



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Una metodología multicriterio para la jerarquización de inversiones públicas en proyectos de caminos rurales

Salvador Hernández García
Guillermo Torres Vargas
Jose Antonio Arroyo Osorno
Gabriela Cruz González
Jose Alejandro González García

Publicación Técnica No. 622
Sanfandila, Qro.
2021

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 del M. en I. José Antonio Arroyo Osorno, de la Dra. Gabriela Cruz González y del M. en I. José Alejandro González García; así como del Dr. Guillermo Torres Vargas, quien supervisó y revisó el trabajo.

Esta investigación es el producto final del proyecto de investigación interna 01 04/20 Una metodología multicriterio para la jerarquización de inversiones públicas en proyectos de caminos rurales en México.

Contenido

	Página
Índice de figuras.....	iii
Índice de cuadros.....	v
Sinopsis.....	vii
Abstract.....	ix
Resumen Ejecutivo	xi
Introducción.....	1
1 Infraestructura de caminos y desarrollo	3
1.1 Desarrollo y marco regulatorio en proyectos de infraestructura	3
1.2 Metodología multicriterio para la jerarquización de caminos rurales	7
2 Metodología de evaluación, criterios y actualización.....	11
2.1 Fase uno, selección regional por interpolación	11
2.2 Fase dos, jerarquización cualitativa aplicando una metodología multicriterio	20
2.3 Aplicación a cartera de caminos rurales en Oaxaca en año 2000	24
3 Discriminación de criterios y actualización	37
3.1 Fase de selección de proyectos, bajo criterios de población y marginación.....	37
3.2 Fase jerarquización cualitativa aplicando una metodología multicriterio	45
4 Análisis de resultados	55
4.1 Comparación entre jerarquías	55
Conclusiones.....	59

Bibliografía	61
Anexos	63

Índice de figuras

	Página
Figura 2.1 Correspondencia entre grados e índice de marginación con división en cinco subintervalos por grado de marginación	15
Figura 2.2 División en cinco subintervalos por cada grado de marginación.....	16
Figura 2.3 Equivalencia esquemática del índice de marginación y valores reales (relativizados) para cada grado de marginación	16
Figura 2.4 Esquema de correlación entre el IM y el IM propuesto	17
Figura 2.5 Subintervalos asignados a la población, para el grado de marginación muy alta.....	18
Figura 2.6 Mapa de localización de los proyectos de mejora de caminos en Oaxaca, año 2000	25
Figura 2.7 Kernel de dominación en 2000.....	36
Figura 3.1 Mapa de localización de selección de proyectos de pavimentación de accesos a cabeceras municipales en Oaxaca, año 2019.....	38
Figura 3.2 Correspondencia entre grados e índice de marginación con división en cinco subintervalos por grado de marginación de 2010	40
Figura 3.3 Subintervalos asignados a la población, para el grado de marginación muy alta.....	42
Figura 3.4 Kernel de dominación, 2019.....	54

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 2.1 Grados de marginación e intervalos del índice de marginación municipal en el año 2000	12
Cuadro 2.2 Índice y grado de marginación de cada entidad federativa. Por lugar que ocupan a nivel nacional, 2010	14
Cuadro 2.3 Equivalencia entre población y su valor real propuesto para cada grado de marginación.....	19
Cuadro 2.4 Aspectos, criterios y peso de ponderación en proyectos de caminos rurales	22
Cuadro 2.5 Criterio de conexión entre localidades, aspecto de desarrollo por ordenamiento territorial	23
Cuadro 2.6 Criterio de habitantes beneficiados directamente, aspecto de desarrollo por ordenamiento territorial.....	23
Cuadro 2.7 Criterio de acceso al agua, aspecto de desarrollo por acceso a recursos naturales.....	23
Cuadro 2.8 Criterio de conexión con diferentes tipos de caminos, aspecto de desarrollo por integración de mercados intrarregionales.....	24
Cuadro 2.9 Criterio de conexión con diferentes tipos de caminos, aspecto de desarrollo por vinculación interregional	24
Cuadro 2.10 Criterio de población beneficiada en área de influencia, aspecto de desarrollo social regional.....	24
Cuadro 2.11 Población municipal, 1995 y 2000	26
Cuadro 2.12 Localidades y población beneficiada, 1995 y 2000	27
Cuadro 2.13 Localidades y población beneficiadas indirectamente en el área de influencia, 1995 y 2000	27
Cuadro 2.14 Retícula de calificaciones de los aspectos de cada camino rural .	28

Cuadro 3.1 Selección de proyectos de construcción de caminos rurales en 2019	37
Cuadro 3.2 Grados de marginación e intervalos del índice de marginación municipal en el año 2010	39
Cuadro 3.3 Grados de marginación e intervalos del índice de marginación municipal en el año 2010	41
Cuadro 3.4 Equivalencia entre población y su valor real propuesto, año 2010	43
Cuadro 3.5 Jerarquización de proyectos por indicador de prioridad compuesta	44
Cuadro 3.6 Criterio de población beneficiada en área de influencia, aspecto de desarrollo social regional.....	45
Cuadro 3.7 Municipios y población municipal, 2010	46
Cuadro 3.8 Localidades y población beneficiada, 2010	47
Cuadro 3.9 Localidades y población beneficiadas indirectamente en el área de influencia, 2010	48
Cuadro 3.10 Retícula de calificaciones de la selección de proyectos, 2019	49
Cuadro 3.11 Matriz de índices de concordancia entre alternativas	51
Cuadro 3.12 Matriz de índices de discordancia entre alternativas	52
Cuadro 3.13 Matriz de índices de concordancia entre alternativas	52
Cuadro 4.1 Jerarquización de los proyectos de caminos en función del IM y la población municipal.....	55
Cuadro 4.2 Jerarquización de los proyectos de caminos en función de una selección de criterios de conectividad y sociales	56
Cuadro 4.3 Actualización de prioridad en los proyectos de caminos seleccionados en el año 2000	57

Sinopsis

La presente publicación fue realizada debido al interés del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) de retomar una herramienta metodológica que apoye a los responsables de la construcción y conservación de caminos rurales al momento de decidir la ejecución de un proyecto sobre otro, con la finalidad de invertir los recursos económicos disponibles reduciendo los riesgos de un ineficiente gasto, asignándolos a los proyectos más factibles y con un mayor impacto social. Este trabajo viene a revitalizar la “Metodología de evaluación social de proyectos de caminos rurales en México” desarrollada en la Publicación Técnica No. 234 del IMT, la cual se centra en indicadores de tipo social.

En el estudio, es utilizada la metodología multicriterio en una selección de ocho proyectos de caminos rurales que conectan a cabeceras municipales en Oaxaca; cuyos resultados son consistentes tanto en la etapa de jerarquización por extrapolación, como en la etapa de priorización utilizando el método multicriterio. De igual forma, se puede observar que la incorporación de variables sociales, asociadas a la población local y en la zona de influencia, afectan el orden de prioridad en los proyectos. Asimismo, es validado el uso potencial de la metodología en estudios de evaluación ex post.

Abstract

The aim of this work is to support those responsible for the construction and maintenance of rural roads when they are determining the rank order of projects for construction or rehabilitation of rural roads, in order to employ the available financial resources with diminished risk factors, allocating them to projects more feasible and with greater social impact. This work revitalizes the "Methodology for social evaluation of rural road projects in Mexico" developed in Technical Publication No. 234 of the IMT, which focuses mainly on social indicators.

This study uses the multicriterio methodology for evaluation of eight rural roads that connect municipal capitals, in the state of Oaxaca. The results are consistent in both stages, first in the hierarchization by extrapolation, and in the prioritization of projects by applying the multicriterio method. There is highlighted the incorporation of social variables that characterize the benefits in the population that inhabits the connected localities and in the inhabitants of their area of influence. Likewise, it is validated the potential use of methodology for ex post evaluation studies.

Resumen ejecutivo

La intención de este estudio es confirmar a la metodología multicriterio como una herramienta metodológica de gran potencial para la jerarquización de proyectos de caminos rurales. La propuesta de evaluación social que se presenta consta de dos fases: una primera, concebida con base en un análisis estocástico sencillo, que proporciona al analista de proyectos elementos de juicio para seleccionar, en una primera aproximación, los proyectos de caminos de acceso a municipios en función de su población y situación de marginación al desarrollo; y una segunda fase, basada en el método Electra I, permite un análisis multicriterio para establecer un orden de prelación de cada proyecto, una vez que se capturan las características propias de cada camino, principalmente su trayecto y delimitación del área de influencia.

Una ventaja de la propuesta metodológica desarrollada es que puede aplicarse en sus dos fases, o bien sólo en la que considera la aplicación del método multicriterio, pues los responsables de la toma de decisiones podrían contar inicialmente con la identificación de las regiones donde aplicar los recursos.

El valor o peso de los criterios que se utilizan en la calificación de cada una de las variables, puede cambiar de acuerdo con los rubros que se pretendan impulsar. En el estudio son considerados de mayor importancia los factores relacionados con el desarrollo social regional; enseguida los que se vincularon con el ordenamiento territorial; y con menor peso los que se refieren al acceso a recursos naturales, la integración de los mercados regionales y por último a la vinculación interregional, aunque este último criterio parece redundante en la evaluación de proyectos de caminos rurales, debido a que el criterio de integración a mercados regionales presentó los mismos pesos y calificaciones de evaluación, incluso la eliminación de aquel criterio en la evaluación no representó cambio alguno en la priorización de los proyectos.

Los resultados de la metodología multicriterio, son concentrados en el diagrama de kernel, producto de la comparación de las matrices de concordancia y discordancia, constituyendo una herramienta de análisis muy confiable para los responsables de la toma de decisiones, al mostrar gráficamente la preferencia entre los ocho proyectos seleccionados.

En el estudio se incluye, con datos actualizados, la aplicación de la metodología de extrapolación a los casos estudiados en la Publicación Técnica (PT) 234, cuyos resultados muestran que los municipios de San Agustín Loxicha y San Andrés Tepetlapa reportan las mayores mejoras relativas en su índice compuesto, estos resultados resultan valiosos para orientar la selección de casos de éxito en la

realización de estudios de evaluación ex post que identifiquen elementos esenciales para la mejora de las metodologías de evaluación de proyectos de caminos rurales, como la realizada en la PT 332 (Arroyo, 2009).

Derivada de la necesidad de integrar socialmente a la población que habita en las comunidades con mayor marginación, la metodología es orientada a atender las regiones más desfavorecidas. De esta forma, es adaptada a una evaluación primordialmente de carácter social para ocho proyectos de construcción de caminos rurales, en Oaxaca. Asimismo, por la consistencia de sus resultados es posible concluir que es de gran utilidad para la selección jerarquizada de alternativas durante la conformación de carteras de proyectos de caminos rurales.

La versatilidad de esta herramienta metodológica, permite aplicar diversos criterios y calificaciones que se adopten a fuentes de información modernas, como son las condiciones de ubicación de las localidades beneficiadas por los proyectos de caminos y así definir de forma precisa, a través del uso de un sistema de información geográfica, el grado de aislamiento a que se enfrentan las localidades marginadas, así como definir claramente el área de influencia de los proyectos de transporte, como lo plantea González (2020).

Introducción

El presente informe 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 social de proyectos de inversión en caminos rurales, que se han publicado en este instituto.

Este documento ofrece una guía metodológica para definir los criterios e identificar las variables a considerar, para efectuar la jerarquización de inversiones públicas en proyectos de caminos rurales, destacando cada concepto que tiene que evaluarse, como parte de una visión global del proceso de planificación regional; con la finalidad de identificar los impactos que en materia de infraestructura de transporte generan en el bienestar de las comunidades.

Asimismo, en el presente gobierno (2018-2024) ha sido manifestado el interés por favorecer a las regiones con mayor rezago en el bienestar humano, especialmente la región Sur-Sureste del país, donde se concentra gran parte de la población en pobreza. Especial énfasis se ha dado a mejorar la conexión de las cabeceras municipales de Oaxaca y Guerrero a través de caminos pavimentados, como se expresa el Programa de pavimentación de accesos a cabeceras municipales, entre otras políticas de desarrollo e inversión.

De esta manera, el estudio propuesto se encuentra alineado al objetivo 1 del programa de trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT): “Desarrollar de manera transparente una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecten a la mayoría de las personas de cualquier condición, facilite el traslado de bienes y servicios y contribuya a salvaguardar la seguridad nacional”; específicamente a su estrategia 1.1 “Construir, modernizar y conservar la infraestructura carretera nacional, e intensificar los programas en apoyo a caminos rurales” y a las líneas de acción siguientes: “Atender la conectividad e impulsar el desarrollo de las zonas más marginadas del país” y “Pavimentación de caminos rurales, principalmente aquellos que acceden a las cabeceras municipales, con uso intensivo de mano de obra y la utilización de proyectos tipo que utilicen materiales locales” (SCT, 2019).

El estudio se realiza a través de una investigación de gabinete que comprende las siguientes etapas: en un primer capítulo se expone un marco de referencia del desarrollo y su relación con la infraestructura social que incluye a los caminos de acceso rural en México. Asimismo, se destacan algunas de las técnicas de medición de los efectos de proyectos de caminos rurales en el entorno rural, que inicia con la

metodología utilizada en la publicación técnica 234 cuya pertinencia teórica y adaptación a nuevas variables y criterios de valoración son confrontados.

En el capítulo dos, de acuerdo con la información disponible, se propone la inserción, bajo el criterio de integración económica, de variables: población ocupada total, población ocupada por sector económico, entre otras posibles, como la población directamente beneficiada y aquella que es indirectamente beneficiada (dentro de la zona de influencia de los caminos), asimismo, se explora la información publicada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) especialmente la que mide la accesibilidad a carreteras pavimentadas.

En el capítulo tres, se verifica la pertinencia e información suficiente para aplicar la metodología modificada de priorización de proyectos a una muestra de ocho proyectos de caminos rurales, mientras que se actualizan los resultados obtenidos en la publicación técnica 234 y se narran los cambios observados.

En el cuarto capítulo, se matiza cualquier cambio encontrado por la inclusión de nuevas variables y/o criterios que incluyen criterios y variables probadas en diversos contextos de desarrollo rural para proyectos de transporte, resaltando los desafíos vislumbrados de incluir riesgos por el cambio climático, inclusión social, y gobernanza participativa.

En el último capítulo, son resaltados los hallazgos y retos distinguidos durante el desarrollo del presente proyecto.

1. Infraestructura de caminos y desarrollo

A continuación, son expuestas algunos enfoques de la interrelación que existe entre la infraestructura de transporte y el desarrollo regional y local. Asimismo, se realiza una reseña de la metodología de evaluación de proyectos de caminos rurales que ha propuesto el IMT y los principales elementos que la componen.

1.1 Desarrollo y marco regulatorio en proyectos de infraestructura

Una premisa general de cualquier gobierno es dirigir sus actividades al logro de un desarrollo amplio y equilibrado del territorio bajo su tutela, sin embargo, existen diferentes enfoques de desarrollo y por tanto igual número de definiciones para dicho concepto, una de estas variantes es la teoría de la localización que tiene una larga historia que inicia Von Thünen (1826), quien trabajó el tema desde la perspectiva de la agricultura, Weber (1929) desde la visión de la industria, Christaller (1933) desarrolló su teoría del lugar central, y Lösch (1940) con una teoría general de localización, entre los más conocidos.

En el IMT, dos enfoques se han destacado en diversos trabajos de infraestructura de transporte y su relación con el desarrollo, estos son el económico y el social, de acuerdo con los objetivos y efectos que se desean describir. En el primer grupo suelen destacar variables como el volumen de producción, la cantidad de empleos generados, cambios en la productividad, el número de unidades económicas, costos de operación vehicular, valor del tiempo de usuarios, etc. En el segundo grupo se encuentran variables como nivel de educación, salud, alimentación, calidad de la vivienda, migración, marginación, pobreza, entre otras.

Asimismo, otro enfoque para el estudio del desarrollo que suele acompañar a diversos reportes, es el de su clasificación por ámbito geográfico, tanto por regiones político-administrativas como por sus distintas características de desarrollo como son los ámbitos urbano o rural.

Por último, es interesante resaltar que la organización de Naciones Unidas, implementó desde 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, donde se reconocen tres dimensiones para el Desarrollo Sostenible: económico, social y ambiental, donde también se resalta el carácter integral e indivisible de los 17 objetivos de desarrollo sostenible, por lo que el logro de alguno conlleva la facilitación en el logro de otros objetivos.

En el caso concreto del presente estudio, en México, las principales referencias al enfoque de desarrollo, identificadas en 2020, son la Ley General de Desarrollo

Social, el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa de pavimentación de caminos a cabeceras rurales, enfocando el análisis a las variables reconocidas en los objetivos, metas e indicadores que en dichas referencias se plantean.

1.1.1 Instrumentos de desarrollo y caminos en México

En esta sección son identificadas algunas de las políticas públicas que enmarcan las acciones que en materia de infraestructura de caminos rurales se realizan en México, principalmente orientadas al desarrollo económico y social.

Debido a que la valoración de los proyectos de caminos rurales se enmarca, primordialmente, en una perspectiva de desarrollo social, se tiene como punto de partida lo establecido en la Ley General de Desarrollo Social (Ley o LGDS) que destaca como objeto de la Ley el garantizar el pleno ejercicio de los derechos sociales: educación, salud, alimentación nutritiva y de calidad, vivienda digna y decorosa, el disfrute de un medio ambiente sano, trabajo y seguridad social, así como los relativos a la no discriminación. Asimismo, dicha Ley destaca que la política nacional de desarrollo social busca promover un desarrollo económico con sentido social que propicie y conserve el empleo, eleve el nivel de ingreso y mejore su distribución, además de fortalecer el desarrollo regional equilibrado y sostenible. Como parte de los instrumentos requeridos por el desarrollo social se menciona a la infraestructura social básica que incluye obras de agua potable, drenaje, electrificación, caminos y otras vías de comunicación, saneamiento ambiental y equipamiento urbano.

