para ilustrar la pertinencia de utilizar la información del GACP 2020, asociada a las localidades que une un proyecto de construcción o mejora de sus condiciones, se utiliza dicho índice a una cartera de proyectos que han sido analizados en las publicaciones técnicas 234 (Arroyo, 2003) y 622 (Hernández et al. 2021) del IMT.

## **2.3 Caso práctico de aplicación del GACP a una cartera de proyectos en Oaxaca**

Anteriormente, se evaluó una cartera de seis proyectos, aunque dos de ellos son variantes de otros con menor extensión, es decir, se añade un tramo de camino a los de menor longitud, véase la Tabla 2.7. En ella se observa que los caminos 1 y 2 comparten trayectos, así como los caminos 3 y 4. Debe señalarse que debido a las características de composición del GACP y su uso para la estimación del nivel de pobreza de la población, ya

no es necesario interpolar las características de marginación de la población beneficiaria de los caminos analizados.



Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

**Figura 2.5 Distribución de la población en Oaxaca con GACP bajo y muy bajo en 2020**

Por lo anterior, basta con sumar la cantidad de la población con GACP bajo y muy bajo de las localidades que conecta el camino analizado. Sin embargo, derivado del criterio de priorizar la inversión en función de la cantidad de habitantes con grados de accesibilidad bajo o muy bajo, la población de las localidades con grados de accesibilidad medio, alto o muy alto no ha sido considerada en este proceso, por tanto, se da prioridad a

los proyectos que unen localidades con grado de accesibilidad bajo o muy bajo.

Así, en la Tabla 2.7 se observa que el tercer camino no presenta evidencia de la existencia de una población objetivo dado que une localidades con alto grado de accesibilidad, al involucrar a tres cabeceras municipales.

**Tabla 2.7 Cartera de caminos y localidades conectadas a valorar**

<b>Caminos</b>	<b>Localidades conectadas por el camino</b>	<b>Población 2020</b>	<b>Población con GACP bajo y muy bajo</b>
1er camino	Santa Catarina Loxicha, Cangreja, La Tollana, La Chilapa, Santa Cruz Loxicha y San Agustín Loxicha	7 112	1 349
2do camino	Santa Catarina Loxicha, Cangreja, La Tollana, La Chilapa, Sta. Cruz Loxicha, San Bartolomé Loxicha, Quelové, Magdalena Loxicha, El Corozal y Santo Domingo de Morelos	10 027	3 828
3er camino	San Mateo Nejápam, San Andrés Tepetlapa y San Miguel Ahuehuetitlán	3 262	0
4o camino	San Mateo Nejápam, San Andrés Tepetlapa, San Miguel Ahuehuetitlán, San Juan Bautista, Tlachichilco, Guadalupe la Libertad y Santiago Guadalupe	4 409	307
5o camino	Santo Domingo Tepuxtepec, Llano Crucero, San Pablo Lachiriega, San Pedro Quiatoni y El Ramadito	7 591	1 673
6o camino	San Vicente Lachixío, El Rincón, Rincón Hacienda Vieja y Santa Rosa Matagallinas	4 021	1 904

Nota: Las localidades: Cangreja, La Tollana y El Ramadito no son reportadas con población en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Fuente: Reproducción del Cuadro 3.3 de la publicación técnica 234 (Arroyo, 2003)

De esta forma la jerarquía para la asignación de inversión quedaría de la siguiente forma:

1. Santa Catarina Loxicha - Santo Domingo de Morelos (3 828)
2. San Vicente Lachixío - Santa Rosa Matagallinas (1 904)
3. Santo Domingo Tepuxtepec - San Pedro Quiatoni (1 673)
4. Santa Catarina Loxicha - San Agustín Loxicha (1 349)
5. San Mateo Nejápam - Santiago Guadalupe (307)
6. San Mateo Nejápam – San Miguel Ahuehuetitlán (0)

El anterior ordenamiento resalta la magnitud de población que sería beneficiada con acciones de mejora a los caminos rurales, sin embargo, dicha jerarquización parece presentar algún sesgo a favor de proyectos sin conexión a cabeceras municipales que generalmente reportan un muy alto grado de accesibilidad, véanse las tablas 2.3 y 2.5.

Por lo anterior, el resultado de esta aproximación a la jerarquización de proyectos puede ser complementada con el uso de una metodología multicriterio, como se plantea en el siguiente capítulo, en ella se incluye a la población de las localidades con mayores grados de accesibilidad, además de otras variables socioeconómicas.

Por último, es pertinente resaltar que la propuesta de jerarquización, considerando únicamente la población con GACP bajo y muy bajo, para los ámbitos nacional, estatal, municipal y a una cartera de proyectos, solo demanda el uso de un archivo (publicado por CONEVAL) con el propósito de realizar una consulta de la población que cumpla con el criterio o ámbito de interés.

### **3. Uso del GACP en una metodología multicriterio de jerarquización**

---

En este capítulo, se describe una segunda fase de evaluación que consiste en la aplicación de una metodología multicriterio, en este caso Electra I, que utiliza seis variables, entre las que destacan dos derivadas del GACP.

La aplicación de esta metodología es recomendada en caso de que la jerarquización de proyectos, utilizando exclusivamente el criterio GACP, se perciba con algún sesgo a favor de proyectos aislados y desarticulados.

#### **3.1 Fase jerarquización cualitativa aplicando una metodología multicriterio**

De acuerdo con Arroyo (2003) “toda metodología para evaluación de proyectos de infraestructura de transporte debe tomar en cuenta diversos criterios que normen la toma de decisiones, y que a su vez apoyen ‘su’ conceptualización y desarrollo”. Sin embargo, también reconoce que los criterios elegidos pueden variar de acuerdo con el objetivo y propósitos de sus promotores y agentes interesados.

