



Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

Clasificación de municipios para el desarrollo de obras viales prioritarias

Guatemala, abril de 2005





© Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA–
Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo –UPGGR–
7a. Avenida 12-90, zona 13, Ciudad de Guatemala.
Tels./fax.: (502) 2331-6199, 2331-6210
Dirección electrónica: sigmaga@newcomgua.com

Primera edición: agosto de 2005

Impreso en Guatemala
ISBN: 99922-862-0-2

Equipo de Trabajo

Equipo Técnico del Laboratorio SIG-MAGA
(Construcción de bases de datos, mapas, análisis, integración y edición)

GUILLERMO PATRICIO GARCÍA GONZÁLEZ, *Analista SIG*

WALTER IVÁN PALACIOS, *Técnico SIG*

ING. ROVOHAM MONZÓN MIRANDA, *Jefe Técnico Lab.*

ING. RUDY AROLDO VÁSQUEZ VILLATORO, *Asistente de Coordinación*

DR. ING. JOSÉ MIGUEL DURO TAMASIUNAS,
Coordinador Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo
Laboratorio SIG-MAGA

Equipo del Gabinete de Desarrollo Rural
(Validación, bases de datos)

LIC. MARIANO VENTURA

ING. EDDY DÍAZ

ING. DANILO RODRÍGUEZ

ING. PEDRO PINEDA, *Apoyo Institucional IARNA*

ING. VÍCTOR ALVAREZ CAJAS, *Consultor en Análisis Estadístico*

Se permite la reproducción parcial o total siempre y cuando se cite la fuente.

Diseño e impresión: Ediciones Litoprogrua
9ª calle 26-64 zona 4 de Mixco, Bodegas Industriales No. 1
Tels.: 2434-3937 al 39. Fax: 2434-4047
Correo electrónico: litoprogrua@gua.net


Me enorgullece presentar este documento que identifica los municipios donde se pueden ejecutar obras viales en apoyo a los procesos de desarrollo local en el interior del país.

Hay dos aspectos importantes que este estudio demuestra: en primer lugar, el aumento en la capacidad técnica para analizar información geográfica que ha desarrollado el Ministerio de Agricultura y en segundo lugar, la importancia de concretar procesos de apoyo y cooperación técnica entre instituciones.

El aumento en la capacidad técnica del laboratorio de SIG, es producto de la permanencia en el tiempo de un equipo de profesionales que se han capacitado extensamente y una de las mas exitosas formas de entrenamiento, lo ha constituido el trabajo conjunto con otras instituciones, ya que esto ha permitido ampliar el campo de conocimientos técnicos y la concreción de estudios relevantes.

Destaco el mecanismo de cooperación entre instituciones ya que es un mandato expreso del Sr. Presidente de la República y es una forma eficiente de aprovechar los escasos recursos existentes. Este estudio es fruto de este espíritu de colaboración, en el cual se han hermanado el Ministerio de Agricultura con el Gabinete de Desarrollo Rural.

El resultado es muy satisfactorio y me anima a continuar apoyando esfuerzos similares ya que el desarrollo del país es un proceso donde todos debemos comprometernos y aportar lo mejor de nosotros mismos.