Por último, la LGDS subraya la definición y medición de la pobreza como elemento que orienta la prioridad de programas y regiones a ser atendidos. La medición de la pobreza utiliza al menos nueve indicadores: ingreso corriente per cápita, rezago educativo promedio en el hogar, accesos a los servicios de salud, accesos a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda digna y decorosa, acceso a los servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación nutritiva y de calidad, grado de cohesión social, y grado de accesibilidad a carretera pavimentada.

A continuación, se destacan las menciones a políticas de caminos rurales que se presentan en el Plan Nacional de Desarrollo, Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, y el Programa de Pavimentación de Caminos a Cabeceras Municipales, resaltando el concepto de accesibilidad a servicios básicos y conectividad a carreteras transitables todo el año y a la red de ciudades, lo que permite a la población local integrarse a nuevos mercados para el intercambio de mercancías y servicios que, en principio, podrían mejorar su nivel de vida y bienestar de las localidades conectadas.

1.1.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Dentro del contenido del eje III Economía, se menciona la construcción de caminos rurales como uno de los programas a implementar, donde es destacado el objetivo

de comunicar 350 cabeceras municipales de Oaxaca y Guerrero con carreteras de concreto, con el propósito de reactivar las economías locales, generar empleos y desalentar la migración. Asimismo, en la sección de proyectos regionales, es mencionado el programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec donde también se incorpora la acción de fortalecer los caminos rurales que se localizan en este corredor multimodal interoceánico.

1.1.1.2 Programa sectorial de comunicaciones y transportes 2020-2024

Como fue mencionado anteriormente, el mejoramiento de la infraestructura de caminos rurales se alinea principalmente 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”. Asimismo, para dar una idea de la magnitud del reto que conlleva dicho objetivo, el programa sectorial menciona la existencia de una red rural con cobertura insuficiente, de manera que se tienen 6.6 millones de mexicanos aproximadamente que no cuentan con una vía que les garantice el acceso permanente a sus localidades, mientras que su importancia se resalta en el hecho de que una inversión insuficiente, en dicho ámbito, afecta negativamente la distribución de bienes y servicios a lo largo y ancho del país, la accesibilidad de la población a servicios de salud, centros educativos y laborales y, por ende, los niveles de bienestar de la población.

Específicamente en 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” se incluye la acción puntual 1.1.1: “Concluir la pavimentación de los caminos de acceso a cabeceras municipales en zonas indígenas del Estado de Oaxaca”. Adicionalmente, en la estrategia prioritaria 1.4 “Incrementar la cobertura y accesibilidad de las vías de comunicación para impulsar el desarrollo regional y disminuir la marginación” son incluidas dos acciones puntuales que fortalecen la importancia de los caminos rurales, estas son 1.4.1 “Incrementar la cobertura de la red rural en zonas de alta y muy alta marginación” y 1.4.5 “Continuar con la pavimentación de caminos rurales y alimentadores en zonas de alta y muy alta marginación”, mientras se ratifica su orientación a fortalecer el desarrollo regional de la zona sur sureste del país (DOF, 2020).

Al buscar identificar la aportación de los caminos rurales a las tres metas “para el bienestar”, establecidas para el cumplimiento del objetivo prioritario 1, estas metas son identificadas con carreteras federales, y no necesariamente incluyen a los caminos rurales, además, en las primeras dos metas se involucran a métodos de medición que probablemente no sean aplicables a caminos rurales, principalmente por limitaciones de presupuesto. Por ello, solo fue identificada la aportación a una

meta general sexenal mencionada en la sección 9 del programa sectorial, donde es mencionada la meta de “Pavimentar 300 accesos a igual número de cabeceras municipales indígenas en el país” al finalizar el año 2024, cuyos beneficios directos son la generación de empleos, reactivar las economías locales y desalentar la migración.

De forma indirecta, una mayor red de caminos rurales puede contribuir al logro de otros objetivos prioritarios enunciado en el programa sectorial de la SCT, a través de facilitar el movimiento de insumos que promuevan los servicios de transporte, postales, telecomunicaciones, radiodifusión; y el establecimiento de nodos industriales; y centros de producción portuaria.

1.1.1.3 Programa de pavimentación de caminos a cabeceras municipales

Para la identificación de variables y criterios que afectan la selección de proyectos de caminos rurales fue analizado el documento de la Dirección General de Carreteras (DGC): Guía técnica, administrativa y operativa para la pavimentación de caminos a cabeceras municipales, con uso intensivo de la mano de obra (SCT, 2020).

En dicho documento, es resaltado que dicho programa de pavimentación es prioritario del gobierno mexicano durante el sexenio 2018-2024, mismo que busca reducir rezagos de conectividad en diversos municipios, localizados principalmente en el estado de Oaxaca y en la región Sur Sureste. Uno de los principales beneficios del programa es la creación de empleos de mano de obra no calificada en la región donde se localice el proyecto. Asimismo, dicho programa se enfoca a impulsar el desarrollo de municipios con comunidades marginadas preferentemente con población indígena, a través de mejorar el acceso a sus cabeceras municipales y a servicios básicos de salud y educación, entre otros.

Asimismo, entre los objetivos del programa se pretende la valorización de la producción del campo e impulso a las actividades turísticas del medio rural. Además de la creación de empleos temporales, se pretende reactivar la actividad económica local por medio de la compra de insumos a comercios locales que provean de materiales, herramientas y equipo que requiere el proyecto.

Una característica primordial del programa es que opera bajo un esquema de subsidios federales, en el que se puede incluir la participación económica del propio municipio.

Por lo anterior, el proyecto es susceptible a una evaluación de tipo social, es decir, no precisa de cumplir necesariamente con indicadores de rentabilidad financiera como son el Valor presente neto (VPN), la Tasa interna de retorno (TIR) o el Índice de rentabilidad (IR). Así la evaluación de los proyectos se centra en las variables de tipo social, es decir, se medirán sus efectos en el bienestar social y estándares de

vida, principalmente, aunque podría complementarse con criterios y variables de tipo económico.

En los anteriores programas y líneas de acción, fueron identificados diversos aspectos y criterios tanto económicos como sociales, donde se destacan la reactivación económica, generación de empleos y cambios en el fenómeno migratorio, al menos en el corto plazo, es decir, mientras se realiza el proyecto de infraestructura. Asimismo, en el mediano y largo plazos se esperan cambios en la producción local (principalmente en actividades agropecuarias y turísticas), empleos, ingresos per cápita, niveles educativos, acceso a servicios de salud, calidad de las viviendas y sus servicios, todos en ellos en función de un mayor grado accesibilidad a caminos transitables en toda época del año y mejoramiento en la conexión a redes de ciudades y acceso a mercados regionales.

1.2 Metodología multicriterio para la jerarquización de caminos rurales

Después de subrayar que muchos de los proyectos de caminos rurales requieren complementar las evaluaciones económicas con aspectos de carácter social y partiendo de que los caminos rurales, en zonas de bajo desarrollo económico en México, son elementos de integración que contribuyen al ordenamiento territorial, al intercambio económico y al desarrollo en todas sus expresiones, de acuerdo con Arroyo (2003) se precisa complementar los análisis de evaluación de proyectos con criterios y variables de tipo socioeconómicos.

Para ello se propone en la Publicación Técnica 234 (Arroyo, 2003) una metodología que involucra la combinación de herramientas como la interpolación lineal y un método multicriterio (Electra I), que son técnicas matemáticas simples, bastante efectivas, para determinar la prioridad de las localidades de contar con la construcción o rehabilitación de caminos rurales. La metodología es muy flexible, ya que permite utilizar tanto variables de tipo social como económico, dependiendo de la importancia que éstas tengan para el tipo de estudio seleccionado, además de que puede adaptarse dependiendo de los objetivos regionales y sectoriales involucrados; así como complementarse con estudios técnicos, económicos y ambientales, entre otros.

De esta forma se ofrece una metodología multicriterio, con la intención de proporcionar una herramienta de análisis con base fundamentalmente en indicadores de tipo social, de utilidad para los responsables de la toma de decisiones en la elaboración del programa de inversiones, ante una demanda de proyectos de caminos en el medio rural.

La propuesta metodológica se ha dividido en dos fases: la primera consiste en una selección de las zonas o regiones con mayor carencia de infraestructura, y la segunda se centra en la evaluación y jerarquización de proyectos de construcción y rehabilitación de caminos rurales, mediante la aplicación del método Electra I.

En la primera fase, de acuerdo con cada grado de marginación, se proponen subintervalos de valoración para los diferentes municipios de en función de su Índice de Marginación (IM) y población correspondiente. Esto permite jerarquizar la necesidad que tienen los diferentes municipios de contar con infraestructura de caminos rurales. Esta primera fase, realizada mediante una regla de interpolación lineal, facilita diferenciar la prioridad de los diferentes municipios, para proyectos de caminos rurales, los cuales son pre-seleccionados.

En la segunda fase, es aplicado un método de preferencias variables o multicriterio, en este caso, el método Electra I, como complemento al trabajo realizado. En este proceso son analizadas seis variables más, principalmente de tipo social, que permiten enriquecer el estudio y tener mayores elementos de juicio en la jerarquización final de todos los municipios involucrados en la selección de proyectos analizados.

La valoración de cada uno de los criterios que conforman la metodología de evaluación social, permite construir las matrices de índices de concordancia y discordancia, y a partir de éstas, obtener los pares ordenados dominantes; es decir, el grado de preferencia de una alternativa (proyecto de construcción de camino rural) respecto a las otras.

La aplicación del desarrollo metodológico planteado conduce a los responsables de la programación de inversiones a establecer un orden jerárquico de las inversiones que se planea realizar, optimizando los recursos económicos disponibles, con la ventaja de poder respetar los techos financieros impuestos por la autoridad presupuestal.

1.2.1 Evaluación ex post de casos y criterios sociales

En el campo de los proyectos sociales, la evaluación ex-post es la más desarrollada metodológicamente y la que ha tenido mayor aplicación; puede ser de procesos o impacto. La distinción entre ellas reside en el fin que persiguen.

En el primero de los casos se persigue mejorar la eficiencia operacional del proyecto; y en la segunda, determinar los cambios que éste ha producido en la población beneficiaria; es decir, busca medir el grado en el que se alcanzaron los objetivos perseguidos. Aprovechando, que los casos evaluados en el año 2000 cuentan con una maduración de proyectos es realizada una aproximación a sus efectos en las regiones de influencia.

Para llevar a cabo la evaluación de impacto, no necesariamente tiene que haberse concluido el proyecto; sus efectos sobre la población-objetivo pueden determinarse incluso durante su ejecución. En el caso de los caminos rurales, el empleo temporal de mano de obra es un efecto que se presenta durante la fase de construcción, así como una mayor actividad económica por la compra de insumos locales.

Así, la evaluación ex-post, en proyectos en los que se pretende medir el nivel de vida de la población beneficiada por proyectos de integración, resulta de gran

utilidad para verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos. En general, las evaluaciones de este tipo permiten a los analistas ajustar los modelos de evaluación ex-ante, es decir llevar a cabo la calibración de acuerdo con el impacto del proyecto en situación real.

Por otra parte, una de las restricciones de los análisis costo-efectividad es que no se pueden aplicar a una cartera de proyectos con objetivos diferentes, a menos que se les homogenice a través de un común denominador que permita obtener resultados iguales. Es por tal razón que, para el caso de la metodología propuesta su aplicación se limita a proyectos de construcción, modernización y rehabilitación de caminos rurales, ya que difícilmente en este tipo de proyectos se podrían comparar proyectos educativos, de salud o de vivienda.

Finalmente, la calificación resultante de la evaluación de proyectos, cualquiera que sea la metodología a la que se recurrió, expresa el grado de importancia o dominación de un proyecto con respecto a las distintas alternativas contra las que se compara. Este grado de dominación constituye la base para elaborar los distintos programas de inversión en el corto, mediano y largo plazos.

2. Metodología de evaluación, criterios y actualización

Como ya fue mencionado, la metodología ofrecida por Arroyo (2003) se divide en dos fases, en la primera, propone una selección proyectos con base en una valoración de las variables: población, grado de marginación e índice de marginación, que se puede adaptar fácilmente a la información actualizada de dichas variables, a través de la aplicación de un algoritmo automatizado en una hoja de cálculo electrónico. Mientras que en la segunda fase se adapta la metodología Electra a seis variables agrupadas en cinco aspectos de análisis, inmersas en el ámbito rural.

2.1 Fase uno, selección regional por interpolación

En el año 2000, de acuerdo con el Comité Técnico del Programa de Empleo Temporal (PET), se establecieron reglas generales de operación de dicho programa, para que el Gobierno Federal destinara recursos para atender las regiones con mayor grado de marginación en México, de forma que la selección de aquellas regiones que deberían ser atendidas en lo que a inversión en infraestructura carretera en el medio rural se refiere, deberían contemplar no únicamente el grado de marginación con su IM correspondiente, sino también el número de habitantes que se verían beneficiados por la inversión, por lo que la primera fase de la metodología se centró en el cumplimiento de estos requisitos.

2.1.1 Medición de la marginación

Las variables de marginación se refieren principalmente a condiciones y procesos de déficit social, las cuales son estimadas y publicadas por CONAPO con una periodicidad quinquenal y para diversos ámbitos geográficos. En este sentido, la educación elemental, las condiciones y servicios de las viviendas, así como la carencia de satisfactores esenciales por limitantes en ingresos y distribución geográfica de la población, son esenciales para la elaboración del índice de marginación y su agrupación en grados de marginación.

El índice de marginación es una medida que valora dimensiones estructurales de la marginación social en México; en función de nueve variables, y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población total no participante del disfrute de bienes y servicios esenciales, cuyas cantidades y calidades se consideran mínimos de bienestar en la población a nivel nacional. Por consiguiente, permite un análisis integrado y comparativo del efecto global de las carencias propias de cada

municipio, los cuales se pueden agrupar en cinco grados de intensidad de la marginación.

Una vez que se conoce la magnitud de los nueve indicadores socioeconómicos que permiten medir la intensidad que la marginación alcanza en cada una de sus formas, y a partir de ellos, se estima un indicador resumen llamado Índice de Marginación (IM), que es la combinación de los nueve indicadores socioeconómicos anteriores.

Para el caso de la Publicación Técnica 234 (Arroyo, 2003) se utilizó el IM municipal para el año 2000, cuyos grados de marginación se establecieron de acuerdo a rangos que permiten agrupar a los municipios, que por el valor de sus índices sean considerados semejantes entre sí, así se dividió en cinco grados de marginación, como se ilustra en el cuadro 2.1. A continuación, es replicada la mecánica de cálculo de la fase de pre-selección regional, tomada de la Publicación Técnica 234 (PT 234).

Cuadro 2.1 Grados de marginación e intervalos del índice de marginación municipal en el año 2000

Grado de marginación	Criterio
Muy baja	El IM estaba en el intervalo [-2.44852 , -1.27522]
Baja	El IM estaba en el intervalo [-1.27522 , -0.69650]
Media	El IM estaba en el intervalo [-0.69650 , -0.10982]
Alta	El IM estaba en el intervalo [-0.10982 , 1.05442]
Muy alta	El IM estaba en el intervalo [1.05442 , 3.38964]

Fuente: Elaboración propia con base en clasificación de la PT 234 (Arroyo, 2003).

La información del IM es de gran utilidad en el momento de seleccionar las regiones que requieren ser atendidas, con objeto de mejorar la accesibilidad a los demás actores sociales y económicos que permitan elevar el nivel de vida de la población que habita esas regiones; con esta información, el analista puede identificar los intervalos de marginación municipal. Mediante el establecimiento de límites de intervalo y la aplicación de métodos estocásticos, se llega a clasificar a las distintas regiones o municipios, con prioridad en la asignación de recursos.

Partiendo de que, los procesos que modelan la marginación conforman una precaria estructura de oportunidades sociales para los ciudadanos, sus familias y comunidades, y los expone a privaciones, riesgos y vulnerabilidades sociales que a menudo escapan al control personal, familiar y comunitario y cuya reversión requiere el concurso activo de los agentes públicos, privados y sociales.

No obstante, su carácter multidimensional, algunas de las formas, intensidades e implicaciones demográficas y territoriales de la marginación pueden ser aproximadas mediante medidas sintéticas. Dichas medidas analítico-descriptivas son sumamente útiles para la planeación del desarrollo, dado que permiten diferenciar unidades territoriales según la intensidad de las privaciones que padece su población, así como establecer órdenes de prioridad en las políticas públicas

orientadas a mejorar la calidad de vida de la población y a fortalecer la justicia distributiva en el medio regional.

El IM municipal es una medida-resumen que permite diferenciar municipios según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Los valores más positivos indican un mayor grado de marginación o la existencia de mayores limitantes para el desarrollo de la población del municipio, mientras que valores negativos indican un menor grado de marginación o un mayor acceso a bienes y servicios que favorecen el desarrollo económico y social. En el cuadro 2.2 se observa el índice y grado de marginación correspondiente a cada entidad federativa de México para el año 2000.