Como ya se ha comprobado el uso del método ELECTRA I, un algoritmo elaborado con criterios múltiples de evaluación, no exige que la importancia relativa de sus componentes sea sumamente explícita. Sin embargo, proporciona buena confiabilidad en sus resultados. Además, que permite complementarse con otros aspectos de tipo técnico, de integración económica e incluso con criterios político-administrativo. La mayor condición exigida por el método es la asignación de un peso “**W**” dentro del intervalo de 1.0 a 2.0, el cual pudiese ser asignado, para cada criterio seleccionado, con base en la experiencia de los evaluadores o por valores hallados de forma empírica.

Este método ordena las soluciones preferidas conforme cierto grado de disparidad y relación de predominio entre pares de alternativas.

En los anteriores ejercicios (PT 234) los criterios considerados, para el ámbito de caminos rurales, fueron la población beneficiada directa e indirectamente, el número de localidades y tipo de caminos conectados, así como el acceso a fuentes naturales de agua. Sin embargo, debido al

uso del GACP, para identificar geográficamente a la población con necesidades de mejora en sus caminos, los criterios de población y conexión a otros tipos de caminos resultarían redundante en su combinación con el grado de accesibilidad.

Por lo anterior, se propone una sustitución de los anteriores criterios por dos derivados del GACP. El primer criterio (C1) es la población con grados bajo y muy bajo de GACP, conectada por el proyecto, y el segundo (C2) es el resto de la población conectada que presentan grados superiores de accesibilidad. Asimismo, estas pueden ser complementadas con otros criterios que reflejen el grado de rezago de la zona de influencia del camino, en este ensayo y solo con fines ilustrativos se utilizan los siguientes cuatro, cuya información es accesible a nivel localidad:

- C3 Población desocupada, como indicador del rezago laboral
- C4 Relación hombre/mujer, como indicador de enfoque de género
- C5 Relación viviendas desocupadas/ viviendas ocupadas, como indicador del efecto de la migración en la zona
- C6 Grado promedio de estudios, como indicador de su situación educativa

Una vez acordados los elementos seleccionados para la evaluación, se pueden definir los pesos y escalas de valoración. En cuestión de los pesos, se le asigna el mayor de ellos a la población meta del proyecto, que en este caso es aquella que presenta grados bajos de accesibilidad  $W=1.8$ , a la población desocupada un valor  $W=1.7$ , a la relación viviendas desocupadas/viviendas ocupadas un  $W=1.5$ , mismo valor para el criterio de grado promedio de estudios, un valor de 1.4 para la relación hombre/mujer (H/M) y finalmente, un valor  $W=1.3$  para la población con grados de accesibilidad medio, alto y muy alto, véase la Tabla 3.3.

A continuación, se proponen escalas de valores entre 1.0 a 9.0, asignando la mayor calificación a aquellas situaciones que acuerden los evaluadores como prioritarias, haciendo decrecer ésta en la medida en que las situaciones sean menos importantes.

La Tabla 3.1 muestra las escalas de valores para cada criterio, determinadas en función del rango de valores registrados para el Estado de Oaxaca, y que deben ser tomados en cuenta en la valoración de los criterios seleccionados.

**Tabla 3.1 Escalas de valoración para los seis criterios seleccionados**

Calificación	Criterios					
	Población con GACP bajo y muy bajo C1	Población con GACP medio a muy alto C2	Población desocupada C3	Porcentaje Hombres/mujeres C4	Porcentaje Vivienda ocupada/desocupada C5	Años de educación C6
9.00	Mayor a 5000	Mayor a 100000	Mayor a 2000	Menor a 50	Mayor a 80	0-3
8.00	3500-5000	50000-100000	1000-2000	50-75	70-80	3-6
7.00	2500-3500	15000-50000	500-1000	75-85	60-70	6-9
6.00	1500-2500	5000-15000	250-500	85-90	50-60	9-12
5.00	750-1500	1500-5000	50-250	90-95	40-50	12-15
4.00	250-750	750-1500	10-50	95-100	30-40	Mayor a 15
3.00	50-250	250-750	0-10	100-200	20-30	
2.00	0-50	100-250		Mayor a 200	Menor a 20	
1.00		0-100				

Fuente: Elaboración propia con información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

Una vez determinados los valores y pesos de los criterios a ser considerados en la metodología multicriterio, se obtuvo la información requerida de CONEVAL, para los primeros dos criterios, y del Censo 2020 de INEGI, para los restantes cuatro criterios.

A continuación, se muestra de forma resumida la aplicación del método a la cartera de seis proyectos seleccionados anteriormente.

**Paso 1.-** Identificación del conjunto de alternativas (camino a intervenir)

- A1 Santa Catarina Loxicha - San Agustín Loxicha
- A2 Santa Catarina Loxicha - Santo Domingo de Morelos
- A3 San Mateo Nejápam – San Miguel Ahuehuetitlán
- A4 San Mateo Nejápam - Santiago Guadalupe
- A5 Santo Domingo Tepuxtepec - San Pedro Quiatoni
- A6 San Vicente Lachixío - Santa Rosa Matagallinas

**Paso 2-** Establecimiento de una matriz de impacto (retícula de calificaciones de los caminos), conteniendo los criterios y aspectos involucrados en el estudio, véanse las tablas 3.2 y 3.3

**Tabla 3.2 Valores recopilados para los seis criterios de evaluación**

Alternativas	C1	C2	C3	C4	C5	C6
<b>A1</b>	1 349	5 763	161	86 %	27 %	7
<b>A2</b>	3 828	6 199	90	90 %	26 %	6
<b>A3</b>	0	3 262	19	89 %	51 %	5
<b>A4</b>	307	4 102	22	88 %	45 %	5
<b>A5</b>	1 673	5 918	29	88 %	30 %	5
<b>A6</b>	1 904	2 117	62	86 %	36 %	6