ING. ÁLVARO AGUILAR PRADO
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES, OBJETIVO Y MÉTODO UTILIZADO 8

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ANÁLISIS8

1.2 MÉTODO UTILIZADO8

CAPÍTULO II

LOS COMPONENTES Y VARIABLES DEL ANÁLISIS 10

2.1 COMPONENTE PRODUCTIVO10

2.1.1 *Producción agrícola* 10

2.1.2 *Producción pecuaria* 11

2.1.3 *Producción forestal del bosque natural* 13

2.1.4 *Producción forestal en plantaciones* 14

2.2 COMPONENTE TURÍSTICO16

2.2.1 *Variable patrimonio escénico* 16

2.2.2 *Variable cuerpos de agua* 17

2.2.3 *Variable sitios arqueológicos* 18

2.3 COMPONENTE VIAL19

CAPÍTULO III

OBTENCIÓN DE LOS MAPAS CONSOLIDADOS 21

3.1 OBTENCIÓN DEL MAPA CONSOLIDADO DE PRODUCCIÓN21

3.2 OBTENCIÓN DEL MAPA CONSOLIDADO TURÍSTICO22

CAPÍTULO IV

OBTENCIÓN DEL MAPA FINAL Y CLASIFICACIÓN DE LOS

MUNICIPIOS 24

4.1 MAPA COMBINADO DE PRODUCCIÓN Y TURISMO24

4.2 MAPA DE MUNICIPIOS PRIORITARIOS: LA CONDICIÓN DE BÚSQUEDA EXIGIDA25

4.3 EL MAPA NACIONAL DE OBRAS Y LOS CORTES DEPARTAMENTALES28



<i>Los ejes transversales</i>	28
<i>La necesidad de las conexiones entre regiones</i>	29
V CONCLUSIONES	30
VI BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	32
ANEXO 1	33
<i>Mapas del componente productivo</i>	33
ANEXO 2	38
<i>Mapas del componente turístico</i>	38
ANEXO 3	42
<i>Mapas del índice de vialidad</i>	42
ANEXO 4	43
<i>Mapa combinado de valores productivos y turísticos, mapa final de clasificación de municipios por orden de prioridad para la ejecución de obras viales y mapa final con líneas de alta tensión</i>	43
ANEXO 5	46
<i>Mapa general de obras en carreteras y mapas por departamento</i>	46

Resumen ejecutivo

Este estudio es el resultado de una estrecha colaboración entre el equipo del Gabinete de Desarrollo Rural y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala –MAGA–. El MAGA delegó en su Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo la realización de los análisis para los cuales se utilizó un sistema de información geográfica –SIG–.

El estudio finalizó en abril del año 2005 y logró identificar los municipios con altos valores de producción agropecuaria y forestal y altos valores de potencial turístico y como contrapartida negativa, dotados con una deficiente red vial. En estos municipios priorizados a partir de estos elementos, se analizaron los tramos carreteros que necesitan ser asfaltados, ya que la premisa subyacente es que en estos municipios, pequeñas obras viales pueden dinamizar la economía local.

El resultado obtenido es que en 44 municipalidades del país, se conjugan los altos valores productivos y turísticos con una deficiente vialidad; estos municipios pertenecen a 15 departamentos y en estas áreas, es necesario asfaltar al menos 1,700 km y crear 300 km de nuevas vías asfaltadas.

La mayoría de los municipios se encuentran en el norte del país en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Izabal y Petén. En la Costa Sur hay tres departamentos con siete municipios de alta prioridad para la creación de vías asfaltadas.

Uno de los hallazgos del estudio es la necesidad de interconectar las regiones en sentido transversal, a través de ejes carreteros. Bajo ese aspecto se analizaron dos grandes ejes, –ambos trasversales– el eje del norte del país y el eje de la Costa Sur. En ambos casos se interconectan fronteras: de México a Salvador y de México a Honduras.

1.1 Antecedentes y objetivo del análisis

A finales de diciembre del 2004 el Gabinete de Desarrollo Rural a cargo del Licenciado Mariano Ventura, solicitó al MAGA el apoyo de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo para que a través del laboratorio de información geográfica que gestiona esta unidad, determinara las áreas del país que fueran prioritarias para la ejecución de obras viales, o sea las áreas en las que pequeñas obras de asfaltado podían tener un fuerte impacto en las economías locales.

El ministerio accedió a la petición y en las primeras reuniones que mantuvieron los equipos del Gabinete y del laboratorio de SIG del MAGA, la hipótesis inicial se refería a analizar las regiones con base a la capacidad productiva de la tierra. Sin embargo, al considerar el tema a mayor profundidad, se prefirió trabajar a nivel de los municipios que son la unidad administrativa básica del país, y aprovechar los datos del IV Censo Agropecuario Nacional que habían sido publicados recientemente por el Instituto Nacional de Estadística –INE–.

Fue preferida esta opción porque permitía establecer con mayor precisión la producción agropecuaria y forestal de dichas unidades administrativas; a su vez, se decidió incorporar otra variable además de la productiva que indicara el potencial turístico de los municipios. Con ello se esperaba determinar un método de análisis que permitiera la combinación de la variable productiva mas la variable de potencial turístico y el mapa que resultara de la combinación de ambas, fuera contrastado con la vialidad existente para poder determinar las mejoras necesarias en la red vial.