Cuadro 2.2 Índice y grado de marginación de cada entidad federativa, 2000

Entidad federativa	Población	Lugar en el contexto nacional	Índice de marginación	Grado de marginación
Chiapas	3'920 892	1	2.25073	Muy alto
Guerrero	3'079 649	2	2.11781	Muy alto
Oaxaca	3'438 765	3	2.07869	Muy alto
Veracruz	6'908 975	4	1.27756	Muy alto
Hidalgo	2'235 591	5	0.87701	Muy alto
San Luis Potosí	2'299 360	6	0.72114	Alto
Puebla	5'076 686	7	0.72048	Alto
Campeche	690 689	8	0.70170	Alto
Tabasco	1'891 829	9	0.65540	Alto
Michoacán	3'985 667	10	0.44913	Alto
Yucatán	1'658 210	11	0.38133	Alto
Zacatecas	1'353 610	12	0.29837	Alto
Guanajuato	4'663 032	13	0.07966	Alto
Nayarit	920 185	14	0.05813	Alto
Sinaloa	2'536 844	15	-0.09957	Medio
Querétaro	1'404 306	16	-0.10726	Medio
Durango	1'448 661	17	-0.11390	Medio
Tlaxcala	962 646	18	-0.18493	Medio
Morelos	1'555 296	19	-0.35571	Medio
Quintana Roo	874 963	20	-0.35917	Medio
Estado de México	13'096 686	21	-0.60460	Bajo
Colima	542 627	22	-0.68709	Bajo
Tamaulipas	2'753 222	23	-0.69053	Bajo
Sonora	2'216 969	24	-0.75590	Bajo
Jalisco	6'322 002	25	-0.76076	Bajo
Chihuahua	3'052 907	26	-0.78007	Bajo
Baja California Sur	424 041	27	-0.80173	Bajo
Aguascalientes	944 285	28	-0.97340	Bajo
Coahuila de Zaragoza	2'298 070	29	-1.20202	Muy bajo
Baja California	2'487 367	30	-1.26849	Muy bajo
Nuevo León	3'834 141	31	-1.39258	Muy bajo
Ciudad de México	8'605 239	32	-1.52944	Muy bajo

Fuente: <http://www.conapo.gob.mx>, en el apartado de "Índices de Marginación" año 2000.

Mediante el establecimiento de los límites de intervalo y la aplicación de métodos estocásticos, se llega a clasificar a las distintas regiones o municipios, con prioridad en la asignación de recursos.

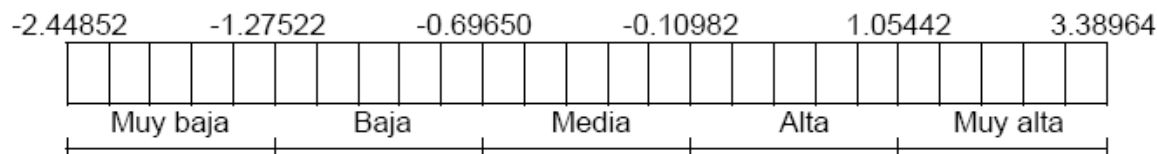
En el siguiente apartado se muestra como caso de aplicación, la forma en que se llevó a cabo la jerarquización municipal atendiendo el grado de marginación y población objetivo para el estado de Oaxaca que es la entidad con mayor número de municipios con alta y muy alta marginación.

2.1.2 Extrapolación de los IM por grado de marginación

Para este análisis se utilizó la información publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el año 2000. Los parámetros utilizados son el índice de marginación y la población por municipio.

El CONAPO establece cinco niveles o grados de marginación en el país (muy baja, baja, media, alta y muy alta). Los distintos grados de marginación consideran como variables las siguientes nueve: porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada; porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado; porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra; porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica; porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento; porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos; porcentaje de población analfabeta de quince años o más; porcentaje de población sin primaria completa de 15 años o más, y porcentaje de población en localidades con menos de 5 000 habitantes. En la publicación técnica 234 pueden ser consultados los valores de las nueve variables que conforman el índice de marginación (IM), mientras que para mayor detalle del cálculo puede consultarse la publicación Índice absoluto de marginación 2000-2010 de CONAPO (2013)

Con base en la división en cinco grados de marginación, así como en los respectivos índices de marginación proporcionados por la publicación citada, se procedió a dividir cada grado de marginación en cien partes iguales con la finalidad de equiparar las necesidades de cada municipio, y jerarquizar la importancia que, para cada uno de ellos, tiene la construcción o rehabilitación de un camino rural. En la figura 2.1, cada subintervalo de los distintos grados de marginación representa veinte unidades.



Fuente: reproducción de figura 2.1 de la publicación técnica 234

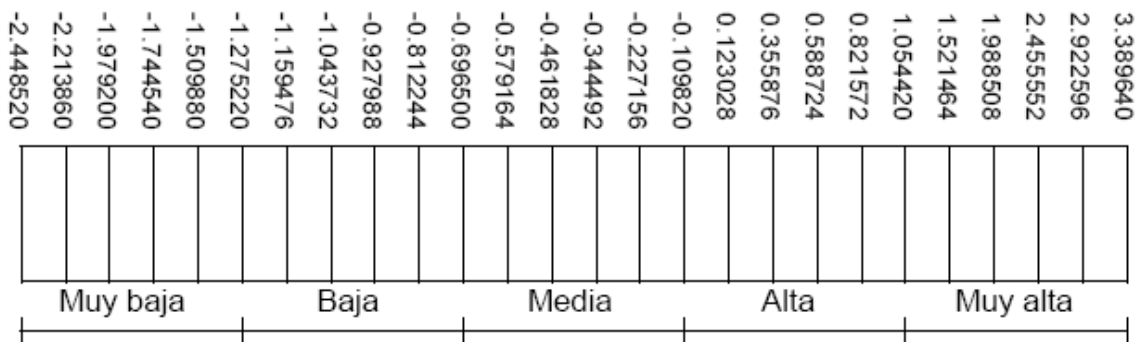
Figura 2.1 Correspondencia entre grados e índice de marginación con división en cinco subintervalos por grado de marginación

Cada municipio presenta un índice de marginación distinto y la agrupación que se hace por intervalos es con la finalidad de ordenar de mayor a menor el índice de marginación, y de esta forma darles preferencia a los municipios con mayor índice de marginación.

Al dividir cada intervalo (correspondiente a cada grado de marginación) en cien partes iguales se puede obtener la amplitud de cada subintervalo, y de esta manera determinar límites para cada uno de ellos en lo que se refiere al índice de marginación. Así, la amplitud del intervalo para el grado de marginación muy alta es: $3.38964 - 1.05442 = 2.33522$ y, dividiendo entre 100: $2.33522/100 = 0.0233522$, obtenemos la equivalencia de una unidad lineal por cada 0.0233522 unidades del IM.

De esta forma, se obtiene la amplitud para cada una de sus cien divisiones. Posteriormente, esta amplitud es multiplicada por veinte ($0.0233522 * 20 = 0.467044$) para obtener los límites de los cinco subintervalos para el grado de marginación muy alta.

Se procede de la misma manera para los demás intervalos, presentándose el resultado para los cinco grados de marginación y 25 subintervalos en la figura 2.2.



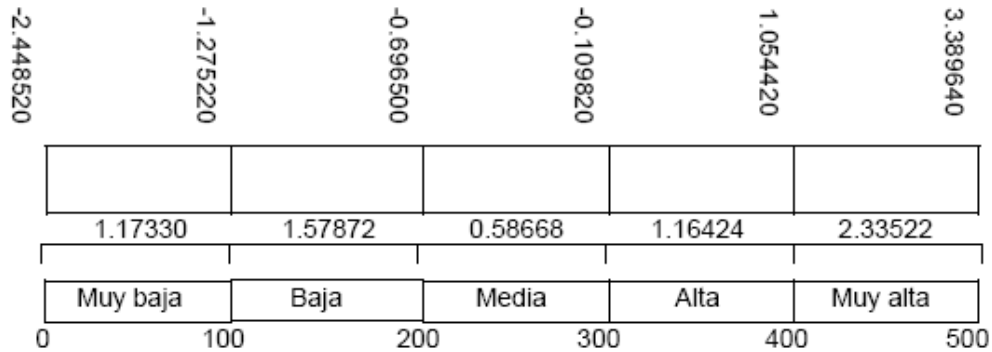
Fuente: reproducción de figura 2.3 de la publicación técnica 234

Figura 2.2 División en cinco subintervalos por cada grado de marginación

Una vez definidos los límites para cada grado de marginación y para cada uno de sus cinco subintervalos se puede asignar a cada municipio un valor de 0 a 500, dependiendo del subintervalo en que esté contenido su índice de marginación.

A los municipios de marginación muy alta, se les asigno los valores lineales 401 y 500 como límites de intervalo; a los de marginación alta los límites del intervalo de 301 y 400; a los de marginación media los límites del intervalo de 201 y 300; a los de marginación baja el intervalo tiene como límites los valores 101 y 200; finalmente, el intervalo para los municipios de marginación muy baja tiene por límites los valores 0 y 100. En la figura 2.3 se puede observar la representación gráfica, en esta se

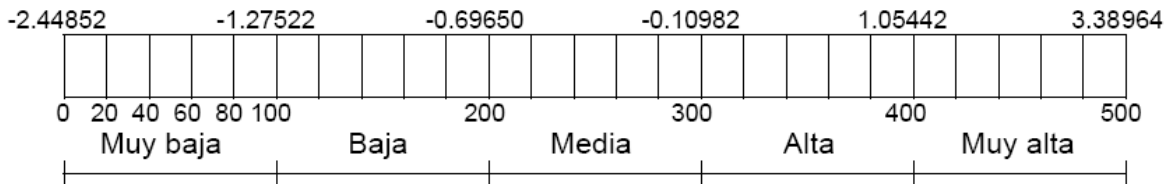
destaca que los rangos del IM por intervalo no son uniformes, por ello se transforman a unidades lineales equivalentes, en una escala de 0 a 500.



Fuente: reproducción de figura sin número de la publicación técnica 234

Figura 2.3 Equivalencia esquemática del índice de marginación y valores reales lineales para cada grado de marginación

De acuerdo con los IM, los valores del 0 al 500 indican la prioridad que tienen los distintos municipios, de contar con la construcción o rehabilitación de un camino rural que permita a su población una mejor integración con el resto del territorio nacional.



Fuente: reproducción de figura 2.4 de la publicación técnica 234

Figura 2.4 Esquema de correlación entre el IM y el IM propuesto

Regla de correspondencia para el índice de marginación y su valor "Real":

$$\text{Intervalo del Grado de marginación}_i \rightarrow 100$$

$$I.M.M._i - L.inf. G.M._i \rightarrow I.M.Real$$

Despejando $I.M.Real$:

$$I.M.Real = \frac{I.M.M._i - L.inf. G.M._i * 100}{\text{Intervalo del Grado de marginación}_i} + Lim. inf. VReal_i$$

Donde:

$I.M.Real$ = Índice de marginación real del municipio considerado

$I.M.M.i$ = Índice de marginación del municipio con grado de marginación i

$L.INF.G.M.i$ = Límite inferior del grado de marginación i

Intervalo del Grado de marginación i = Amplitud del intervalo del grado de marginación i

i = Grado de marginación: muy baja, baja, media, alta, muy alta

$Lim.inf.V_{Real i}$ = Límite inferior del valor real en el grado de marginación i

Por grado de marginación, la regla de equivalencia será:

$$\text{Marginación muy baja: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-(-2.44852))*100}{1.17330} + 0$$

$$\text{Marginación baja: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-(-1.27522))*100}{0.57872} + 100$$

$$\text{Marginación media: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-(-0.69650))*100}{0.58668} + 200$$

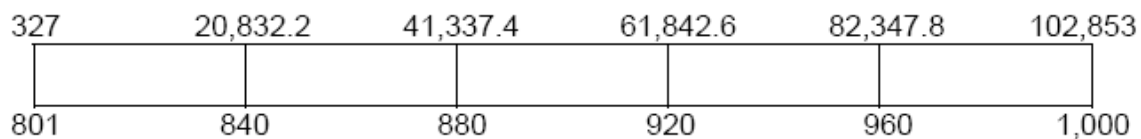
$$\text{Marginación alta: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-(-0.10982))*100}{1.16424} + 300$$

$$\text{Marginación muy alta: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-1.05442))*100}{2.33522} + 400$$

Debe de aclararse que con cada actualización de los valores del IM, las reglas de equivalencia deben ajustarse a nuevos valores.

2.1.3 Extrapolación de la población por grado de marginación

Con objeto de relacionar la importancia demográfica con el grado de marginación, se procedió a realizar un análisis similar al que se efectuó para el IM. Es decir, para los municipios con grado de marginación muy alto se toman a nivel nacional las poblaciones con el mayor y menor número de habitantes correspondientes a dicho intervalo, obteniendo de esta manera la amplitud de intervalo de: 327 a 102 853 personas (figura 2.5); posteriormente se dividió entre doscientos subintervalos, debido a la magnitud de la variable población. Así, la amplitud del intervalo de población de los municipios de marginación muy alta se obtiene de la diferencia: $102,853-327=102,526$ y luego al dividir entre doscientos (rango relativo propuesto para cada grado de marginación) se obtiene la magnitud siguiente: $102,526/200=512.63$ que es la población equivalente a una unidad del rango lineal propuesto de 200 unidades.



Fuente: reproducción de figura 2.5 de la publicación técnica 234

Figura 2.5 Subintervalos asignados a la población, para el grado de marginación muy alta

De manera semejante se procede con las poblaciones de los municipios con grado de marginación alta, media, baja y muy baja, obteniéndose las diferentes equivalencias entre la población de cada segmento (grado de marginación) y rango real propuesto, véase el cuadro 2.3.

De la misma forma que con el índice de marginación, se identifica del número 801 al 1,000, a los municipios de marginación muy alta; del 601 al 800, a los municipios de marginación alta; del 401 al 600, a los municipios de marginación media; del 201 al 400, a los municipios de marginación baja; y del 0 al 200, a los municipios de marginación muy baja.

Cuadro 2.3 Equivalencia entre población y su valor real propuesto para cada grado de marginación

Grado marginación	Población	Valor real
Muy alta	102 853	1 000
	82 348	960
	61 843	920
	41 337	880
	20 832	840
	327	801
Alta	177 287	800
	141 858	760
	106 428	720
	70 999	680
	35 569	640
	140	601
Media	271 674	600
	217 361	560
	163 048	520
	108 735	480
	54 422	440
	109	401
Baja	722 499	400
	578 055	360
	433 611	320
	289 167	280
	144 723	240
	279	201
Muy baja	1 773 343	200
	1 418 755	160
	1 064 167	120
	709 578	80
	354 990	40
	402	0

Fuente: interpretación de la correlación de la población en publicación técnica 234

Desde luego, dependiendo del grado de marginación del municipio y del subintervalo en que esté contenida la población del mismo, le corresponderá el valor lineal equivalente a cada municipio.

Ahora, por grado de marginación, la regla de correspondencia para la población será:

$$\text{Marginación muy baja: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 402)}{8\,864.71} + 0$$

$$\text{Marginación baja: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 279)}{3\,611.10} + 200$$

$$\text{Marginación media: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 109)}{1\,357.83} + 400$$

$$\text{Marginación alta: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 140)}{885.74} + 600$$

$$\text{Marginación muy alta: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 327)}{512.63} + 800$$

A continuación, se muestra un par de ejemplos para

Entidad federativa: Oaxaca
 Municipio: San Agustín Loxicha
 Índice de marginación: 2.00644
 Población: 22 495 habitantes
 Grado de marginación: Muy alta

$$I.M.Real = \frac{(2.00644 - 1.05442) * 100}{2.33522} + 400 = 440.77$$

$$Pob.Real = \frac{(22\,495 - 327)}{512.63} + 800 = 843.24$$

Entidad federativa: Oaxaca
 Municipio: San Andrés Tepetlapa
 Índice de marginación: 1.39732
 Población: 548 habitantes
 Grado de marginación: Muy alta

$$I.M.Real = \frac{(1.39732 - 1.05442) * 100}{2.33522} + 400 = 414.68$$

$$Pob.Real = \frac{(548 - 327)}{512.63} + 800 = 800.43$$

Cómo puede observarse, esta regla de correlación proporciona indicadores de marginación y de población representativos si analizamos las siguientes situaciones:

Es obvio que, a mayor índice de marginación y mayor población de un municipio sobre otro, el primero tendrá preferencia en los dos aspectos ya que en las reglas de correlación del I.M.Real y Pob.Real sus resultados serán mayores; en tanto que en una situación inversa serán menores. Sin embargo, pueden existir casos en que el índice de marginación de un municipio sea menor que el de otro, y el primero tenga una población mayor que el segundo. En estos casos ya no es sencillo decidir qué municipio es prioritario, porque cada regla de correlación indica una prioridad por separado.

2.1.4 Indicador de prioridad compuesto

Por esta razón es necesario determinar una relación que permita obtener un resultado único que indique la prioridad de construir o rehabilitar un camino rural de un municipio en relación con otro. Esta relación es la siguiente:

$$\text{Prioridad del municipio} = \text{I.M.Real} \times \text{Pob.Real}$$

En dicha expresión está presente el peso de cada regla de correlación, y el resultado es un valor jerárquico (producto ponderado). Finalmente, se pueden comparar los resultados de cada municipio, ordenarlos de mayor a menor y determinar la prioridad de uno sobre otro.

San Agustín Loxicha: $\text{Prioridad del municipio} = 440.77 \times 843.24 = 371,674.89$

San Andrés Tepetlapa: $\text{Prioridad del municipio} = 414.68 \times 800.43 = 331,922.31$

2.2 Fase jerarquización cualitativa aplicando una metodología multicriterio

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 la conceptualización y desarrollo del mismo. Cabe destacar que los criterios elegidos suelen variar de acuerdo con el objetivo y propósitos de cada estudio.

El sistema propuesto es un algoritmo elaborado con el criterio múltiple de evaluación desarrollado por la Universidad de París IX-Dauphine. Este algoritmo permite la explotación de relaciones binarias de sobreclasificación en condiciones difíciles para la toma de decisiones como son: múltiples puntos de vista; imposible o no deseable explicitación de la importancia relativa de cada punto de vista; imprecisión e incertidumbre en la calificación de proyectos con los criterios adoptados. Es un

método de tipo cualitativo, ya que no exige que la importancia relativa de sus diferentes componentes sea sumamente explícita. Sin embargo, proporciona buena confiabilidad de los resultados obtenidos. Además, el análisis puede complementarse con aspectos de tipo técnico, de integración económica, y de criterio político-administrativo.