Fuente: Elaboración propia con información del GACP 2020, CONEVAL (2022) y Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI

**Tabla 3.3 Peso y calificaciones obtenidas por criterio para cada alternativa**

Criterio	Peso W	Alternativas					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
<b>C1</b>	1.80	5.00	8.00	2.00	4.00	6.00	6.00
<b>C2</b>	1.30	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00	5.00
<b>C3</b>	1.70	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00
<b>C4</b>	1.40	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00
<b>C5</b>	1.50	3.00	3.00	6.00	5.00	4.00	4.00
<b>C6</b>	1.50	7.00	7.00	8.00	8.00	8.00	7.00
<b>Suma</b>	<b>9.20</b>						

Fuente: Elaboración propia con información del GACP 2020, CONEVAL (2022) y Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI

Una vez determinados los valores de los pesos de los criterios a ser considerados en la metodología multicriterio, se procederá a determinar los valores de los pares (i,j) de las matrices de índices de concordancia y de discordancia, que permitan conocer los grados de dominación del proyecto, en nuestro caso la prioridad de inversión de un camino rural sobre otro.

**Paso 3-** Determinación de las matrices de concordancia y discordancia que permitan seleccionar aquellas alternativas viables.

La matriz de concordancia permite destacar el mayor grado de preferencia para cada criterio entre cada par de alternativas, a través de la comparación de sus calificaciones para cada criterio y la magnitud del peso asociado a este, es decir, se identifican las mayores magnitudes de

dominación entre alternativas, que se resumen en la Tabla 3.4, mientras que el detalle del cálculo de cada comparación para obtener la matriz de concordancia se presenta en el Anexo 3.

De manera similar, la matriz de discordancia destaca las principales relaciones de **no** dominación entre pares de alternativas, nuevamente a través de la comparación de calificaciones entre caminos y para cada criterio y peso asociado a este, es decir, se identifican las menores magnitudes de algún grado de dominación entre alternativas, las cuales se presentan en la Tabla 3.5, asimismo, el detalle del cálculo de la matriz de discordancia se presenta en el Anexo 4.

**Tabla 3.4 Matriz de concordancia entre alternativas**

<b>Alternativas</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>A6</b>
<b>A1</b>		----	0.60	0.60	----	----
<b>A2</b>	0.52		----	0.52	----	0.51
<b>A3</b>	----	----		----	----	----
<b>A4</b>	----	----	0.52		----	----
<b>A5</b>	0.67	0.55	0.59	0.59		0.56
<b>A6</b>	0.61	----	0.53	0.53	----	

Fuente: Elaboración propia con información de la Tabla 3.3

**Tabla 3.5 Matriz de discordancia entre alternativas**

<b>Alternativas</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>A6</b>
<b>A1</b>		---	---	0.25	0.13	0.13
<b>A2</b>	0.13		---	0.25	0.13	0.13
<b>A3</b>	---	---		0.25	---	---
<b>A4</b>	0.13	---	0.13		0.25	0.25
<b>A5</b>	0.13	0.25	0.25	0.13		0.13
<b>A6</b>	0.13	0.25	0.25	0.13	0.13	

Fuente: Elaboración propia con información de la Tabla 3.3

**Paso 4-** Clasificación y ordenamiento de alternativas a partir de las matrices de concordancia y discordancia.

Una vez conocidos las principales relaciones de dominación y no dominación, se procede a hallar la matriz de dominación a través de identificar las alternativas que presentan los mayores valores de

dominación y a su vez no son claramente dominadas en alguno de los criterios, es decir, aparecen en ambas matrices, véase la Tabla 3.6.

**Tabla 3.6 Matriz de dominación**

<b>Alternativas</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>A6</b>
<b>A1</b>		---	---	1,4	---	---
<b>A2</b>	2,1		---	2,4	---	2,6
<b>A3</b>	---	---		---	---	---
<b>A4</b>	---	---	4,3		---	---
<b>A5</b>	5,1	5,2	5,3	5,4		5,6
<b>A6</b>	6,1	---	6,3	6,4	---	

Fuente: Elaboración propia con información de las tablas 3.4 y 3.5

Así, de la Tabla 3.6, se identifican las celdas que cumplen con las anteriores condiciones y estos representan a los caminos que tendrán prioridad para recibir inversión y serán aquellos que hayan dominado mayoritariamente.

De esta manera, de los seis caminos el que predomina es la alternativa A5, que va de la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec - San Pedro Quiatoni. Por tanto, es el que tiene prioridad sobre los demás para ser construido o rehabilitado. Le siguen la A2 (que domina A1, A4 y A6), el A6 (que domina A1, A3 y A4) el A1, ya que domina A4, mientras que este último domina A3 que es el último en la jerarquización.

Aunque A4 es dominado el mayor número de veces, este no ocupa el último lugar debido a que domina a A3.

A continuación, se muestra la prioridad que tiene cada uno de los caminos analizados para ser construidos o rehabilitados.

- (A5) Santo Domingo Tepuxtepec – San Pedro Quiatoni
- (A2) Santa Catarina Loxicha – Santo Domingo de Morelos
- (A6) San Vicente Lachixío – Santa Rosa Matagallinas
- (A1) Santa Catarina Loxicha – San Agustín Loxicha
- (A4) San Mateo Nejápam – La Libertad
- (A3) San Mateo Nejápam – San Miguel Ahuehuetitlán

En comparación con la jerarquización realizada exclusivamente con la población con grados de conectividad baja y muy baja, el único cambio en

el orden es que la alternativa A1: Santo Domingo Tepuxtepec - San Pedro Quiatoni sube al primer lugar, por lo que desplaza un sitio hacia abajo a las alternativas A2 y A6, mientras que las últimas tres no cambian de lugar.