Bajo este marco de análisis, el objetivo de la colaboración conjunta entre el Gabinete de Desarrollo Rural y el MAGA se concreta en:

Determinar los municipios que poseen altos niveles de producción agropecuaria y forestal aunados a un alto potencial turístico y que a su vez, tienen un bajo índice de vialidad, de forma tal que una mejora en sus vías de comunicación pudiera tener un impacto económico inmediato.

1.2 Método utilizado

Se utilizó el “método del flujograma” que consiste en determinar las variables que intervienen en el análisis y establecer la secuencia de ingreso de las mismas en un sistema de información geográfica. Para ello se utilizó la base cartográfica y temática en formato digital de la cobertura nacional a la escala 1:250,000. El análisis fue realizado en el laboratorio de SIG del MAGA y se utilizó el paquete Arc-View 3.2®. Las variables utilizadas y la secuencia del proceso realizado se observa en la *Figura 1*.

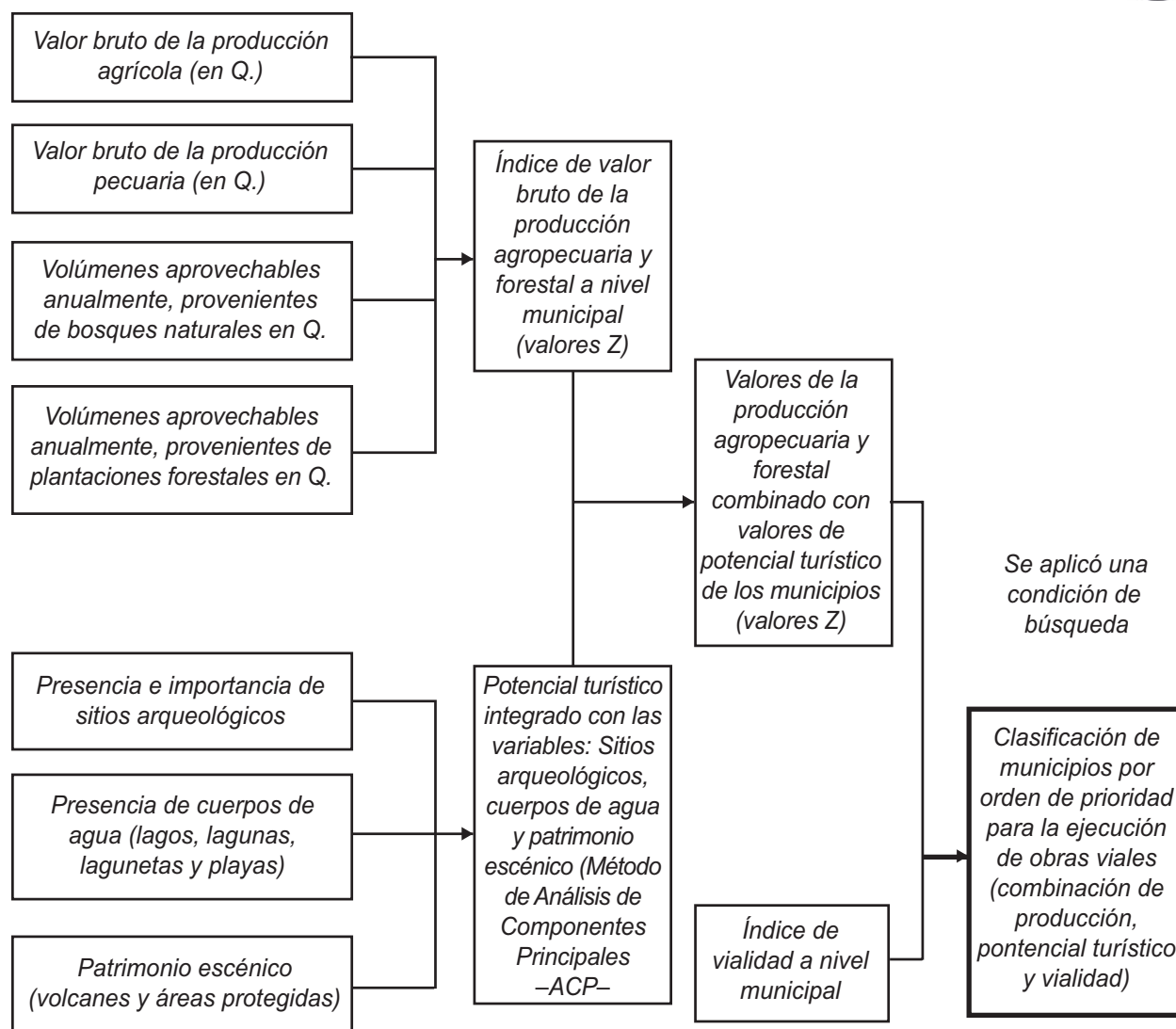


Figura 1. Flujograma de análisis

Respecto a la estructura de los datos, toda la información se trabajó a nivel de municipio, por lo que en las bases de datos se utilizó como campo base a la columna denominada código (identificador único por municipio), ya que este campo permitió anexar los datos operados en Excel® y SAS®. El SAS fue utilizado para realizar un Análisis de Componentes Principales (ACP) dirigido a las variables que componen el “potencial turístico”. Los mapas fueron realizados a nivel municipal.

La leyenda de los mapas fue estructurada en 5 categorías clasificándolos desde Muy Alta a Muy Baja, los datos fueron distribuidos en “quantiles”¹ ya que este sistema muestra una distribución más homogénea de los municipios, salvo el mapa de “Valor Bruto de la Producción” en el que se utilizó una forma de distribución denominada “natural breaks”.²

¹ “Quantiles” es una distribución de datos que busca repartirlos equitativamente entre categorías definidas.

² “Natural breaks”, es la aplicación de la Fórmula de Jenks utilizada por “default” por Arc-View® y muestra una distribución donde los rangos son identificados mediante la discontinuidad en la serie de datos cuantitativos.

Los componentes y variables del análisis

En el proceso de elaboración del mapa final, se analizaron dos componentes: el productivo y el potencial turístico. Se describen a continuación.