Este método también se conoce como ELECTRA (versión I), y su característica principal es que reduce la cantidad de soluciones preferidas, estrictamente sobre el resto, conforme cierto grado de disparidad (discordancia) aceptada en la relación de predominio de una alternativa sobre otra. Es una técnica flexible, ya que sus bases teóricas y metodológicas no son demasiado sofisticadas ni involucran supuestos imposibles de plantear en la realidad.

El peso asignado a cada uno de los criterios dependerá de la experiencia y política predominante de la dependencia u organismo evaluador. Este peso “w”, debe tener un intervalo de confianza de 1.0 a 2.0 (con base en el algoritmo desarrollado por la Universidad de París IX-Dauphine).

Los criterios a considerar para el ámbito de caminos rurales se muestran en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Aspectos, criterios y peso de ponderación en proyectos de caminos rurales

Nomenclatura	Perspectiva	Aspecto	Criterio	Ponderación (peso w)
A.I.1.	A. Desarrollo	I. Ordenamiento territorial	1. Localidades unidas por el camino	1.7
A.I.2			2. Población beneficiada directamente por la construcción del camino	1.7
A.II.3		II. Acceso a recursos naturales	3. Localidades con acceso al agua como recurso natural	1.4
A.III.4		III. Integración de mercados intra-regionales	4. Conexión con diferentes tipos de caminos	1.4
A.IV.5		IV. Vinculación interregional	5. Conexión con diferentes tipos de caminos	1.4
A.V.6		V. Desarrollo social regional	6. Población beneficiada por la construcción del camino en el área de influencia	2.0

Fuente: reproducción de cuadro 3.1 en publicación técnica 234

Una vez que se hayan determinado los pesos, se calificarán subjetivamente todos y cada uno de los aspectos que se hagan intervenir en los criterios mencionados, estableciendo para ello una escala de valores de 1.0 a 9.0, asignando la mayor calificación a aquellos proyectos que a juicio del evaluador sean prioritarios, haciendo decrecer ésta en la medida en que los proyectos sean menos importantes.

En este sentido, y para los propósitos del trabajo, fueron propuestos seis criterios que apoyen el desarrollo social regional de localidades más alejadas de los principales centros urbanos del estado de Oaxaca.

Los seis cuadros siguientes (del 2.5 al 2.10) muestran la escala de valores que deben ser tomados en cuenta en cada uno de los aspectos involucrados en los criterios seleccionados.

Cuadro 2.5 Criterio de conexión entre localidades, aspecto de desarrollo por ordenamiento territorial

Calificación		Relevancia Sectorial del Proyecto
Fuerte	Débil	El camino une:
9.00	8.00	Más de 15 localidades
7.50	7.00	Entre 14 y 15 localidades
6.50	6.00	Entre 12 y 13 localidades
5.50	5.00	Entre 10 y 11 localidades
4.50	4.00	Entre 8 y 9 localidades
3.50	3.00	Entre 6 y 7 localidades
2.50	2.00	Entre 4 y 5 localidades
1.50	1.00	Entre 2 y 3 localidades

Fuente: reproducción de figura A.I.1 en publicación técnica 234

Cuadro 2.6 Criterio de habitantes beneficiados directamente, aspecto de desarrollo por ordenamiento territorial

Calificación		Relevancia Sectorial del Proyecto
Fuerte	Débil	El Camino beneficia directamente a los habitantes:
9.00	8.01	Más de 25 000 habitantes
8.00	7.01	Entre 15 001 y 25 000 habitantes
7.00	6.01	Entre 10 001 y 15 000 habitantes
6.00	5.01	Entre 8 001 y 10 000 habitantes
5.00	4.01	Entre 6 001 y 8 000 habitantes
4.00	3.01	Entre 4 001 y 6 000 habitantes
3.00	2.01	Entre 2 001 y 4 000 habitantes
2.00	1.00	Entre 481 y 2 000 habitantes

Fuente: reproducción de figura A.I.2 en publicación técnica 234

Cuadro 2.7 Criterio de acceso al agua, aspecto de desarrollo por acceso a recursos naturales

Calificación	Relevancia Sectorial del Proyecto
2.00	Las localidades de este camino tienen acceso al agua como recurso natural recursos
1.00	Las localidades de este camino no tienen acceso al agua como recurso natural recursos

Fuente: reproducción de figura A.II.3 en publicación técnica 234

Cuadro 2.8 Criterio de conexión con diferentes tipos de caminos, aspecto de desarrollo por integración de mercados intrarregionales

Calificación		Relevancia Sectorial del Proyecto	
Fuerte	Débil	El Camino conecta con tipo de camino:	
9.00	8.10	FED. De Cuota Div.	De cuota No - Div.
8.00	7.10	Libre Div.	Libre No - Div.
7.00	6.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
6.00	5.10	ESTAT. De Cuota Div.	De Cuota No - Div.
5.00	4.10	Libre Div.	Libre No - Div.
4.00	3.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
3.00	2.10	OTROS CAMINOS: Pavimentada	Revestida
2.00	1.00	Terracería	Brecha

Fuente: reproducción de figura A.III.4 en publicación técnica 234

Cuadro 2.9 Criterio de conexión con diferentes tipos de caminos, aspecto de desarrollo por vinculación interregional

Calificación		Relevancia Sectorial del Proyecto	
Fuerte	Débil	El Camino conecta con tipo de camino:	
9.00	8.10	FED. De Cuota Div.	De cuota No - Div.
8.00	7.10	Libre Div.	Libre No - Div.
7.00	6.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
6.00	5.10	ESTAT. De Cuota Div.	De Cuota No - Div.
5.00	4.10	Libre Div.	Libre No - Div.
4.00	3.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
3.00	2.10	OTROS CAMINOS: Pavimentada	Revestida
2.00	1.00	Terracería	Brecha

Fuente: reproducción de figura A.IV.5 en publicación técnica 234

Cuadro 2.10 Criterio de población beneficiada en área de influencia, aspecto de desarrollo social regional

Calificación	Población beneficiada por el proyecto en el área de influencia del camino
9.00	> 6 300 habitantes
8.00	6 300 habitantes
7.00	5 500 habitantes
6.00	4 811 habitantes
5.00	4 714 habitantes
4.00	2 519 habitantes
3.00	1 262 habitantes
2.00	833 habitantes
1.00	332 habitantes

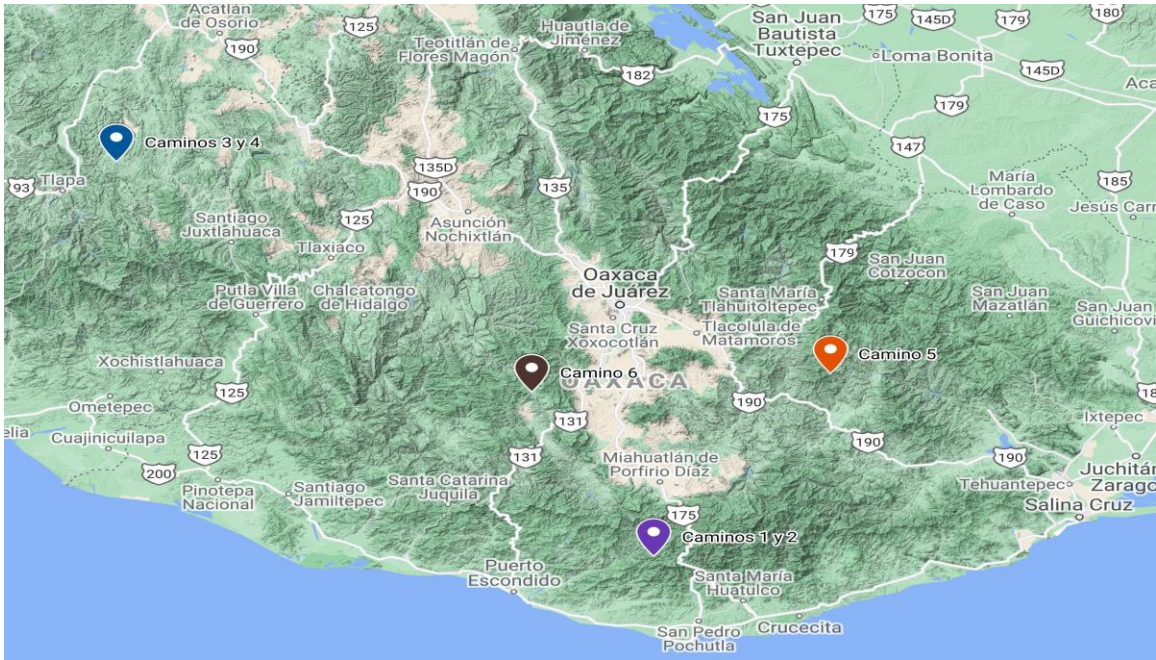
Fuente: reproducción de figura A.V.6 en publicación técnica 234

Una vez determinados los valores subjetivos de los pesos de los criterios a ser considerados en la metodología multicriterio, se proporciona la información necesaria para llevar a cabo el proceso de cálculo. Para su correcta aplicación será importante definir sus diferentes etapas (proceso de cálculo).

- Identificación del conjunto de alternativas (caminos a construir o rehabilitar)
- Establecimiento de una matriz de impacto (retícula de calificaciones de los caminos), conteniendo los criterios y aspectos involucrados en el estudio
- Determinación de las matrices de concordancia y discordancia que permitan seleccionar aquellas alternativas viables
- Clasificación y ordenamiento de alternativas

2.3 Aplicación a cartera de caminos rurales en Oaxaca

En la PT 234 (Arroyo, 2003) se evalúan seis proyectos de caminos rurales en Oaxaca, cuya localización aproximada puede verse en la figura 2.6. Con base en su localización, se definen las localidades y su área de influencia, asimismo, se presenta el nivel de accesibilidad con que cuentan, los recursos naturales, y la forma en que se interconectan con otros caminos o red de caminos.



Fuente: elaboración propia en Google Maps con base en figuras 3.1 a 3.4 de PT 234

Figura 2.6 Mapa de localización de los proyectos de mejora de caminos en Oaxaca, año 2000

2.3.1 Población, localidades y municipios beneficiados

El cuadro 2.11 muestra la información sobre la población de los diferentes municipios que alojan cada uno de los caminos, en 1995 y 2000. Para el caso de estudio se utilizaron los datos correspondientes al año 2000.

Cuadro 2.11 Población de municipios donde se localizan los caminos, 1995 y 2000

Caminos	Municipios	Pob. Mun. 1995	Pob. Mun. 2000
1er camino	Sta. Catarina Loxicha Sn. Bartolomé Loxicha Sn. Agustín Loxicha	4 375 hab 2 275 hab 18 839 hab	4 440 hab 2 512 hab 22 495 hab
2do camino	Sta. Catarina Loxicha Sn. Bartolomé Loxicha Sn. Agustín Loxicha Sto. Domingo de Morelos	4 375 hab 2 275 hab 18 839 hab 6 496 hab	4 440 hab 2 512 hab 22 495 hab 8 725 hab
3er camino	Sn. Mateo Nejápam Sn. Andrés Tepetlapa Sn. Miguel Ahuehuetitlán	1 147 hab 352 hab 2 130 hab	1 150 hab 548 hab 2 261 hab
4o camino	Sn. Mateo Nejápam Sn. Andrés Tepetlapa Sn. Miguel Ahuehuetitlán Sn. Juan Bautista Tlachichilco	1 147 hab 352 hab 2 130 hab 1 367 hab	1 150 hab 548 hab 2 261 hab 1 511 hab
5o camino	Sto. Domingo Tepuxtepec San Pedro Quiatoni	2 710 hab 8 036 hab	4 004 hab 9 570 hab
6o camino	Sn. Vicente Lachixío Sta. María Sola	2 870 hab 1 741 hab	3 390 hab 1 675 hab

Fuente: reproducción del cuadro 3.2 en la PT 234

Como parte del proceso metodológico se procedió a identificar aquellas localidades beneficiadas por la construcción o reconstrucción de los caminos, estimándose la población de los mismos en forma directa por el proyecto considerado.

En el cuadro 2.12 se consigna información sobre las localidades comunicadas directamente, y su población beneficiada para 1995 y 2000.

De manera semejante se procede a identificar las localidades que se encuentran en el área de influencia del camino, y que no se localizan sobre el trazo del mismo. En el cuadro 2.13 se muestra la información relativa a las localidades fuera del trazo del camino, pero dentro de la zona de influencia de éste, así como la población beneficiada por su construcción.

Cuadro 2.12 Localidades y población beneficiada, 1995 y 2000

Caminos	Municipios	Poblacion. Mun. 1995	Pob. Mun. 2000
1er camino	Sta. Catarina Loxicha, Cangreja, La Tollana, La Chilapa, Santa Cruz Loxicha y Sn. Agustín Loxicha	6 007	6 422
2do camino	Sta. Catarina Loxicha, Cangreja, La Tollana, La Chilapa, Sta. Cruz Loxicha, Sn. Bartolomé Loxicha, Quelové, Magdalena Loxicha, El Corozal y Sto. Domingo de Morelos	8 740	9 683
3er camino	Sn. Mateo Nejápam, Sn. Andrés Tepetlapa y San Miguel Ahuehuetitlán	2 982	3 062
4o camino	Sn. Mateo Nejápam, San Andrés Tepetlapa, Sn. Miguel Ahuehuetitlán Sn. Juan Bautista, Tlachichilco, La Libertad y Santiago Guadalupe	4 057	4 453
5o camino	Sto. Domingo Tepuxtepec, Llano Crucero, San Pablo Lachiriega, San Pedro Quiatoni y El Ramadito	3 653	4 511
6o camino	Sn. Vicente Lachixío, El Rincón, La Hacienda y Sta. Rosa Matagallinas	3 363	3 289

Fuente: reproducción del cuadro 3.3 en la PT 234

Cuadro 2.13 Localidades y población beneficiadas indirectamente en el área de influencia, 1995 y 2000

Caminos	Localidad	Municipio	Pob. Loc. 1995	Pob. Loc. 2000
1er camino	San Baltazar Loxicha	San Baltazar Loxicha	2 125 hab	2 174 hab
	Río Medio	Sta. Catarina Loxicha	74 hab	74 hab
	San José Peñasco	Sta. Catarina Loxicha	220 hab	197 hab
	San Bartolomé Loxicha	San Bartolomé Loxicha	1 407 hab	1 491 hab
	Quelové	San Agustín Loxicha	1 411 hab	778 hab
2o camino	Río Medio	Sta. Catarina Loxicha	74 hab	74 hab
	San José Peñasco	Sta. Catarina Loxicha	220 hab	197 hab
	Llano Tamarindo	San Bartolomé Loxicha	125 hab	127 hab
	Pueblo Viejo	San Bartolomé Loxicha	368 hab	425 hab
	Cerro Campana	Santo Domingo de Morelos	485 hab	515 hab
	Caña Brava	Santo Domingo de Morelos	997 hab	1 204 hab
	Yerbasanta	Santa María Tonameca	133 hab	95 hab
	San Baltazar Loxicha	San Baltazar Loxicha	2 125 hab	2 174 hab
3er camino	La Luz Tenexcalco	San Miguel Ahuehuetitlán	444 hab	473 hab
	San Juan Bautista Tlachichilco	San Juan Bautista Tlachichilco	777 hab	789 hab
4o camino	La Luz Tenexcalco	San Miguel Ahuehuetitlán	444 hab	473 hab
	San Vicente del Zapote	San Juan Bautista Tlachichilco	174 hab	173 hab
	Huacapa	San Juan Bautista Tlachichilco	198 hab	187 hab
5o camino	Loma Larga	Santo Domingo Tepuxtepec	202 hab	226 hab
	Agua León	San Pedro Quiatoni	65 hab	106 hab
6o camino	Santa María Lachixío	Santa María Lachixío	826 hab	925 hab
	Las Dos Cruces	San Vicente Lachixío	532 hab	628 hab
	Santa María Sola	Santa María Sola	581 hab	566 hab
	Yoganita	Villa Sola de Vega	259 hab	261 hab
	El Guayabo	Villa Sola de Vega	136 hab	139 hab

Fuente: reproducción del cuadro 3.4 en la PT 234

2.3.2 retícula de calificaciones para la cartera de caminos

Los caminos evaluados fueron seis, que unen algunas localidades con altos grados de marginación, contribuyendo al ordenamiento territorial, a la vinculación inter e intrarregional, y al desarrollo social, económico y político de las mismas. Además, conforman una muestra suficiente para aplicar la metodología. Los caminos son:

- (1) Santa Catarina Loxicha-San Agustín Loxicha
- (2) Santa Catarina Loxicha-Santo Domingo de Morelos
- (3) San Mateo Nejápam-San Miguel Ahuehuetitlán
- (4) San Mateo Nejápam-La Libertad
- (5) Santo Domingo Tepuxtepec-San Pedro Quiatoni
- (6) San Vicente Lachixío-Santa Rosa Matagallinas

De acuerdo con los criterios establecidos, el primer paso a seguir es el de asignar los pesos que tendrá cada uno de estos en los caminos por construir o rehabilitar.

Se ha considerado un valor de 2.00 para el desarrollo social regional, pues como ya se ha mencionado es el aspecto más importante del estudio. Al ordenamiento territorial se le ha asignado un peso de 1.70, ya que se considera como el elemento que sigue en importancia de acuerdo con el objetivo de este trabajo, y por último, al acceso a recursos naturales, a la integración de mercados intrarregionales, y a la vinculación interregional se estima conveniente un peso de 1.40.

Como segundo paso, se construye la retícula de calificaciones para cada uno de los caminos consultando los cuadros (2.5 a 2.10) de la métrica de las variables. Esta retícula contiene los seis criterios, así como las seis alternativas de caminos.