Del conjunto de opciones que cumplen las condiciones anteriores, se forma una red acíclica; esto es, que ninguna relación de preferencia o dominación que empieza en una opción, llegará después de varias relaciones sucesivas de dominación a la misma opción *i*-ésima. Esta red acíclica también se denomina "*kernel*" de la red.

Este análisis puede complementarse con aspectos técnicos, en caso de que requiera una evaluación económica correspondiente, en el sentido de hacer intervenir el criterio de un evaluador con experiencia, que tome en consideración la longitud y costos de referencia para la intervención de los caminos.

Asimismo, una exploración más detallada del GACP podría arrojar políticas de planeación no solo para el ámbito rural, sino también para las redes estatales y federales de carreteras, en el que necesariamente se involucrarían estudios formales de costo – beneficio.



## Conclusiones

---

El estudio presenta una metodología de evaluación de caminos rurales que centra su atención en el índice Grado de Accesibilidad a Carreteras Pavimentadas (GACP) que por sus características de construcción permite valorar dos variables representativas del fenómeno del transporte: la distancia y el tiempo.

Desde una perspectiva dirigida a mejorar las condiciones de accesibilidad de la población, se utiliza como criterio inicial de jerarquización de la inversión en caminos rurales a la cantidad de habitantes con bajo grado de accesibilidad.

El análisis de la distribución de las localidades y su población con categorías de GACP bajo y muy bajo proporciona información valiosa para ubicar carencias de accesibilidad en diversos ámbitos geográficos a través de una consulta a un libro de Excel que divide la información en tres hojas de cálculo, una para localidades, otra para los municipios y la tercera para los estados, aunque estas dos últimas solo presentan información para la población con bajos grados de accesibilidad, por lo que la presente propuesta se enfoca a esta última población para priorizar la inversión en proyectos de caminos rurales.

En una primera fase, se utiliza únicamente a la población con grados bajo y muy bajo de accesibilidad, permitiendo ubicar a los mayores rezagos en el país, especialmente en algunas zonas serranas del sur de México, aunque también se destacan algunas localidades distantes en el norponiente del país.

En una segunda fase, fue aplicada una metodología multicriterio, para jerarquizar la inversión, a una cartera de seis proyectos de caminos rurales en Oaxaca. En ella se incorporan variables que matizan las pobres condiciones socioeconómicas de la región como son el desempleo, migración y bajo grado de educación, mismas que son esenciales para monitorear algunos efectos derivados de la inversión en los caminos rurales evaluados.

Por lo anterior y ante la escasa información para realizar un diagnóstico preciso de la situación funcional de la red de caminos rurales, el GACP se presenta como una valiosa fuente de información debido a que los

resultados que produce, su uso para la jerarquización de proyectos, lucen consistentes cuando se complementa con la aplicación de un método multicriterio, al cual se incorporan otras variables de evaluación, incluyendo el de la población que no reporta bajos grados de accesibilidad.

Si bien el GACP resulta de utilidad para la priorización de la inversión en caminos rurales, también podría utilizarse como base de una planeación sexenal e incluso en un largo plazo, para ello requiere de una constante actualización de sus ediciones, que se sugiere sea cada cinco años aprovechando la captura de información de los conteos de población que complementan a los censos de población y vivienda, cada diez años. Asimismo, es de vital importancia la constante actualización y mayor cobertura de la Red Nacional de Caminos.

## Bibliografía

---

- Arroyo, J. y Torres, G. (2003). *Metodología de evaluación social de proyectos de caminos rurales en México*. (Publicación técnica No. 234). México: Instituto Mexicano del Transporte [Archivo PDF]. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt234.pdf>
- Arroyo, J., Torres, G. y Hernández García, S. (2008). *Consideraciones sociodemográficas complementarias a la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera*. (Publicación técnica No. 310). México: Instituto Mexicano del Transporte [Archivo PDF]. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt310.pdf>
- Arroyo, J. y Torres, G. (2009). *Una propuesta metodológica para la selección de proyectos de construcción de caminos rurales*. (Publicación técnica No. 329). México: Instituto Mexicano del Transporte [Archivo PDF]. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt329.pdf>
- Auditoría Superior de la Federación [ASF]. (2017). *Política pública de regulación y supervisión de la infraestructura carretera*. (1ª Ed.). México: ASF.
- Consejo Nacional de Población/Instituto Mexicano del Transporte/Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [CONAPO/IMT/SIAP]. (2016). *La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2 500 habitantes en México*. México: CONAPO. [Archivo PDF]. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/la-condicion-de-ubicacion-geografica-de-las-localidades-menores-a-2-500-habitantes-en-mexico>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2021). *Grado de accesibilidad a carretera pavimentada. Documento metodológico*. México: CONEVAL. [Archivo PDF]. [https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Accesibilidad\\_carretera/2020/Documento\\_metodologico\\_GACP\\_2020.pdf](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Accesibilidad_carretera/2020/Documento_metodologico_GACP_2020.pdf)
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2022). *Grado de accesibilidad a carretera pavimentada. Anexo estadístico GACP*. [Archivo Excel].