Cuadro 2.14 Retícula de calificaciones de los aspectos de cada camino rural

Criterio	Peso	Caminos a evaluar					
		1	2	3	4	5	6
A. I.1	1.70	3.00	5.00	1.50	3.00	2.50	2.00
A.I.2	1.70	4.21	5.84	2.53	3.23	3.26	2.64
A.II.3	1.40	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00
A.III.4	1.40	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
A.IV.5	1.40	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
A.V.6	2.00	5.00	6.00	3.00	2.00	1.00	4.00

Fuente: reproducción de cuadro sin número de la sección 3.2.3 en la PT 234

Para el criterio A.I.1 se asigna una calificación fuerte o débil, dependiendo del número de localidades que conecte el camino. Por ejemplo, para el primer camino se atribuye una calificación de 3.00, ya que une seis localidades; si vinculara siete, tendría 3.50.

En el segundo criterio (A.I.2) se tomó como punto de referencia, mínimo 327 habitantes, por ser el municipio con menor número de pobladores a nivel nacional para el grado de marginación MUY ALTA (lo mismo se hace para los demás grados de marginación).

Considerando la alta dispersión de población en las localidades a nivel nacional se propusieron intervalos, en número de habitantes, que beneficia directamente la construcción del camino, y que se piensa pueden ser los más representativos para el caso de México.

La muestra puede verse con los siguientes números: 51 municipios de los 386 de marginación muy alta a nivel nacional, tienen entre 10 000 y 15 000 habitantes, esto es el 13.21%; 59 municipios de los 386 tienen entre 15 000 y 25 000 pobladores, o sea el 15.28%; 25 municipios de los 386 registran entre 25 000 y 40 000 habitantes, lo que significa el 6.48%; y 16 municipios, dentro de este grado de marginación, con más de 40 000 habitantes, lo que representa el 4.15% del total. El resto de los

municipios, que comprenden el 60.88%, señalan volúmenes menores a los 10,000 ciudadanos. Por esta razón se consideró que los intervalos anteriores son adecuados al caso del país.

Aquí lo que se hace es simplemente una interpolación lineal en cada intervalo. Así, el camino con 327 pobladores beneficiados directamente tendrá una calificación de 1.00; y aquel con 2 000 habitantes, una calificación de 2.00. Para el primer camino, cuya población es de 6 422 individuos, le corresponderá 4.21 mediante la interpolación lineal aplicada. Para ejemplificar esto, la regla de interpolación se muestra a continuación:

Regla para la población del camino hasta 2,000 habitantes beneficiados directamente:

$$1\ 673 \rightarrow 1$$

$$\text{Población camino} - 327 \rightarrow \text{Calificación}$$

Despejando *calificación*:

$$\text{Calificación} = \frac{\text{Población camino} - 327}{1\ 673} + 1.0$$

Regla para la población del camino, de 2 001 a 10 000 habitantes beneficiados, debido a que los cuatro rangos suman en su calificación una unidad por cada 2 000 habitantes:

$$2\ 000 \rightarrow 1$$

$$\text{Población camino} - 2\ 000 \rightarrow \text{Calificación}$$

$$\text{Calificación} = \frac{\text{Población camino} - 2\ 000}{2\ 000} + 2.0$$

1er camino:

$$\text{Calificación} = \frac{6\ 422 - 2\ 000}{2\ 000} + 2.0 = 2.2110 + 2.0 = 4.2110$$

2o camino:

$$\text{Calificación} = \frac{9\ 683 - 2\ 000}{2\ 000} + 2.0 = 3.8415 + 2.0 = 5.8415$$

3er camino:

$$\text{Calificación} = \frac{3\ 062 - 2\ 000}{2\ 000} + 2.0 = 0.5310 + 2.0 = 2.5310$$

4o camino:

$$\text{Calificación} = \frac{4\ 453 - 2\ 000}{2\ 000} + 2.0 = 1.2265 + 2.0 = 3.2265$$

5o camino:

$$\text{Calificación} = \frac{4\,511 - 2\,000}{2\,000} + 2.0 = 1.2555 + 2.0 = 3.2555$$

6o camino:

$$\text{Calificación} = \frac{3\,289 - 2\,000}{2\,000} + 2.0 = 0.6445 + 2.0 = 2.6445$$

Por lo que se refiere al acceso a recursos naturales (A.II.3), si las localidades que une el camino tienen acceso al agua como recurso natural (mediante una fuente natural, por ejemplo, un río o un manantial, o alguna obra producto del hombre, como una presa) tendrán una calificación de 2.00; en caso contrario, será de 1.00. En los casos que nos ocupan se aprecia que todos tienen, excepto el tercer camino (San Mateo Nejápam a San Miguel Ahuehuetitlán), al menos una fuente natural cercana a ellos.

La integración de mercados intrarregionales (A.III.4), así como la vinculación interregional (A.IV.5) se califica de la siguiente manera: un camino a construir o a rehabilitar, tendrá su respectiva calificación fuerte o débil, dependiendo del tipo de camino con el que se integre. Así por ejemplo, para el primer camino el cual se vincula con una vía revestida tendrá 2.10, si se uniera con una vialidad pavimentada tendría 3.00. Si se observa la retícula de calificaciones se encuentra que todos los caminos en estudio tienen la misma calificación, esto es debido a que todos se comunicarían con una vía revestida, lo cual confirma la elección de zonas apartadas de los principales centros urbanos de la entidad. En esta parte la calificación se asigna de la siguiente manera: un camino construido o rehabilitado que se conecte con una mejor vía de comunicación se estará integrando a un centro urbano, generando a las localidades involucradas mayores beneficios, por contar los respectivos centros urbanos con las mejores vialidades y la mayor actividad económica del país.

En el último criterio, lo que se hace es ordenar la población beneficiada (A.V.6) de mayor a menor de cada uno de los caminos, asignándole la calificación más baja a la vía que beneficie al menor número de ciudadanos en la zona de influencia, y la más alta al que beneficie al mayor número de pobladores en la misma. Para el primer camino que tuvo 4 714 habitantes beneficiados en la zona de influencia, correspondió una calificación de 5.00, y para la quinta vía, que favorecería a 332 pobladores sería la calificación más baja, o sea de 1.00. Se procede de la misma manera con el resto de los caminos.

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 construcción de un camino rural sobre otro.

2.3.3 matrices de índices de concordancia y discordancia

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 9.60

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

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 9.60. Los cocientes obtenidos constituyen los valores de los pares (i,j) de la matriz de índices de concordancia

A continuación, se muestran estas operaciones, y la matriz de índices de concordancia obtenida.

	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6
A.I.1	0.00	1.70	0.85	1.70	1.70
A.1.2	0.00	1.70	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	1.40	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	2.10	8.20	6.65	7.50	7.50

	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6
A.I.1	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.1.2	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	1.40	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	7.50	8.20	7.50	7.50	7.50

	3 VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00
	1.40	1.40	3.40	3.40	1.40

	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6
A.I.1	0.85	0.00	1.70	1.70	1.70
A.1.2	0.00	0.00	1.70	0.00	1.70
A.II.3	0.70	0.70	1.40	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
	2.95	2.10	6.20	5.80	5.50

	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	1.70	0.00	1.70
A.1.2	0.00	0.00	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	0.70	1.40	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.10	2.10	6.20	3.80	5.50

	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5
A.I.1	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00
A.II.3	0.70	0.70	1.40	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00
	2.10	2.10	8.20	4.10	4.10

MATRIZ DE CONCORDANCIA

----	0.22	0.85	0.69	0.78	0.78
0.78	----	0.85	0.78	0.78	0.78
0.15	0.15	----	0.35	0.35	0.15
0.31	0.22	0.65	----	0.60	0.57
0.22	0.22	0.65	0.40	----	0.57
0.22	0.22	0.85	0.43	0.43	----

Determinación 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.

	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6
A.I.1	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	3 VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6
A.I.1	1.50	3.50	1.50	1.00	0.50
A.1.2	1.71	3.31	0.70	0.73	0.11
A.II.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	2.00	3.00	0.00	0.00	1.00
	2.00	3.50	1.50	1.00	1.00

	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6
A.I.1	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	1.01	2.61	0.00	0.03	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	3.00	4.00	1.00	0.00	2.00
	3.00	4.00	1.00	0.03	2.00

	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6
A.I.1	0.50	2.50	0.00	0.50	0.00
A.1.2	0.98	2.58	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	4.00	5.00	2.00	1.00	3.00
	4.00	5.00	2.00	1.50	3.00

	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5
A.I.1	1.00	3.00	0.00	1.00	0.50
A.1.2	1.57	3.20	0.00	0.59	0.62
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
	1.60	3.20	0.00	1.00	0.62

MATRIZ DE DISCORDANCIA

-----	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-----	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.44	-----	0.19	0.13	0.13
0.38	0.50	0.13	-----	0.00	0.25
0.50	0.63	0.25	0.13	-----	0.38
0.20	0.40	0.00	0.13	0.08	-----

Grado de dominación

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. En 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.

La mediana para la matriz de índices de concordancia es 0.5 y, para la matriz de índices de discordancia es 0.13.

Las celdas ocupadas simultáneamente en ambas matrices por los pares ordenados (i,j) que cumplen con los requerimientos anteriores, constituyen la información necesaria para establecer el grado de dominación o predominio entre las distintas alternativas de caminos. Las celdas que cumplen con estas condiciones son:

(1,3)	(2,1)	(4,3)	(6,3)
(1,4)	(2,3)	(4,5)	
(1,5)	(2,4)		
(1,6)	(2,5)		
	(2,6)		

Los caminos que tendrán prioridad para ser construidos o rehabilitados serán aquellos que hayan dominado mayoritariamente.

De esta manera, de los seis caminos el que predomina es el (2), que va de la localidad de Santa Catarina Loxicha a la de Santo Domingo de Morelos. Por tanto, es el que tiene prioridad sobre los demás para ser construido o rehabilitado. Le siguen el (1), el (4), y el (6).

Respecto a los caminos (3) y (5), el (3) es dominado 4 veces, mientras que el (5) únicamente tres ocasiones. Esto indica la preferencia del camino (5) sobre el (3).

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

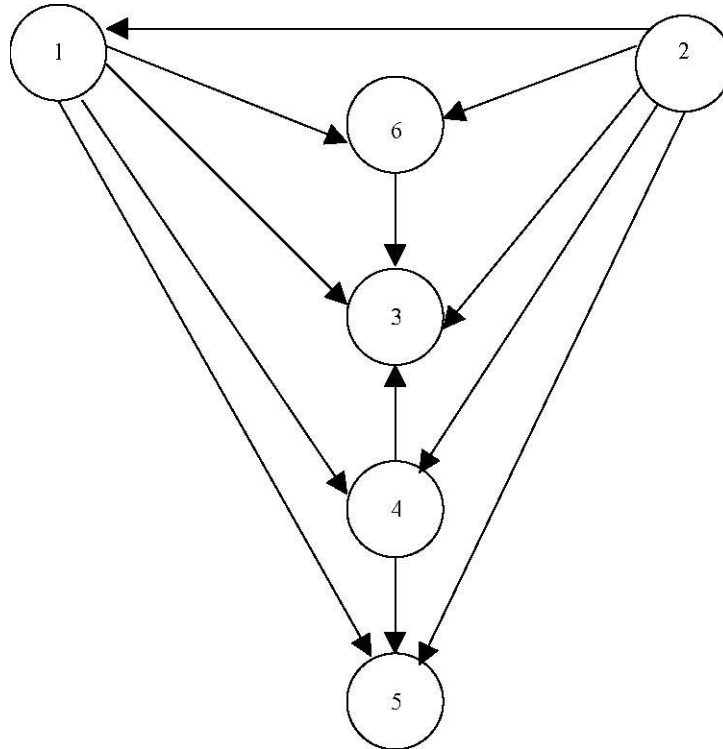
- (2) Santa Catarina Loxicha – Santo Domingo de Morelos
- (1) Santa Catarina Loxicha – San Agustín Loxicha
- (4) San Mateo Nejápam – La Libertad
- (6) San Vicente Lachixío – Santa Rosa Matagallinas
- (5) Santo Domingo Tepuxtepec – San Pedro Quiatoni
- (3) San Mateo Nejápam – San Miguel Ahuehuetitlán

Representación gráfica (núcleo o kernel)

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. El kernel obtenido se muestra en la figura 2.7

Después de que se han estudiado y evaluado las alternativas existentes, pasan a integrar una cartera de proyectos.

Este análisis puede complementarse con aspectos cuantitativos, 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 costo de los caminos.



Fuente: reproducción de la figura sin número de la sección 3.2.3 en la PT 234

Figura 2.7 Kernel de dominación entre caminos seleccionados en 2000

Para esta segunda fase se utilizó otra hoja de cálculo que nos facilita las operaciones y comparaciones entre alternativas, que permite automatizar el cálculo de las matrices de índices de concordancia y discordancia, bajo el procedimiento descrito. Este programa también ha sido elaborado en una hoja de cálculo de Excel.

3. Discriminación de criterios y actualización

La metodología propuesta por Arroyo (2003) se confronta a una nueva selección de proyectos, de acuerdo con reportes de la SCT, al cierre de 2019, el Programa de pavimentación de accesos a cabeceras municipales no presentó ningún camino en el estado de Guerrero, por lo que la muestra se limita al estado de Oaxaca. El reporte lista 108 proyectos en el estado de Oaxaca, de ellos se seleccionaron ocho, tres que se mantienen en construcción y cinco que se reportan como concluidos, véase el cuadro 3.1. La selección de proyectos se localiza principalmente en la región Mixteca, debido a que en esta región se ubican los municipios con los mayores IM tanto en el estado de Oaxaca como en el país. Asimismo, se seleccionaron un par de proyectos que se localizan en la región de influencia de tres de los caminos evaluados en el año 2000 y, por último, aquellos proyectos con mayor información pública disponible.

Cuadro 3.1 Selección de proyectos de construcción de caminos rurales en 2019

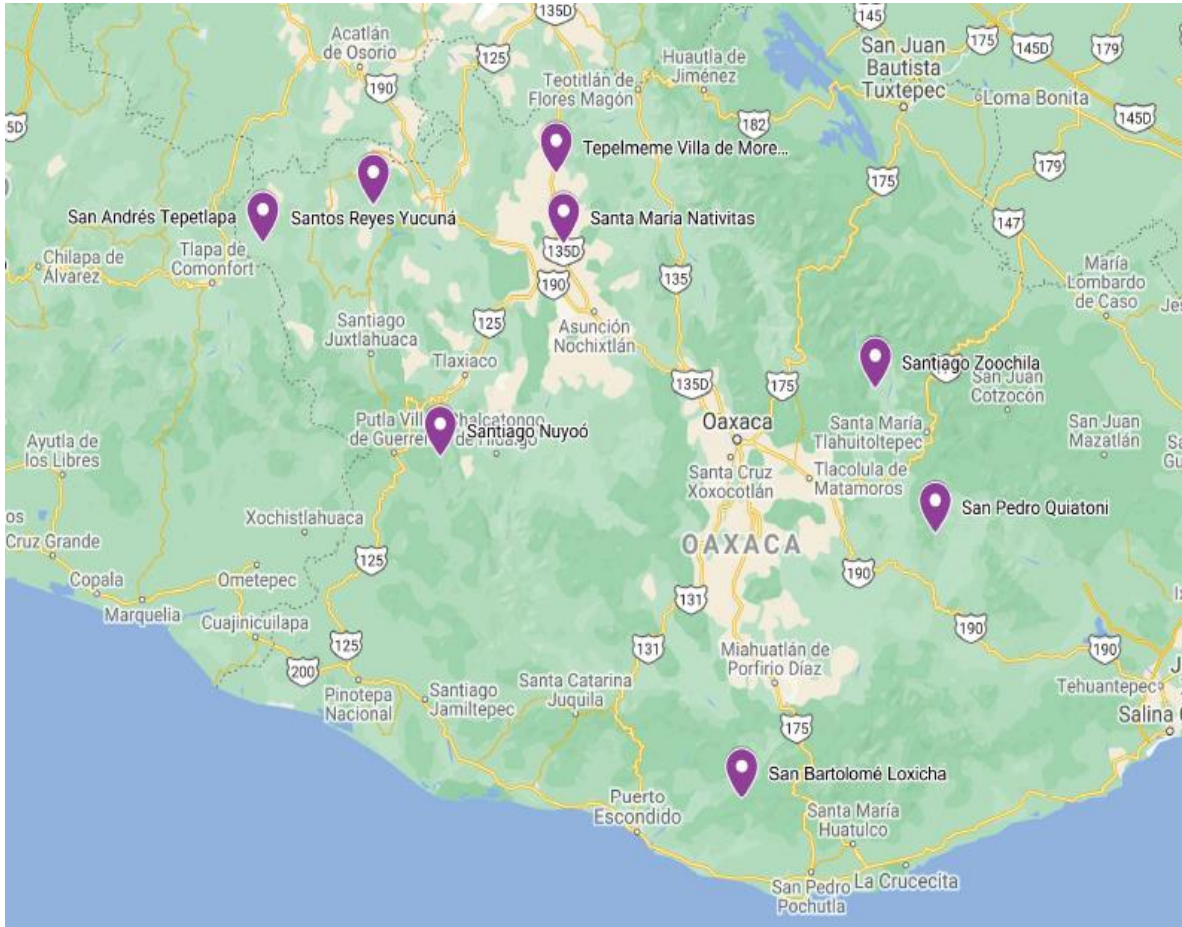
Municipio	Camino	MDP	Longitud	Estatus al cierre de 2019
San Bartolomé Loxicha	San Agustín Loxicha - San Bartolomé Loxicha	55.90	13.00	Continua
Santos Reyes Yucuná	San Simón Zahuatlán - Santos Reyes Yucuná	30.14	7.00	Concluido
San Andrés Tepetlapa	San Andrés Tepetlapa - La Luz Tenexcalco - San Miguel Ahuehuetitlán del km 0+000 al km 15+000	12.90	3.00	Continua
Santiago Nuyoó	Santa María Yucuhiti - Nuyoó del km 0+000 al km 1+200	4.30	1.20	Concluido
Santa María Nativitas	Km 151+600 E.C.(Cuacnopalan – Oaxaca) – Santa María Nativitas, del km 0+000 al km 2+130	9.16	2.13	Concluido
Santiago Zochila	Yatzachi El Bajo - Santiago Zochila del km 0+000 al km 3+100	13.33	3.10	Concluido
Tepelmeme Villa de Morelos	Tepelmeme - E.C. (Cuacnopalan - Oaxaca) del km 0+000 al km 1+500	6.45	1.50	Concluido
San Pedro Quiatoni	E.C. (Mitla -Tehuantepec II) - Llano Crucero - Cerro Costoche - San Pedro Quiatoni, del km 0+000 al km 32+000	8.60	2.00	Continua

Fuente: elaboración con base en reporte de cierre 2019 del Programa de pavimentación de accesos a cabeceras municipales, SCT, 2020.

3.1 Fase de selección de proyectos, bajo criterios de población y marginación

De acuerdo con los criterios de selección del Programa de pavimentación de accesos a cabeceras municipales, este se dirige a municipios con grados de

marginación alta y muy alta, por lo que se mantuvieron los criterios de evaluación por extrapolación de acuerdo al IM y población municipal para la fase de selección regional utilizando las variables de IM y población.



Fuente: elaboración en Google Maps con base en cuadro 3.1

Figura 3.1 Mapa de localización de selección de proyectos de pavimentación de accesos a cabeceras municipales en Oaxaca, año 2019

3.1.1 Medición de la marginación

El IM y su división en cinco segmentos, de acuerdo a su grado de marginación, siguen como las referencias principales a la técnica de extrapolación para obtener la equivalencia entre los IM y los valores calculados (en una escala uniforme) para su valoración y jerarquización lineal.

En este ensayo se aplica el IM municipal para el año 2010, cuyos grados de marginación se establecieron de acuerdo a rangos que permiten agrupar a los municipios, que por el valor de sus índices sean considerados semejantes entre sí. Es decir, se dividió en cinco segmentos, véase el cuadro 3.2:

Cuadro 3.2 Grados de marginación e intervalos del índice de marginación municipal en el año 2010

Grado de marginación	Criterio
Muy baja	El IM estaba en el intervalo [-2.342 , -1.245]
Baja	El IM estaba en el intervalo [-1.245 , -0.701]
Media	El IM estaba en el intervalo [-0.701 , 0.396]
Alta	El IM estaba en el intervalo [0.396 , 0.941]
Muy alta	El IM estaba en el intervalo [0.941 , 4.363]

Fuente: Elaboración propia con base en IM municipal, CONAPO .

La información del IM es de gran utilidad en el momento de seleccionar las regiones que requieren ser atendidas, con objeto de facilitar la accesibilidad a los demás actores sociales y económicos que permiten elevar el nivel de vida de la población que habita esas regiones; con esta información, el analista puede identificar los intervalos de marginación municipal para el año 2010.

Con nueve indicadores socioeconómicos es construido el indicador-resumen llamado Índice de Marginación del año 2010 (IM 2010), que es la combinación de las nueve variables agrupadas en cuatro dimensiones estructurales.

El índice de marginación permite un análisis integrado y comparativo del efecto global de las carencias propias de cada municipio, los cuales son agrupados en cinco grados de intensidad. Los municipios se ordenan conforme a su índice de marginación y se agrupan tomando como referencia el rango de variación total, cuyos valores van desde -2.342 a 4.363, que a su vez es dividido en cinco segmentos, véase el cuadro 3.1, mediante la definición de los cuatro puntos de corte: -1.245, -0.701, 0.396, 0.941 y 4.363 que corresponden a los valores de los municipios en el límite inferior de los cinco grados de marginación.

Los valores más positivos indican un mayor grado de marginación o la existencia de mayores limitantes para el desarrollo de la población del municipio, mientras que valores negativos indican un menor grado de marginación o un mayor acceso a bienes y servicios que favorecen el desarrollo económico y social.

Mediante el establecimiento de los límites de intervalo y la aplicación de métodos estocásticos, se llega a clasificar a las distintas regiones o municipios, con prioridad en la asignación de recursos de inversión pública.

En el siguiente apartado se muestra como caso de aplicación, la forma en que se llevó a cabo la jerarquización municipal atendiendo el grado de marginación y población objetivo para el estado de Oaxaca, que es la entidad con mayor número de municipios con alta y muy alta marginación.

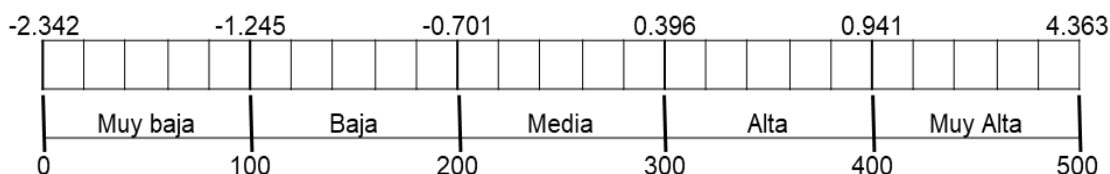
3.1.2 Extrapolación por grado de marginación

Para este análisis es utilizada la información publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) para la marginación en el año 2010. Los parámetros utilizados son el índice de marginación y la población por municipio.

El CONAPO establece cinco niveles de marginación en el país (muy baja, baja, media, alta y muy alta). Los distintos grados de marginación consideran como variables las siguientes nueve: porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada; porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado; porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra; porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica; porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento; porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos; porcentaje de población analfabeta de quince años o más; porcentaje de población sin primaria completa de 15 años o más, y porcentaje de población en localidades con menos de 5,000 habitantes.

Al igual que en el capítulo anterior, se procedió a dividir cada grado de marginación en cien partes iguales con la finalidad de resaltar y distinguir las necesidades de cada municipio, y jerarquizar la importancia que para cada uno de ellos tiene la construcción o rehabilitación de un camino rural. En la figura 3.2, puede ser observado que cada subintervalo de los distintos grados de marginación representa veinte unidades en la escala lineal propuesta.

Cada municipio presenta un índice de marginación distinto y la agrupación que se hace por intervalos es con la finalidad de ordenar de mayor a menor el índice de marginación, y de esta forma darles preferencia a los municipios con mayor índice de marginación. Una vez definidos los límites para cada grado de marginación y para cada uno de sus cinco subintervalos se asigna a cada municipio un valor del 0 al 500, dependiendo del subintervalo en que esté contenido su índice de marginación, como fue explicado en el capítulo anterior.



Fuente: elaboración con base en índice y grado de marginación 2010, CONAPO

Figura 3.2 Correspondencia entre grados e índice de marginación con división en cinco subintervalos por grado de marginación de 2010

De forma paralela, en el cuadro 3.3 es posible observar la correspondencia entre las escalas del IM y la escala real que sirve para jerarquizar de una forma uniforme, puede ser observado que cada segmento o rango tiene un límite superior que corresponde al límite inferior del rango superior siguiente, por lo que, para el segmento de grado de marginación muy alta, fue necesario incluir su límite superior.

Cuadro 3.3 Grados de marginación e intervalos del índice de marginación municipal en el año 2010

Grado de marginación	Índice de marginación	Valor real en una escala lineal
Límite superior	4.3630	500
	3.6786	480
	2.9942	460
	2.3098	440
	1.6254	420
	0.9410	400
Muy alta	0.8320	380
	0.7230	360
	0.6140	340
	0.5050	320
	0.3960	300
	Alta	0.1766
	-0.0428	260
	-0.2622	240
	-0.4816	220
	-0.7010	200
	Media	-0.8098
	-0.9186	160
	-1.0274	140
	-1.1362	120
	-1.2450	100
	Baja	-1.4644
	-1.6838	60
	-1.9032	40
	-2.1226	20
	-2.3420	0
	Muy baja	

Fuente: interpretación de la correlación de los IM y valores escalares reales

De acuerdo con la correspondencia propuesta e ilustrada en la figura 3.2 y cuadro 3.3, son definidas las reglas de correspondencia entre los valores del índice de marginación y los valores reales en la escala propuesta, para cada grado de marginación, en función de las siguientes relaciones de correspondencia:

$$\text{Intervalo del Grado de marginación}_i \rightarrow 100$$

$$I.M.M._i - L.inf. G.M._i \rightarrow I.M.Real$$

Despejando $I.M.Real$:

$$I.M.Real = \frac{I.M.M._i - L.inf. G.M._i * 100}{\text{Intervalo del Grado de marginación}_i} + Lim. inf. VReal_i$$

Donde:

$I.M.Real$ = Índice de marginación real del municipio considerado

$I.M.M._i$ = Índice de marginación del municipio con grado de marginación i

$L.INF.G.M.i$ = Límite inferior del grado de marginación i

Intervalo del Grado de marginación i = Amplitud del intervalo del grado de marginación i

i = Grado de marginación: muy baja, baja, media, alta, muy alta

$Lim.inf.V_{Real i}$ = Límite inferior del valor real en el grado de marginación i

Ahora, dependiendo el grado de marginación, la regla de correlación correspondiente será:

$$\text{Marginación muy baja: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-(-2.342))*100}{1.097} + 0$$

$$\text{Marginación baja: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-(-1.245))*100}{0.544} + 100$$

$$\text{Marginación media: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-(-0.701))*100}{1.097} + 200$$

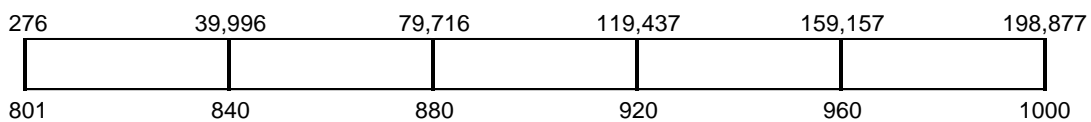
$$\text{Marginación alta: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-0.396)*100}{0.545} + 300$$

$$\text{Marginación muy alta: } I.M.Real = \frac{(I.M.M.-0.941)*100}{3.422} + 400$$

Las anteriores expresiones son utilizadas para calcular índices de marginación equivalentes, en una escala lineal propuesta de 500 unidades y de esta forma poder jerarquizar los diversos proyectos.

3.1.3 Extrapolación de la población por grado de marginación

Con objeto de relacionar la importancia demográfica con el grado de marginación, se procedió a realizar un análisis similar al que se efectuó para el índice de marginación. Es decir, para los municipios con grado de marginación muy alto se toman a nivel nacional las poblaciones con el mayor y menor número de habitantes correspondientes a dicho intervalo, obteniendo de esta manera la amplitud del intervalo: 276 a 198 877 personas (figura 3.3); nuevamente, se propone transformar la escala de jerarquización a una de mil subintervalos, para el total de los cinco grupos de población por grado de marginación. Así, el intervalo de población de los municipios de marginación muy alta se obtiene de la diferencia: $198,877-276= 198\ 601$ y luego al dividir entre doscientos (subrango propuesto) se obtiene la magnitud siguiente: $198\ 601/200= 993.0$ que es la población equivalente a una unidad del rango propuesto de 200 unidades para el grupo de municipios con muy alta marginación.



Fuente: adaptación de figura 2.5 de la publicación técnica 234

Figura 3.3 Subintervalos asignados a la población, para el grado de marginación muy alta

De la misma forma que con el índice de marginación, se identifica del número 801 al 1,000, a los municipios de marginación muy alta; del 601 al 800, a los municipios de marginación alta; del 401 al 600, a los municipios de marginación media; del 201 al 400, a los municipios de marginación baja; y del 0 al 200, a los municipios de marginación muy baja. Así, dependiendo del grado de marginación del municipio y de la población del mismo, le corresponderá un valor numérico a cada municipio y se procede con las poblaciones de los municipios, obteniéndose las diferentes equivalencias entre la población de cada segmento (grado de marginación) y el rango de la escala propuesta, véase el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Equivalencia entre población y su valor real propuesto, año 2010

Grado	Población	Valor real
Muy alta	198 877	1 000
	159 157	960
	119 437	920
	79 716	880
	39 996	840
	276	801
Alta	121 396	800
	97 161	760
	72 925	720
	48 690	680
	24 454	640
	219	601
Medio	320 451	600
	256 379	560
	192 308	520
	128 236	480
	64 165	440
	93	401
Alto	789 971	400
	632 056	360
	474 141	320
	316 226	280
	158 311	240
	396	201
Muy alto	1 815 786	200
	1 452 738	160
	1 089 689	120
	726 641	80
	363 592	40
	544	0

Fuente: interpretación de la correlación de la figura 3.3

Ahora, dependiendo del grado de marginación, las reglas de correlación para la población por cada grado de marginación serán:

$$\text{Marginación muy baja: } \text{Pob.Real} = \frac{(\text{Pob.M.} - 544)}{9\,076.21} + 0$$

$$\text{Marginación baja: } \text{Pob.Real} = \frac{(\text{Pob.M.} - 396)}{3\,947.88} + 200$$

$$\text{Marginación media: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 93)}{1\ 601.79} + 400$$

$$\text{Marginación alta: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 219)}{605.89} + 600$$

$$\text{Marginación muy alta: } Pob.Real = \frac{(Pob.M. - 276)}{993.01} + 800$$

Cómo puede observarse, esta regla de correlación proporciona indicadores de marginación y de población representativos si son analizadas las siguientes situaciones:

Es obvio que, a mayor índice de marginación y mayor población de un municipio sobre otro, el primero tendrá preferencia en los dos aspectos ya que en las reglas de correlación del I.M.Real y Pob.Real sus resultados serán mayores; en tanto que en una situación inversa serán menores sus valores y por tanto su preferencia. Sin embargo, pueden existir casos en que el índice de marginación de un municipio sea menor que el de otro, y el primero tenga una población mayor que el segundo. En estos casos ya no es sencillo decidir qué municipio es prioritario, porque cada regla de correlación indica una prioridad por separado.

3.1.4 Indicador de prioridad compuesto

Por esta razón es necesario determinar una relación que permita obtener un resultado único que indique la prioridad de construir o rehabilitar un camino rural de un municipio en relación con otro. Esta relación es la siguiente:

$$\text{Prioridad del municipio} = I.M.Real \times Pob.Real$$

En dicha expresión está presente el peso de cada regla de correlación, y el resultado es un valor jerárquico (producto ponderado). Finalmente, se pueden comparar los resultados de cada municipio, ordenarlos de mayor a menor y determinar la prioridad de uno sobre otro.

De esta forma, en el cuadro 3.5 son ordenados los proyectos seleccionados de caminos rurales, de acuerdo con el indicador de prioridad compuesta.

Cuadro 3.5 Jerarquización de proyectos por indicador de prioridad compuesta

Municipio	Grado de Marginación	IM	Población municipal	IM Real.	Pob Real.	Indicador compuesto
Santos Reyes Yucuná	Muy alto	1.925	1 332	428.76	801.06	343 460.0
San Pedro Quiatoni	Muy alto	1.547	10 491	417.71	810.29	338 464.1
San Bartolomé Loxicha	Muy alto	1.216	2 422	408.04	802.16	327 310.8
San Andrés Tepetlapa	Muy alto	1.113	475	405.03	800.20	324 102.2
Tepelmeme Villa de Morelos	Alto	0.777	1 734	369.91	602.50	222 869.9
Santiago Nuyoó	Alto	0.565	1 966	331.01	602.88	199 559.9
Santa María Nativitas	Alto	0.399	681	300.55	600.76	180 559.5
Santiago Zochila	Medio	0.289	374	290.25	400.18	116 149.4

Fuente: elaboración con base en resultados de metodología por extrapolación de IM y población.

La jerarquización de proyectos permite apreciar como las reglas propuestas de extrapolación aseguran que los proyectos en municipios con mayor grado de marginación sean preferidos a otros proyectos localizados en municipios con menor grado de marginación.

3.2 Fase jerarquización cualitativa aplicando una metodología multicriterio

En esta sección se replica la metodología multicriterio, manteniendo como criterios, escala de valores y pesos los establecidos en los cuadros 2.6 a 2.12, del capítulo 2, aplicado a la selección de proyectos del cuadro 3.1.

De esta forma, se mantienen los seis criterios de valoración del cuadro 2.6. El peso asignado a cada uno de los criterios dependerá de la experiencia y política predominante de la dependencia u organismo evaluador. Este peso “w”, tendrá un intervalo de valores de 1.0 a 2.0.

Una vez determinado los pesos, se califican subjetivamente todos y cada uno de los aspectos que se hagan intervenir en los criterios mencionados, estableciendo para ello una escala de valores de 1.0 a 9.0, asignando la mayor calificación a aquellos proyectos que a juicio del evaluador sean prioritarios, haciendo decrecer ésta en la medida en que los proyectos sean menos importantes.

Para la actualización de la matriz de impacto (retícula de calificaciones de los caminos), manteniendo los criterios y aspectos declarados en el anterior capítulo, es requerido la actualización del cuadro de la población beneficiada en el área de influencia, mismo que es reemplazado por el cuadro 3.6. Asimismo, el criterio A.I.2, población directamente beneficiada, aunque el rango de población se modifica pues los segmentos de población abarcan ahora a 3 rangos (grados de marginación), sin embargo, la escala establecida aun permite diferenciar claramente el impacto de la cartera de proyectos seleccionada, como se aprecia en la sección 3.2.2.