[https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Accesibilidad\\_carretera/2020/Anexo\\_estadistico.zip](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Accesibilidad_carretera/2020/Anexo_estadistico.zip)

González Moreno, J., Backhoff, M., Morales, E. y Vázquez, J. (2022). *Metodología para determinar la accesibilidad geográfica de las poblaciones de México*. (Publicación técnica No. 698). México: Instituto Mexicano del Transporte [Archivo PDF]. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt698.pdf>

Hernández García, S., Torres G., Arroyo J., Cruz, G. y González, J. (2021). *Una metodología multicriterio para la jerarquización de inversiones públicas en proyectos de caminos rurales*. (Publicación técnica No. 622). México: Instituto Mexicano del Transporte [Archivo PDF]. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt622.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2022). *Censo de población y Vivienda 2020*. [Consulta en línea]. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. [Consulta en línea] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Presidencia de la República. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024* edición digital. México: Diario Oficial de la Federación 12 de julio de 2019 edición matutina. [Consulta en línea]. <https://dof.gob.mx/index.php?year=2019&month=07&day=12&edicion=MAT#gsc.tab=0>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2020). Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024. Diario Oficial de la Federación 2 de julio de 2020 [https://dof.gob.mx/index\\_113.php?year=2020&month=07&day=02#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/index_113.php?year=2020&month=07&day=02#gsc.tab=0)

Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL]. (2005). Decreto por el que se regula el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). México: Diario Oficial de la Federación 24 de agosto de 2005 [Consulta en línea]. [https://dof.gob.mx/index\\_113.php?year=2005&month=08&day=24#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/index_113.php?year=2005&month=08&day=24#gsc.tab=0)

Torres, G. (2000). *Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales*.

(Publicación técnica No. 147). México: Instituto Mexicano del Transporte [Archivo PDF].  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt147.pdf>



# Anexos

## Anexo 1. Escalas de valores para los elementos que conforman al GACP

**Tabla A1.1 Clasificación de las pendientes de terreno según su grado de inclinación**

Pendiente del terreno	Valor
0 a 5° (plano)	5
6 a 10° (ondulado)	4
11 a 15° (lomerío)	3
16 a 20 ° (montaña)	2
más de 20° (escarpado)	1

Fuente: Reproducción del Cuadro 2 de CONEVAL (2018 p. 12)

**Tabla A1.2 Clasificación del uso de suelo y vegetación**

Uso de suelo y vegetación	Valor
Uso de suelo urbano (localidades con más de 15 000 habitantes)	5
Agricultura de riego	4
Agricultura de temporal	4
Asentamientos humanos	4
Pastizal	4
Sin vegetación aparente	4
Vegetación secundaria herbácea de bosque	4
Vegetación secundaria herbácea de selva	4
Bosque cultivado	4
Acuícola	3
Agricultura de humedad	3
Matorral	3
Otros tipos de vegetación	3
Vegetación secundaria arbustiva de bosque	3
Vegetación secundaria arbustiva de selva	3
Vegetación secundaria arbórea de bosque	2
Vegetación secundaria arbórea de selva	2
Cuerpo de agua	1
Bosques	1
Selva	1
Vegetación hidrófila	1

Fuente: Reproducción del Cuadro 3 de CONEVAL (2018 p. 13)

**Tabla A1.3 Agrupación de distancias a carretera pavimentada**

<b>Distancia a carretera pavimentada</b>	<b>Valor</b>
<= 1 000 metros o población mayor a 15 000 habitantes	3
> 1 000 y < 2 000 metros	2
>= 2 000 metros	1

Fuente: Reproducción del Cuadro 4 de CONEVAL (2018 p. 16)

**Tabla A1.4. Clasificación de la disponibilidad del transporte público**

<b>Disponibilidad de transporte público y tiempo hacia cabecera municipal</b>	<b>Valor</b>
Localidades con más de 5 000 habitantes o que son cabeceras municipales o que tienen desplazamientos menores a 20 minutos.	5
Tiempos de recorrido en transporte público a cabecera municipal de 20 a 60 minutos.	4
Tiempos de recorrido en transporte público a cabecera municipal de 1 a 1.5 horas.	3
Tiempos de recorrido en transporte público a cabecera municipal de 1.5 a 2 horas o con disponibilidad y tiempo de traslado no especificada.	2
Sin transporte público o tiempos de recorrido mayor de 2 horas a la cabecera municipal.	1

Fuente: Reproducción del Cuadro 5 de CONEVAL (2018 p. 17)

**Tabla A1.5 Clasificación por tiempo de traslado hacia una localidad con 15 000 o más habitantes**

<b>Tiempo de traslado hacia localidad de más de 15 000 habitantes</b>	<b>Valor</b>
Menos de 1 hora	5
1 a 2 horas	4
2 a 3 horas	3
3 a 4 horas	2
más de 4 horas	1

Fuente: Reproducción del Cuadro 6 de CONEVAL (2018 p. 19)

## Anexo 2. Población con bajo y muy bajo GACP por ámbito geográfico

**Tabla A2.1 Distribución de la población con bajo y muy bajo GACP por entidad federativa**

Entidad	Población 2020	Población con bajo y muy bajo GACP
Colima	731 391	2 263
Aguascalientes	1 425 607	2 486
Yucatán	2 320 898	3 637
Tlaxcala	1 342 977	5 105
Morelos	1 971 520	8 428
Campeche	928 363	15 955
Ciudad de México	9 209 944	18 544
Baja California	3 769 020	27 613
Coahuila de Zaragoza	3 146 771	28 176
Quintana Roo	1 857 985	28 789
Nuevo León	5 784 442	49 351
Zacatecas	1 622 138	72 169
Baja California Sur	798 447	72 243
Querétaro	2 368 467	72 823
Sonora	2 944 840	78 453
Tabasco	2 402 598	87 484
Tamaulipas	3 527 735	92 275
Nayarit	1 235 456	93 823
Sinaloa	3 026 943	120 116
San Luis Potosí	2 822 255	122 512
Michoacán de Ocampo	4 748 846	155 938
Durango	1 832 650	177 955
México	16 992 418	182 978
Chihuahua	3 741 869	201 913
Guanajuato	6 166 934	208 149
Jalisco	8 348 151	209 044
Hidalgo	3 082 841	253 590
Puebla	6 583 278	410 471
Guerrero	3 540 685	514 415
Oaxaca	4 132 148	849 882
Veracruz de I. de la L.	8 062 579	855 245
Chiapas	5 543 828	1 179 598

Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

**Tabla A2.2 Distribución de la población con bajo y muy bajo GACP, en principales municipios de México**

Entidad	Municipio	Población total 2020	Población con GACP bajo o muy bajo	Porcentaje del total
Chiapas	Ocosingo	234 661	100 279	42.73
Chiapas	Chilón	137 262	82 629	60.20
Baja California Sur	Mulegé	64 022	59 163	92.41
Chiapas	Las Margaritas	141 027	56 219	39.86
Chihuahua	Guadalupe y Calvo	50 514	47 596	94.22
Chiapas	Palenque	132 265	44 326	33.51
Durango	Mezquital	48 583	41 399	85.21
Nayarit	Del Nayar	47 550	40 527	85.23
Guerrero	Chilapa de Álvarez	123 722	39 751	32.13
Veracruz	Tantoyuca	99 959	37 644	37.66
Guerrero	Acatepec	40 197	35 685	88.78
Veracruz	Chicontepec	53 858	33 112	61.48
Chiapas	Salto de Agua	64 251	30 047	46.77
Guanajuato	Dolores Hidalgo	163 038	29 641	18.18
Chiapas	Chenalhó	47 371	29 515	62.31
Guanajuato	San Felipe	119 793	26 828	22.40
Veracruz	Ixhuatlán de Madero	50 836	26 811	52.74
Chiapas	Motozintla	76 398	25 463	33.33
Guerrero	Gral. Heliodoro Castillo	37 254	25 083	67.33
Chiapas	Oxchuc	54 932	24 398	44.41
Chiapas	Tila	83 505	24 102	28.86
Chiapas	Simojovel	52 935	23 682	44.74
Sinaloa	Sinaloa	78 670	23 593	29.99
Guanajuato	San Miguel de Allende	174 615	23 441	13.42
Chiapas	Ocozacoautla de Espinosa	97 397	23 047	23.66
Veracruz	Las Choapas	81 080	22 680	27.97
Oaxaca	San Agustín Loxicha	26 194	22 431	85.63
Veracruz	Zongolica	45 028	22 208	49.32
Chihuahua	Guachochi	50 180	22 121	44.08
Chiapas	Tapachula	353 706	21 743	6.15
Veracruz	Pánuco	96 185	21 582	22.44
Durango	Tamazula	26 300	20 981	79.78
Chiapas	San Juan Cancuc	37 948	20 873	55.00
Chiapas	Altamirano	36 160	20 533	56.78
Veracruz	Minatitlán	144 776	19 384	13.39
Guerrero	Ayutla de los Libres	69 123	19 292	27.91
Jalisco	Mezquitic	22 083	19 007	86.07
Veracruz	Álamo Temapache	107 270	18 939	17.66

Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

**Tabla A2.3 Distribución de la población con bajo y muy bajo GACP, en principales localidades de México**

Entidad	Municipio	Localidad	Población 2020
Baja California Sur	Mulegé	Santa Rosalía	14 357
Baja California Sur	Mulegé	Guerrero Negro	13 596
Quintana Roo	Isla Mujeres	Isla Mujeres	13 174
Baja California Sur	Mulegé	Villa Alberto Andrés Alvarado A.	10 897
Chihuahua	Guadalupe y Calvo	Guadalupe y Calvo	6 332
Durango	San Dimas	Tayoltita	5 817
Coahuila de Zaragoza	Sierra Mojada	Hércules	4 573
Nayarit	Del Nayar	Jesús María	3 695
Oaxaca	San Juan Cotzocón	San Juan Cotzocón	3 424
Oaxaca	San Lucas Camotlán	San Lucas Camotlán	2 994
Durango	Topia	Topia	2 897
Chihuahua	Guazapares	Témoris	2 746
Guanajuato	Irapuato	Hacienda de Márquez	2 481
Veracruz	Coscomatepec	Tenixtepec	2 475
Puebla	Tochimilco	La Magdalena Yancuitlalpan	2 460
Chiapas	Ocosingo	Taniperla	2 452
México	Ixtapaluca	Ampliación 6 de Junio	2 452
Veracruz	Playa Vicente	El Nigromante	2 448
México	Cuautitlán Izcalli	San Pablo de los Gallos	2 433
Chiapas	Chamula	Yaltem	2 414
Puebla	Huehuetla	Cinco de Mayo	2 370
México	Cuautitlán Izcalli	Los Ailes	2 368
Veracruz	Ixhuatlán del Café	Presidio	2 368
Baja California Sur	Mulegé	Bahía Tortugas	2 367
Guerrero	Chilpancingo de los Bravo	Jaleaca de Catalán	2 359
Chiapas	San Juan Cancuc	Nichteel San Antonio	2 355
Michoacán de Ocampo	Pátzcuaro	Janitzio (Isla Janitzio)	2 352
Chiapas	Pueblo Nuevo Solistahuacán	San José Chapayal	2 350
Nayarit	La Yesca	Puente de Camotlán	2 341
Chiapas	San Juan Cancuc	El Pozo	2 326
Baja California Sur	Los Cabos	La Ribera	2 320
Hidalgo	Xochiatipan	Ohuatipa	2 305
Veracruz	Coscomatepec	Zacatla	2 264
Guerrero	Chilpancingo de los Bravo	San Vicente	2 259
Guanajuato	Comonfort	Landín	2 237
Chiapas	La Concordia	Dolores Jaltenango	2 235
Nayarit	Del Nayar	Santa Teresa	2 228
Veracruz	Jalacingo	Vista Hermosa	2 198
México	Naucalpan de Juárez	Ampliación el Tejocote	2 187

Fuente: Elaboración propia con base en información del GACP 2020, CONEVAL (2022)