Cuadro 3.6 Criterio de población beneficiada en área de influencia, aspecto de desarrollo social regional

Calificación	Población beneficiada por el proyecto en el área de influencia del camino
9.00	> 4 582 habitantes
8.00	4 582 habitantes
7.00	2 768 habitantes
6.00	2 012 habitantes
5.00	1 335 habitantes
4.00	739 habitantes
3.00	640 habitantes
2.00	507 habitantes
1.00	196 habitantes

Fuente: adaptación del cuadro 2.12

De la selección de ocho proyectos de caminos rurales, se puede observar en el cuadro 3.7 que solo dos de ellos se localizan y unen a localidades dentro de un mismo municipio a un acceso a una carretera federal, mientras que los otros seis caminos unen localidades ubicadas en municipios aledaños, es decir, influyen al menos a dos municipios.

3.2.1 Población, localidades y municipios beneficiados

Con la finalidad de elaborar la retícula de calificaciones para jerarquizar los proyectos, fue recolectada la información del cuadro 3.7 que muestra cual es la población de los diferentes municipios que alojan cada uno de los proyectos de caminos. Para la aplicación de la metodología se utilizaron datos correspondientes al año 2010.

Cuadro 3.7 Municipios y población municipal, 2010

Camino rural	Municipio	Población
1 San Agustín Loxicha - San Bartolomé Loxicha	San Agustín Loxicha	22 565
	San Bartolomé Loxicha	2 422
2 San Simón Zahuatlán - Santos Reyes Yucuná	Santos Reyes Yucuná	1 332
	San Simón Zahuatlán	3 833
3 San Andrés Tepetlapa - La Luz Tenexcalco - San Miguel Ahuehuetitlán	San Andrés Tepetlapa	475
	San Miguel Ahuehuetitlán	2 465
4 Santa María Yucuhiti - Nuyoó	Santiago Nuyoó	1 966
	Santa María Yucuhiti	6 551
5 E.C.(Cuacnopalan – Oaxaca) – Santa María Nativitas	Santa María Nativitas	681
6 Yatzachi El Bajo - Santiago Zochila	Santiago Zochila	374
	Yatzachi El Bajo	677
7 Tepelmeme - E.C. (Cuacnopalan - Oaxaca)	Tepelmeme Villa de Morelos	1 734
8 E.C. (Mitla -Tehuantepec II) - Llano Crucero - Cerro Costoche - San Pedro Quiatoni	San Pedro Quiatoni	10 491
	Santo Domingo Tepuxtepec	5 194

Fuente: elaboración propia con base en cuadro 3.1

Como parte del proceso metodológico, son identificadas aquellas localidades que une el proyecto y son beneficiadas por la construcción o reconstrucción de los caminos, utilizando su población total como la población beneficiada, véase el cuadro 3.8.

De manera semejante se procede a identificar las localidades que se encuentran en el área de influencia del camino, y que no se localizan sobre el trazo del mismo. En el cuadro 3.9 se muestra la información relativa a las localidades fuera del trazo del camino, pero dentro de la zona de influencia de éste, así como la población beneficiada por su construcción.

Cuadro 3.8 Localidades y población beneficiada, 2010

Caminos rurales	Localidades	Población municipal
1er camino	San Agustín Loxicha	2 289
	Quelové	902
	Guadalupe Barrio	73
	San Bartolomé Loxicha	1 318
2do camino	Santos Reyes Yucuná	597
	Las Tres Cruces	171
	San Simón Zahuatlán	1 244
3er camino	San Andrés Tepetlapa	475
	La Luz Tenexcalco	436
	San Miguel Ahuehuetitlán	1 857
4o camino	Santiago Nuyoó	332
	Santa María Yucuhiti	175
5o camino	Santa María Nativitas	196
6o camino	Santiago Zochila	401
	Yatzachi El Alto	93
	San Baltazar Yatzachi El Bajo	146
7o camino	Tepelmeme Villa de Morelos	739
8o camino	San Pedro Quiatoni	401
	Cerro Costoche	192
	Llano Crucero	742

Fuente: elaboración propia con base en cuadro 3.1

Cuadro 3.9 Localidades y población beneficiadas indirectamente en el área de influencia, 2010

Camino	Localidad	Pob. Loc. 2010
1er camino	Santa María Loxicha	2 174
	La Soledad (Barrio)	74
	Santa Cruz de las Flores	197
	Santa Cruz Loxicha	1 491
	Guadalupe (Barrio)	778
2o camino	San Jose Buenavista	74
	Coxcatepec	197
	San Miguel Amatitlán	127
	Santa Cruz	425
	Tierra Colorada	515
	La Colmena	1 204
	Barrio Juquilita	95
	Cinco de Mayo	2 174
3er camino	El Sabino	473
	San Mateo Nejápam	789
4o camino	Siktkaya	473
	Yuvita'a	173
	Yuviyo	187
5o camino	San Jose Monteverde	226
	El Mirador	106
6o camino	San Jerónimo Zochina	925
	Barrio Dulce	628
	La Cruz	566
	Santa María Tavehua	261
	Santa María Xochistepec	139
7o camino	Tepelmeme Villa de Morelos (1ª sección)	39
	Barrio Soledad	115
8o camino	San Pedro Quiatoni	401
	Cerro Culebra	192
	Ocotál	742

Fuente: reproducción del cuadro 3.4 en la PT 234

3.2.2 Retícula de calificaciones para selección de caminos

Los caminos a evaluar son ocho, y se considera que son algunos de los que unen algunas de las localidades de mayor marginación en el estado, contribuyendo al ordenamiento territorial, a la vinculación intrarregional, y al desarrollo social, económico y político de las mismas. Además, conforman una buena muestra para aplicar la metodología. Los caminos son listados en el cuadro 3.1.

De acuerdo con los criterios establecidos, el primer paso a seguir es asignar los pesos (w) que tienen cada uno de estos en los proyectos de caminos por construir o rehabilitar.

Se ha considerado un valor de 2.00 para el desarrollo social regional, pues como ya se ha mencionado es el aspecto más importante del estudio. Al ordenamiento

territorial (localidades y población conectada) se le ha asignado un peso de 1.70, ya que se considera como el elemento que sigue en importancia de acuerdo con el objetivo de este trabajo, y por último, al acceso a recursos naturales, a la integración de mercados intrarregionales, y a la vinculación interregional se estima conveniente una importancia de 1.40. Es decir, se mantienen los valores de los casos descritos en el capítulo 2.

Como segundo paso, se construye la retícula de calificaciones para cada uno de los caminos de acuerdo con los valores de los cuadros (3.6 a 3.8) de la métrica. Esta retícula contiene los seis criterios, así como las ocho alternativas de caminos.

Para el criterio A.1.1 se asigna una calificación fuerte o débil, dependiendo del número de localidades que conecte el camino. Por ejemplo, para el primer camino se atribuye una calificación de 2.00, ya que une cuatro localidades.

En el segundo criterio se tomó como punto de referencia, un mínimo de 327 habitantes, por ser el municipio con menor número de pobladores a nivel nacional para el grado de marginación muy alta (lo mismo se hace para los demás grados de marginación).

Considerando la alta dispersión de población en las localidades a nivel nacional se propusieron los intervalos, en número de habitantes, que beneficia directamente la construcción del camino, y que se piensa pueden ser los más representativos para el caso de México.

Aquí lo que se hace es simplemente una interpolación lineal en cada intervalo. Así, el camino con 327 pobladores beneficiados directamente tendrá una calificación de 1.00; y aquel con 2,000 habitantes, una calificación de 2.00. Para el primer camino, cuya población es de 6,422 individuos, le corresponderá 4.2 mediante la interpolación lineal aplicada y redondeo a un decimal.

Por lo que se refiere al acceso a recursos naturales, si las localidades que une el camino tienen acceso al agua como recurso natural (mediante una fuente natural, por ejemplo, un río o un manantial, o alguna obra producto del hombre, como una presa) tendrán una calificación de 2.00; en caso contrario, será de 1.00. En los casos que nos ocupan se aprecia que todos tienen al menos una fuente natural cercana a ellos.

La integración de mercados intrarregionales, así como la vinculación interregional se califica de la siguiente manera: un camino a construir o a rehabilitar, tendrá su respectiva calificación fuerte o débil, dependiendo del tipo de camino con el que se integre. Por ejemplo, para el primer camino el cual se vincula con una vía revestida tendrá 2.10, si se uniera con una vialidad pavimentada tendría 3.00. Si se observa la retícula de calificaciones se encuentra que seis de los caminos en estudio tienen la misma calificación, esto es debido a que todos ellos se comunican con una vía revestida, lo cual confirma la elección de zonas apartadas de los principales centros

urbanos de la entidad. En el caso de los caminos 5 y 7 estos se unen a una carretera federal de cuota no dividida por lo que reciben calificación de 7.1.

Cuadro 3.10 Retícula de calificaciones de la selección de proyectos, 2019

Criterio	Peso	Caminos a evaluar							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A. I.1	1.7	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.5
A.I.2	1.7	8.0	3.6	2.5	5.3	1.2	1.5	1.7	7.1
A.II.3	1.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
A.III.4	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1	7.1	2.1	7.1	2.1
A.IV.5	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1	7.1	2.1	7.1	2.1
A.V.6	2.0	8.0	6.0	7.0	2.0	1.0	3.0	4.0	5.0

Fuente: elaboración con base en cuadros 3.6 al 3.9.

En el último criterio, lo que se hace es ordenar la población de mayor a menor de cada uno de los caminos, asignándole la calificación más baja a la vía que beneficie al menor número de ciudadanos en la zona de influencia, y la más alta al que beneficie al mayor número de pobladores en la misma. Para el primer camino que tuvo 4,582 habitantes beneficiados en la zona de influencia, correspondió una calificación de 8.00, y para la quinta vía, que favorecería a 196 pobladores sería la calificación más baja, o sea de 1.00.

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 construcción de un camino rural sobre otro.

3.2.3 matrices de índices de concordancia y discordancia

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 9.60

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 9.60. Los cocientes obtenidos constituyen los valores de los pares (i,j) de la matriz de índices de concordancia

En el anexo A1 se muestran estas operaciones y en el cuadro 3.11 la matriz de índices de concordancia obtenida.

Cuadro 3.11 Matriz de índices de concordancia entre alternativas

Alternativa	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0.78	0.78	0.78	0.64	0.78	0.64	0.78
2	0.22		0.48	0.60	0.64	0.69	0.64	0.52
3	0.22	0.31		0.60	0.64	0.69	0.64	0.52
4	0.22	0.40	0.40		0.55	0.40	0.34	0.22
5	0.36	0.36	0.36	0.45		0.36	0.31	0.36
6	0.22	0.31	0.31	0.60	0.64		0.25	0.31
7	0.36	0.36	0.36	0.66	0.69	0.75		0.36
8	0.22	0.48	0.48	0.78	0.64	0.69	0.64	

Fuente: elaboración con base en anexo A1.

Determinación 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”

Los resultados de las operaciones de comparación se muestran en el anexo A2, mientras que el cuadro 3.12 presenta la matriz de índices de discordancia obtenida.

Cuadro 3.12 Matriz de índices de discordancia entre alternativas

Alternativa	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.63	0.00
2	0.55		0.13	0.21	0.63	0.00	0.63	0.44
3	0.69	0.14		0.35	0.63	0.00	0.63	0.58
4	0.75	0.50	0.63		0.63	0.13	0.63	0.38
5	0.88	0.63	0.75	0.51		0.25	0.38	0.74
6	0.81	0.38	0.50	0.48	0.63		0.63	0.70
7	0.79	0.25	0.38	0.45	0.00	0.06		0.68
8	0.38	0.13	0.25	0.00	0.63	0.00	0.63	

Fuente: elaboración con base en anexo A2.

Grado de dominación

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. En 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, si una alternativa i es igual o mejor a la alternativa j en la mayoría de los criterios y en ninguno de ellos es claramente inferior, es posible declarar que i es preferible a j.

La mediana para la matriz de índices de concordancia es 0.48 y, para la matriz de índices de discordancia es 0.46.

Las celdas ocupadas simultáneamente en ambas matrices por los pares ordenados (i,j) que cumplen con los requerimientos anteriores, constituyen la información necesaria para establecer el grado de dominación o predominio entre las distintas alternativas de caminos. Las celdas que cumplen con estas condiciones son presentadas en el cuadro 3.13.

Cuadro 3.13 Matriz de índices de concordancia entre alternativas

		1,2	1,3	1,4	---	1,6	---	1,8
	---		----	2,4	---	2,6	---	2,8
	---	----		3,4	---	3,6	---	---
	---	---	---		---	----	---	----
	---	---	---	---		----	----	---
	---	----	---	---	---		---	---
	---	----	----	7,4	7,5	7,6		---
	----	----	----	8,4	---	8,6	---	

Fuente: elaboración con base en anexo A2.

Los caminos que tendrán prioridad para ser construidos o rehabilitados serán aquellos que, como primer criterio, hayan dominado al mayor número de alternativas. En caso de que la alternativa solo sea dominada, se considera el número de veces que es dominada, priorizando aquellas que son dominadas en menos veces.

De esta manera, de los ocho caminos existen dos que dominan a otros sin ser dominados por ningún otro, estos son el uno y el siete, aunque el uno domina a cinco alternativas y el siete solo a tres. Por tanto, el uno tiene prioridad sobre los demás para ser construido mientras que el siete ocuparía el segundo lugar.

En el polo opuesto se encuentran los caminos cuatro, cinco y seis que no tienen dominio sobre ninguna otra alternativa, sin embargo, el camino cinco solo es dominado una sola ocasión, mientras que los caminos cuatro y seis son dominados en cinco ocasiones, ambos por los mismos caminos. Para romper el empate de último lugar entre las alternativas cuatro y seis podemos cambiar los umbrales de análisis (al aumentar o disminuir los valores de las medianas de las matrices de concordancia y discordancia) o, como en este caso, son contrastados sus relaciones (valores) de dominancia directa entre ambos caminos, en los anexos A1 y A2, donde es observable un índice de concordancia mayor en la relación (6,4). Así que se determina que el camino seis domina a cuatro y por tanto es preferido sobre cuatro.

Respecto a los caminos dos, tres, cinco y ocho, es observable que, dos domina a tres alternativas, tres y ocho dominan a dos alternativas cada uno, mientras que cinco no domina a ninguna. Esto indica la preferencia del camino dos sobre las otras tres opciones, y directamente sobre ocho. Luego para definir la preferencia entre tres y ocho, se valoran las veces que estos son dominados, y se prefiere tres sobre ocho debido a que el primero es dominado en una ocasión y el segundo en dos ocasiones.

A continuación, se muestra el orden de prioridad en la asignación de recursos a la selección de ocho caminos, de acuerdo con la interpretación de las matrices de valoración examinadas.

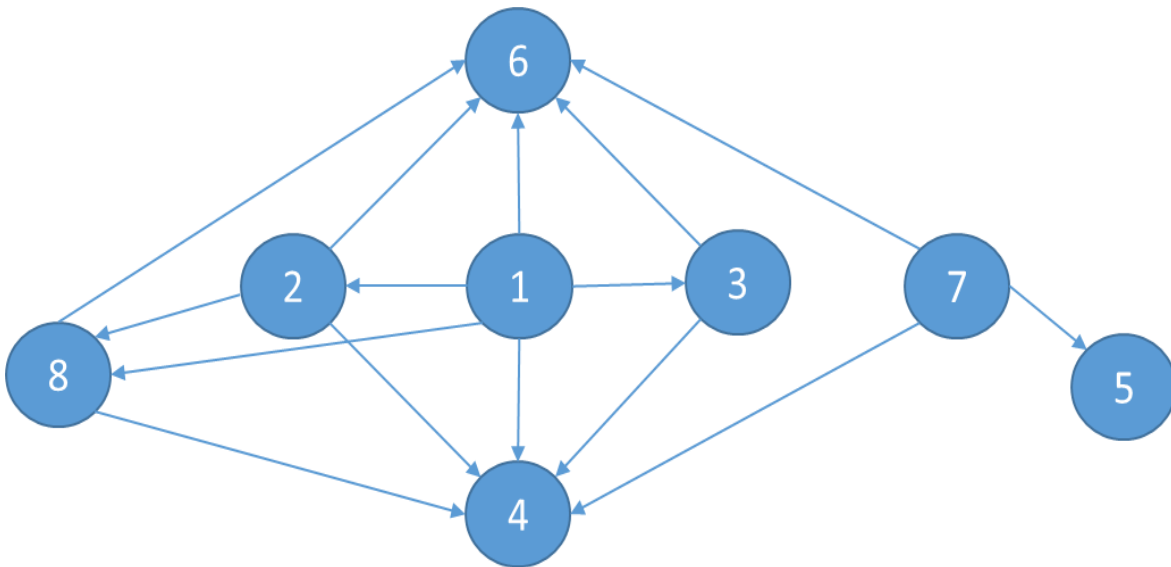
1. San Agustín Loxicha - San Bartolomé Loxicha
7. Tepelmeme - E.C. (Cuacnopalan - Oaxaca)
2. San Simón Zahuatlán - Santos Reyes Yucuná
3. San Andrés Tepetlapa - La Luz Tenexcalco - San Miguel Ahuehuetitlán
8. E.C. (Mitla-Tehuantepec II) - Llano Crucero - Cerro Costoche - San Pedro Quiatoni
5. E.C. (Cuacnopalan – Oaxaca) – Santa María Nativitas
6. Yatzachi El Bajo - Santiago Zochila
- 4 Santa María Yucuhiti - Nuyoó

Representación gráfica (núcleo o kernel)

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. El kernel obtenido se muestra en la figura 3.4

Después de que son estudiadas y evaluadas las alternativas existentes, pasan a integrar una cartera de proyectos.

Este análisis puede complementarse con aspectos cuantitativos, en el sentido de hacer intervenir el criterio de un evaluador con experiencia, que tome en consideración la longitud y costo de los caminos.



Fuente: elaboración con base en cuadro 3.12.