### **Anexo 3. Elaboración de la matriz de índices de concordancia**

La matriz de índices de concordancia se determina de la siguiente manera:

a) Se obtiene la suma de los pesos “W” de los distintos criterios y aspectos involucrados. En el presente caso, el valor es 9.20

b) Se comparan las “n” alternativas entre sí (caminos a construir); en este estudio son:

b.1) Para aquellos valores en que la acción “i” sea mayor que la acción “j”, se tomará la totalidad del peso del criterio en cuestión

b.2) Para valores en que la acción “i” sea igual a la de la acción “j”, se tomará el 50% del peso del criterio afectado

b.3) Si el valor de la acción “i” es menor que el de la acción “j”, el valor del peso del criterio será cero

c) Una vez obtenidos todos los pesos, se calcula la sumatoria conjunta de ellos

d) Hecho lo anterior, la sumatoria se divide entre la sumatoria de los pesos de todos los criterios involucrados que, como ya se vio, es de 9.20. Los cocientes obtenidos constituyen los valores de los pares (i,j) de la matriz de índices de concordancia

A continuación, se muestran las operaciones y resultados de las comparaciones.

**Tabla A3.1 Comparación entre la alternativa A1 y el resto de las alternativas**

<b>Criterios</b>	<b>A1 VS A2</b>	<b>A1 VS A3</b>	<b>A1 VS A4</b>	<b>A1 VS A5</b>	<b>A1 VS A6</b>
<b>C1</b>	0.00	1.80	1.80	0.00	0.00
<b>C2</b>	0.65	1.30	1.30	0.65	1.30
<b>C3</b>	0.85	1.70	1.70	1.70	0.85
<b>C4</b>	1.40	0.70	0.70	0.70	0.70
<b>C5</b>	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C6</b>	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75
	<b>4.40</b>	<b>5.50</b>	<b>5.50</b>	<b>3.05</b>	<b>3.60</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

Tabla A3.2 Comparación entre la alternativa A2 y el resto de las alternativas

<b>Criterios</b>	<b>A2 VS A1</b>	<b>A2 VS A3</b>	<b>A2 VS A4</b>	<b>A2 VS A5</b>	<b>A2 VS A6</b>
<b>C1</b>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
<b>C2</b>	0.65	1.30	1.30	0.65	1.30
<b>C3</b>	0.85	1.70	1.70	1.70	0.85
<b>C4</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C5</b>	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C6</b>	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75
	<b>4.80</b>	<b>4.80</b>	<b>4.80</b>	<b>4.15</b>	<b>4.70</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

Tabla A3.3 Comparación entre la alternativa A3 y el resto de las alternativas

<b>Criterios</b>	<b>A3 VS A1</b>	<b>A3 VS A2</b>	<b>A3 VS A4</b>	<b>A3 VS A5</b>	<b>A3 VS A6</b>
<b>C1</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C2</b>	0.00	0.00	0.65	0.00	0.65
<b>C3</b>	0.00	0.00	0.85	0.85	0.00
<b>C4</b>	0.70	0.00	0.70	0.70	0.70
<b>C5</b>	1.50	0.00	1.50	1.50	1.50
<b>C6</b>	1.50	0.00	0.75	0.75	1.50
	<b>3.70</b>	<b>0.00</b>	<b>4.45</b>	<b>3.80</b>	<b>4.35</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

Tabla A3.4 Comparación entre la alternativa A4 y el resto de las alternativas

<b>Criterios</b>	<b>A4 VS A1</b>	<b>A4 VS A2</b>	<b>A4 VS A3</b>	<b>A4 VS A5</b>	<b>A4 VS A6</b>
<b>C1</b>	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00
<b>C2</b>	0.00	0.00	0.65	0.00	0.65
<b>C3</b>	0.00	0.00	0.85	0.85	0.00
<b>C4</b>	0.70	1.40	0.70	0.70	0.70
<b>C5</b>	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50
<b>C6</b>	1.50	1.50	0.75	0.75	1.50
	<b>3.70</b>	<b>4.40</b>	<b>4.75</b>	<b>3.80</b>	<b>4.35</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

**Tabla A3.5 Comparación entre la alternativa A5 y el resto de las alternativas**

<b>Criterios</b>	<b>A5 VS A1</b>	<b>A5 VS A2</b>	<b>A5 VS A3</b>	<b>A5 VS A4</b>	<b>A5 VS A6</b>
<b>C1</b>	1.80	0.00	1.80	1.80	0.90
<b>C2</b>	0.65	0.65	1.30	1.30	1.30
<b>C3</b>	0.00	0.00	0.85	0.85	0.00
<b>C4</b>	0.70	1.40	0.70	0.70	0.70
<b>C5</b>	1.50	1.50	0.00	0.00	0.75
<b>C6</b>	1.50	1.50	0.75	0.75	1.50
	<b>6.15</b>	<b>5.05</b>	<b>5.40</b>	<b>5.40</b>	<b>5.15</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

**Tabla A3.6 Comparación entre la alternativa A6 y el resto de las alternativas**

<b>Criterios</b>	<b>A6 VS A1</b>	<b>A6 VS A2</b>	<b>A6 VS A3</b>	<b>A6 VS A4</b>	<b>A6 VS A5</b>
<b>C1</b>	1.80	0.00	1.80	1.80	0.90
<b>C2</b>	0.00	0.00	0.65	0.65	0.00
<b>C3</b>	0.85	0.85	1.70	1.70	1.70
<b>C4</b>	0.70	1.40	0.70	0.70	0.70
<b>C5</b>	1.50	1.50	0.00	0.00	0.75
<b>C6</b>	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
	<b>5.60</b>	<b>4.50</b>	<b>4.85</b>	<b>4.85</b>	<b>4.05</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

Para determinar la dominación o el predominio de un camino sobre otro, se utilizan las medianas de las matrices de concordancia y discordancia. Para el caso de la matriz de índices de concordancia, se seleccionarán únicamente los valores de los pares ordenados (i,j) mayores o iguales a su mediana. La mediana para la matriz de índices de concordancia es 0.51, y, para la matriz de índices de discordancia es 0.25.