Figura 3.4 Kernel de dominación de los caminos rurales, 2019

Para esta segunda fase se propone el uso de hojas de cálculo, que permite automatizar el cálculo de las matrices de índices de concordancia y discordancia, bajo el procedimiento descrito.

Este programa también ha sido elaborado en una hoja de cálculo en Excel, pero puede utilizarse cualquier hoja de cálculo que acepte operaciones condicionales. Se puede consultar una guía incluida en el anexo de esta PT 234, que es la denominada *evasol2*.

4. Análisis de resultados

En el presente capítulo se realizan una exploración del comportamiento de las metodologías de jerarquización descritas en los dos capítulos anteriores.

4.1 Comparación entre jerarquías

En una primera fase, y considerando la población y el IM de los municipios que presentan proyectos de caminos, se obtuvo una jerarquización como la que se muestra en el cuadro 4.1

Cuadro 4.1 Jerarquización de los proyectos de caminos en función del IM y la población municipal

Municipio	Camino
1. Santos Reyes Yucuná	San Simón Zahuatlán - Santos Reyes Yucuná
2. San Pedro Quiatoni	E.C. (Mitla - Tehuantepec II) - Llano Crucero - Cerro Costoche - San Pedro Quiatoni, del km 0+000 al km 32+000
3. San Bartolomé Loxicha	San Agustín Loxicha - San Bartolomé Loxicha
4. San Andrés Tepetlapa	San Andrés Tepetlapa - La Luz Tenexcalco - San Miguel Ahuehuetitlán del km 0+000 al km 15+000
5. Tepelmeme Villa de Morelos	Tepelmeme - E.C. (Cuacnopalan - Oaxaca) del km 0+000 al km 1+500
6. Santiago Nuyoó	Santa María Yucuhiti - Nuyoó del km 0+000 al km 1+200
7. Santa María Nativitas	Km 151+600 E.C.(Cuacnopalan – Oaxaca) – Santa María Nativitas, del km 0+000 al km 2+130
8. Santiago Zochila	Yatzachi El Bajo - Santiago Zochila del km 0+000 al km 3+100

Fuente: elaboración con base en cuadro 3.1.

Como se ha visto, la metodología de extrapolación es relativamente sencilla y de fácil aplicación, sin embargo, puede inducir a sesgos por no considerar características de los proyectos y tan sólo utilizar a las variables de población municipal y sus características de marginación. Un análisis con mayor detalle y realista de la localidades y población afectada fue propuesto en la segunda fase de la metodología, utilizando una aproximación cualitativa a través del uso de la técnica Electra I, cuyos resultados se muestran en el cuadro 4.2. Es interesante mencionar que el camino ocho de Santiago Zochila es preferido al camino propuesto por el municipio de Santiago Nuyoó a pesar de que el primero registra un grado de marginación menor al segundo.

En el cuadro 4.2, es observado un cambio en el orden de jerarquía en los proyectos evaluados con la técnica de extrapolación, donde únicamente el camino cuatro se mantiene en la misma posición.

Cuadro 4.2 Jerarquización de los proyectos de caminos en función de una selección de criterios de conectividad y sociales

Camino	Municipio
1. San Agustín Loxicha - San Bartolomé Loxicha	3. San Bartolomé Loxicha
2. Tepelmeme - E.C. (Cuacnopalan - Oaxaca)	5. Tepelmeme Villa de Morelos
3. San Simón Zahuatlán - Santos Reyes Yucuná	1. Santos Reyes Yucuná
4. San Andrés Tepetlapa - La Luz Tenexcalco - San Miguel Ahuehuetitlán	4. San Andrés Tepetlapa
5. E.C. (Mitla -Tehuantepec II) - Llano Crucero - Cerro Costoche - San Pedro Quiatoni	2. San Pedro Quiatoni
6. E.C.(Cuacnopalan – Oaxaca) – Santa María Nativitas	7. Santa María Nativitas
7. Yatzachi El Bajo - Santiago Zochila	8. Santiago Zochila
8. Santa María Yucuhiti - Nuyoó	6. Santiago Nuyoó

Fuente: elaboración con base en cuadro 3.1. y resultados de la sección 3.3

Asimismo, se observa que la elección de criterios a evaluar también tiene efectos importantes en la jerarquización de los proyectos. En nuestro ensayo se exploró el efecto de eliminar uno de los criterios cuyos valores de calificación son idénticos, integración de mercados intra-regionales y vinculación interregional, que resultó en mantener las relaciones de dominación sin cambio alguno por lo que la jerarquización de proyectos se conserva sin alteración alguna y por tanto la vinculación interregional resulta redundante y puede ser eliminada sin afectar los resultados.

Con la actualización de información de población y marginación al año 2010, es posible replicar la evaluación de proyectos del año 2000 y realizar una exploración ex - post de los resultados obtenidos, después de 10 años, en los municipios de los proyectos evaluados, véase el cuadro 4.3, ahí se muestra un nuevo orden de prioridad en caso de que existieran nuevos proyectos en los municipios enlistados.

Una interpretación de los cambios de jerarquía, en los proyectos que suben de prioridad, es que presentan muy pocos efectos positivos después de su realización, quizá debido a una corta vida útil del camino y, por tanto, requerir una nueva intervención para mejorar la calidad del acceso. En contraparte, se puede señalar que los caminos vinculados con los municipios que bajan en el orden de prioridad, han obtenido mejores resultados, en alcanzar sus objetivos de desarrollo social, que aquellos que suben en la jerarquía para su construcción. Sin embargo, una evaluación ex post formal requiere de análisis más profundos que incluyan

metodologías y variables específicas, así como vinculadas a las metas y objetivos declarados en los programas que les dieron origen.

Cuadro 4.3 Actualización de prioridad en los proyectos de caminos seleccionados en el año 2000

Municipio	I.M.	Pob.	I.M. Real	Pob. Real	Indicador compuesto
San Agustín Loxicha	2.211	22 565	437.11	822.45	359 501.678
Mazatlán Villa de Flores	1.865	13 435	427.00	813.25	347 259.900
Magdalena Mixtepec	1.715	1 304	422.62	801.04	338 532.194
Pluma Hidalgo	1.410	3 060	413.71	802.80	332 124.218
Asunción Cacalotepec	1.116	2 495	405.11	802.23	324 996.455
San Andrés Tepetlapa	1.113	475	405.03	800.20	324 102.208

Fuente: elaboración con base en la sección 2.3 de la PT 234

5. Conclusiones

En el presente estudio, es confirmado el valor de la metodología multicriterio como una herramienta metodológica de apoyo a los responsables de la toma de decisiones en los programas de inversión en proyectos de caminos rurales. La propuesta de evaluación social que se presenta consta de dos fases: una primera, concebida con base en un análisis estocástico, que proporciona al analista de proyectos elementos de juicio para seleccionar, en una primera aproximación, los proyectos de caminos rurales en función de la cantidad de población atendida y del índice de marginación correspondiente; y una segunda fase, basada en el método Electra I, permite un análisis multicriterio para establecer un orden de prelación de los proyectos, una vez que son ponderadas algunas características geográficas del proyecto, principalmente su trayecto y delimitación de su área de influencia.

Una ventaja de la propuesta metodológica desarrollada es que, ésta puede aplicarse en sus dos fases o bien sólo en la que considera la aplicación del método multicriterio, pues los responsables de la toma de decisiones podrían contar con la identificación a priori de las regiones donde aplicar los recursos. Es por ello que los programas de cálculo para cada una de las fases son presentados por separado.

Los criterios seleccionados, y las variables identificadas proporcionan elementos suficientes para llevar a cabo la evaluación de proyectos, que desde una óptica económica no son rentables, pero que resultan necesarios para integrar social y territorialmente una buena parte de las comunidades rurales que no cuentan aún con servicios básicos de bienestar, como los de salud y educación, entre otros.

El valor o peso de los criterios que se utilizan en la calificación de cada una de las variables, puede cambiar de acuerdo con los rubros que se pretendan impulsar. En el estudio, son considerados de mayor importancia los factores relacionados con el desarrollo social regional; enseguida los que se vinculan con el ordenamiento territorial; y con menor peso los que se refieren al acceso a recursos naturales, la integración de mercados regionales y por último a la vinculación interregional.

No obstante, si las prioridades identificadas, en la evaluación de proyectos, son distintas a las consignadas en el presente estudio, los pesos de los criterios podrán ser diferentes, conservando únicamente los límites establecidos en el método Electra I; es decir, dichos pesos no podrán exceder el valor de 2.0.

La calibración de este tipo de metodologías depende en gran medida del trabajo de evaluación ex-post que se realicen una vez terminadas las obras. Es por ello, la importancia de mantener bases de datos de los resultados obtenidos en los proyectos estudiados con anterioridad, así como la identificación y alineación a criterios y objetivos explícitos de los actuales programas de inversión en caminos

rurales, programas sectoriales, planes nacionales, etcétera, pero principalmente con los beneficios esperados por la población local. Para la identificación de la demanda local existen diversas técnicas de adquisición de información, entre ellas destaca por su aplicación en el ámbito rural mexicano el sistema informático desarrollado por Balbuena (2015), mismo que está basado en la propuesta de Planeación integral del acceso rural de la Organización Mundial del Trabajo.

Además, la metodología puede ser de gran utilidad al analizar el impacto económico y social de redes de transporte. En el estudio, fueron actualizados los valores de las variables de la metodología de extrapolación para los casos estudiados en la PT 234, obteniendo resultados que señalan mejoras relativas en el índice compuesto de los municipios de San Agustín Loxicha y San Andrés Tepetlapa, esto ayuda a orientar la realización de estudios de evaluación ex post ad hoc, como el que se realiza en la PT 332 (Arroyo, 2009).

Derivada de la necesidad de integrar socialmente la población que habita en las comunidades con mayor marginación, la metodología se orientó a atender las regiones más desfavorecidas, al aplicar a la evaluación social de proyectos de construcción de ocho caminos en Oaxaca, cuyos resultados avalan la utilidad de esta herramienta en la selección de alternativas para conformar carteras de proyectos de caminos rurales.

El diagrama de kernel, producto de la comparación de las matrices de concordancia y discordancia, constituye una herramienta de análisis muy confiable para los responsables de la toma de decisiones, así como para los responsables de elaborar los programas de inversiones de corto, mediano y largo plazos.

La flexibilidad de esta herramienta metodológica, permite utilizar nuevos criterios y variables que se adopten a fuentes de información modernas, tales como las condiciones de ubicación de las localidades que son conectadas por los proyectos de caminos. De esta forma, es posible definir, de forma precisa, el grado de aislamiento a que se enfrentan las localidades seleccionadas, a través del uso de sistemas de información geográfica, así como definir el área de influencia de los proyectos de infraestructura de transporte, como lo plantea González (2020).

Queda pendiente la automatización de los algoritmos metodológicos de jerarquización para incluir un mayor número de proyectos y el uso de nuevas fuentes de información. Especialmente, es de nuestro interés el incorporar al análisis el grado de accesibilidad a carreteras pavimentadas y medir los efectos en la disminución de la pobreza, utilizando evaluaciones ex post.

Bibliografía

ARROYO, J.A. y TORRES, G. “Metodología de evaluación social de proyectos de caminos rurales en México” Publicación Técnica No. 234, IMT. Querétaro, México, 2003.

ARROYO, J.A. TORRES, G. y HERNÁNDEZ, S. “Consideraciones sociodemográficas complementarias a la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera” Publicación Técnica No. 310, IMT. Querétaro, México, 2008.

ARROYO, J.A. TORRES, G. “Evaluación del impacto social que ha tenido la construcción de algunos caminos rurales en México” Publicación Técnica No. 332, IMT. Querétaro, México, 2009.

ARROYO, J.A. TORRES, G. “Una propuesta metodológica para la selección de proyectos de construcción de caminos rurales” Publicación Técnica No. 329, IMT. Querétaro, México, 2010.

BALBUENA, J.A., ASCENCIO, J.A. et al. “El transporte rural en los municipios más pobres de México, Fase 2” Publicación Técnica No. 329, IMT. Querétaro, México, 2015.

COMISION NACIONAL DE POBLACION (CONAPO). “Índice absoluto de marginación 2000-2010”. Portal Web CONAPO www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_Absoluto_de_Marginacion_2000_2010. Consulta en línea en agosto de 2020. Edición digital del año 2013.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). Decreto por el que se aprueba el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024. Edición del jueves 2 de julio de 2020. Portal Web del DOF www.dof.gob.mx.

GONZALEZ, J.O. BACKHOFF, M.A. et al. “Análisis tempo-espacial de la Red Nacional de Caminos para la determinación de la accesibilidad geográfica de las localidades rurales de México” Publicación Técnica No. 587, IMT. Querétaro, México, 2020.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT). “Guía técnica, administrativa y operativa para la pavimentación de caminos a cabeceras municipales, con uso intensivo de la mano de obra”. Dirección General de Carreteras, SCT. Portal Web de la SCT www.gob.mx/sct/. Consulta en línea en agosto de 2020.

TORRES, G. "Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales" Publicación Técnica No. 147, IMT. Querétaro, México, 2000.

TORRES, G. y PEREZ, J.A. "Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: Dos alternativas de solución". Publicación Técnica No. 214 IMT. Querétaro, México, 2002.

PRESIDENCIA DEL REPÚBLICA. "Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024", edición digital. Diario Oficial de la Federación, 12 de julio de 2019.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. "Objetivos de Desarrollo Sostenible" ONU. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>. Consulta en línea en diciembre de 2018.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES "Programa de trabajo 2019", edición digital. Portal web de la SCT. 2019. Consulta en línea en noviembre de 2019.

Anexos.

A1. Comparación entre alternativas para medir la concordancia

	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6	1 VS 7	1 VS 8
A.I.1	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.1.2	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.V.6	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sumatoria	7.50	7.50	7.50	6.10	7.50	6.10	7.50

	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6	2 VS 7	2 VS 8
A.I.1	0.00	0.85	1.70	1.70	0.85	1.70	0.85
A.1.2	0.00	1.70	0.00	1.70	1.70	1.70	0.00
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.V.6	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	2.10	4.65	5.80	6.10	6.65	6.10	4.95

	3VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6	3 VS 7	3 VS 8
A.I.1	0.00	0.85	1.70	1.70	0.85	1.70	0.85
A.1.2	0.00	0.00	0.00	1.70	1.70	1.70	0.00
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.V.6	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	2.10	2.95	5.80	6.10	6.65	6.10	4.95

	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6	4 VS 7	4 VS 8
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.85	0.00
A.1.2	0.00	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	0.00
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
A.V.6	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
	2.10	3.80	3.80	5.25	3.80	3.25	2.10

	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6	5 VS 7	5 VS 8
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.85	0.00
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	0.70	1.40
A.IV.5	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	0.70	1.40
A.V.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.50	3.50	3.50	4.35	3.50	2.95	3.50

	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5	6 VS 7	6 VS 8
A.I.1	0.00	0.85	0.85	1.70	1.70	1.70	0.85
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.70
A.V.6	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00
	2.10	2.95	2.95	5.80	6.10	2.40	2.95

	7 VS 1	7 VS 2	7 VS 3	7 VS 4	7 VS 5	7 VS 6	7 VS 8
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.85	0.85	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	1.70	0.00
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	1.40	1.40	1.40	1.40	0.70	1.40	1.40
A.IV.5	1.40	1.40	1.40	1.40	0.70	1.40	1.40
A.V.6	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00
	3.50	3.50	3.50	6.35	6.65	7.20	3.50

	8 VS 1	8 VS 2	8 VS 3	8 VS 4	8 VS 5	8 VS 6	8 VS 7
A.I.1	0.00	0.85	0.85	1.70	1.70	0.85	1.70
A.1.2	0.00	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.70	0.00
A.V.6	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	2.10	4.65	4.65	7.50	6.10	6.65	6.10

A2. Comparación entre alternativas para medir la disconcordancia

	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6	1 VS 7	1 VS 8
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.V.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00

	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6	2 VS 6	2 VS 7
A.I.1	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	4.40	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	3.50
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.V.6	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.40	1.00	1.70	5.00	0.00	5.00	3.50

	3VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6	3 VS 7	3 VS 8
A.I.1	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	5.50	1.10	2.80	0.00	0.00	0.00	4.60
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.V.6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.50	1.10	2.80	5.00	0.00	5.00	4.60

	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6	4 VS 7	4 VS 8
A.I.1	1.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
A.1.2	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
A.V.6	6.00	4.00	5.00	0.00	1.00	2.00	3.00
	6.00	4.00	5.00	5.00	1.00	5.00	3.00

	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6	5 VS 7	5 VS 8
A.I.1	1.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
A.1.2	6.80	2.40	1.30	4.10	0.30	0.50	5.90
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	7.00	5.00	6.00	1.00	2.00	3.00	4.00
	7.00	5.00	6.00	4.10	2.00	3.00	5.90

	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5	6 VS 7	6 VS 8
A.I.1	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	6.50	2.10	1.00	3.80	0.00	0.20	5.60
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	0.00
A.V.6	5.00	3.00	4.00	0.00	0.00	1.00	2.00
	6.50	3.00	4.00	3.80	5.00	5.00	5.60

	7 VS 1	7 VS 2	7 VS 3	7 VS 4	7 VS 5	7 VS 6	7 VS 8
A.I.1	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.50	0.50
A.1.2	6.30	1.90	0.80	3.60	0.00	0.00	5.40
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	4.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	6.30	2.00	3.00	3.60	0.00	0.50	5.40

	8 VS 1	8 VS 2	8 VS 3	8 VS 4	8 VS 5	8 VS 6	8 VS 7
A.I.1	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00
A.V.6	3.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	1.00	2.00	0.00	5.00	0.00	5.00



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado Galindo"
Parque Tecnológico San Fandila, Mpio. Pedro Escobedo,
Querétaro, México. C.P. 76703
Tel: +52 (442) 216 97 77 ext. 2610
Fax: +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

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