**Tabla A3.7 Matriz de índices de concordancia**

<b>Alternativas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1</b>		----	0.60	0.60	----	----
<b>2</b>	0.52		----	0.52	----	0.51
<b>3</b>	----	----		----	----	----
<b>4</b>	----	----	0.52		----	----
<b>5</b>	0.67	0.55	0.59	0.59		0.56
<b>6</b>	0.61	----	0.53	0.53	----	

Fuente: Elaboración propia con base en información de las tablas A3.1 a A3.6

#### Anexo 4. Elaboración de la matriz de índices de discordancia

La matriz de índices de discordancia se determina de la siguiente manera:

a) Se obtiene el rango de calificación de las acciones de los diferentes criterios; es decir, la diferencia entre el límite superior y el límite inferior. La escala de valores para el trabajo está comprendida entre 1.0 y 9.0. De esa manera, el rango de calificación será  $9.0 - 1.0 = 8.0$

b) Se comparan las “n” acciones o alternativas entre sí

b.1) Se calcula la diferencia de las calificaciones de la alternativa “i” menos la alternativa “j” (en valor absoluto), siempre y cuando “i” < “j”, tomando el máximo valor de dicha diferencia, dividido entre el rango total de las calificaciones analizadas (que en este estudio es 8.0). El cociente calculado constituye el par ordenado (i,j) de la matriz de índices de discordancia

b.2) Si “i” ≥ “j”, se tomará como valor del par ordenado (i,j) “cero”

Enseguida se presentan las operaciones, con la matriz de índices de discordancia.

**Tabla A4.1 Comparación entre la alternativa A1 y el resto de las alternativas**

<b>Criterios</b>	<b>A1 VS A2</b>	<b>A1 VS A3</b>	<b>A1 VS A4</b>	<b>A1 VS A5</b>	<b>A1 VS A6</b>
<b>C1</b>	3.00	0.00	0.00	1.00	1.00
<b>C2</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C3</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C4</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C5</b>	0.00	3.00	2.00	1.00	1.00
<b>C6</b>	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00
	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

**Tabla A4.2 Comparación entre la alternativa A2 y el resto de las alternativas**

<b>Criterios</b>	<b>A2 VS A1</b>	<b>A2 VS A3</b>	<b>A2 VS A4</b>	<b>A2 VS A5</b>	<b>A2 VS A6</b>
<b>C1</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C2</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C3</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C4</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>C5</b>	0.00	3.00	2.00	1.00	1.00
<b>C6</b>	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00
	<b>1.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

**Tabla A4.3 Comparación entre la alternativa A3 y el resto de las alternativas**

<b>Criterios</b>	<b>A3 VS A1</b>	<b>A3 VS A2</b>	<b>A3 VS A4</b>	<b>A3 VS A5</b>	<b>A3 VS A6</b>
<b>C1</b>	3.00	6.00	2.00	4.00	4.00
<b>C2</b>	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
<b>C3</b>	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
<b>C4</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C5</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C6</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>3.00</b>	<b>6.00</b>	<b>2.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

**Tabla A4.4 Comparación entre la alternativa A4 y el resto de las alternativas**

<b>Criterios</b>	<b>A4 VS A1</b>	<b>A4 VS A2</b>	<b>A4 VS A3</b>	<b>A4 VS A5</b>	<b>A4 VS A6</b>
<b>C1</b>	1.00	4.00	0.00	2.00	2.00
<b>C2</b>	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
<b>C3</b>	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
<b>C4</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C5</b>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
<b>C6</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>1.00</b>	<b>4.00</b>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

Tabla A4.5 Comparación entre la alternativa A5 y el resto de las alternativas

<b>Criterios</b>	<b>A5 VS A1</b>	<b>A5 VS A2</b>	<b>A5 VS A3</b>	<b>A5 VS A4</b>	<b>A5 VS A6</b>
<b>C1</b>	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
<b>C2</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C3</b>	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
<b>C4</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C5</b>	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00
<b>C6</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

Tabla A4.6 Comparación entre la alternativa A6 y el resto de las alternativas

<b>Criterios</b>	<b>A6 VS A1</b>	<b>A6 VS A2</b>	<b>A6 VS A3</b>	<b>A6 VS A4</b>	<b>A6 VS A5</b>
<b>C1</b>	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
<b>C2</b>	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
<b>C3</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C4</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>C5</b>	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00
<b>C6</b>	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Tabla 3.3

Para determinar la dominación o el predominio de un camino sobre otro, se utilizan las medianas de la matriz de discordancia. Para el caso de la matriz de índices de discordancia se eligen los valores de los pares ordenados (i,j) menores o iguales a su mediana, es decir 0.25 en este caso.

Tabla A4.7 Matriz de índices de discordancia

<b>Alternativas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1</b>		---	---	0.25	0.13	0.13
<b>2</b>	0.13		---	0.25	0.13	0.13
<b>3</b>	---	---		0.25	---	---
<b>4</b>	0.13	---	0.13		0.25	0.25
<b>5</b>	0.13	0.25	0.25	0.13		0.13
<b>6</b>	0.13	0.25	0.25	0.13	0.13	

Fuente: Elaboración propia con base en información de las tablas A4.1 a A4.6



# COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado Galindo"  
San Fandila, Pedro Escobedo  
C.P. 76703  
Querétaro, México.  
Tel: +52 442 216 97 77 ext. 2610

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>