2.1 Componente productivo

El componente productivo, se integró con las variables de producción agrícola (cultivos anuales, permanentes y semipermanentes), la producción pecuaria (ganado menor y mayor, excepto la producción avícola) y la producción forestal, subdividida en producción maderable de bosque natural y plantaciones forestales. Se describen los procedimientos.

2.1.1 Producción agrícola



La producción agrícola a nivel municipal se obtuvo a partir de la información generada por el INE en el IV Censo Agropecuario Nacional (INE, 2004), el cual reveló que para ese año de referencia y a nivel nacional, se cultivó una superficie de 2,034,934 ha, de las cuales el 69.2% era ocupada por 76 cultivos anuales o temporales y el restante 30.8% con 71 cultivos permanentes y semipermanentes. El Censo relevó información de un total de 147 cultivos, de los cuales, para este estudio se utilizaron únicamente 121, los restantes fueron descartados debido a producciones poco significativas.

De estos cultivos, se estableció el valor bruto de producción a nivel municipal, para lo cual se utilizó el dato de producción reportado por el Censo, el cual se multiplicó por su precio en quetzales. El precio utilizado, fue obtenido de las 23 Coordinaciones Departamentales de la Unidad de Operaciones Rurales del MAGA, las cuales reportaron precios de mercado departamental para el mes de marzo del 2005 y para algunos productos que no fue posible cotizarlos, se utilizaron los datos presentados en el documento Estadístico de Precios de Productos e Insumos Agropecuarios 2004 de la Unidad de Políticas e Información Estratégica del MAGA. Los precios obtenidos no fueron deflatados y las diversas unidades de medida mencionadas en el Censo como la “mano, caja, red” ú otros, fueron transformados a quintales.

La fórmula general utilizada fue la siguiente:

$$Vpam_n = Vpa_n \times P_n$$

Donde:

$Vpam_n$ = Valor bruto de la producción agrícola municipal del n producto (Quetzales)

Vpa_n = Volumen del n producto agrícola (Quintales)

P_n = Precio del n producto agrícola (Quetzal/Quintal)

Los valores obtenidos de los “n” productos se sumaron por municipio, el mapa resultante se observa en la *Figura 2* (a mayor detalle en el Anexo 1).

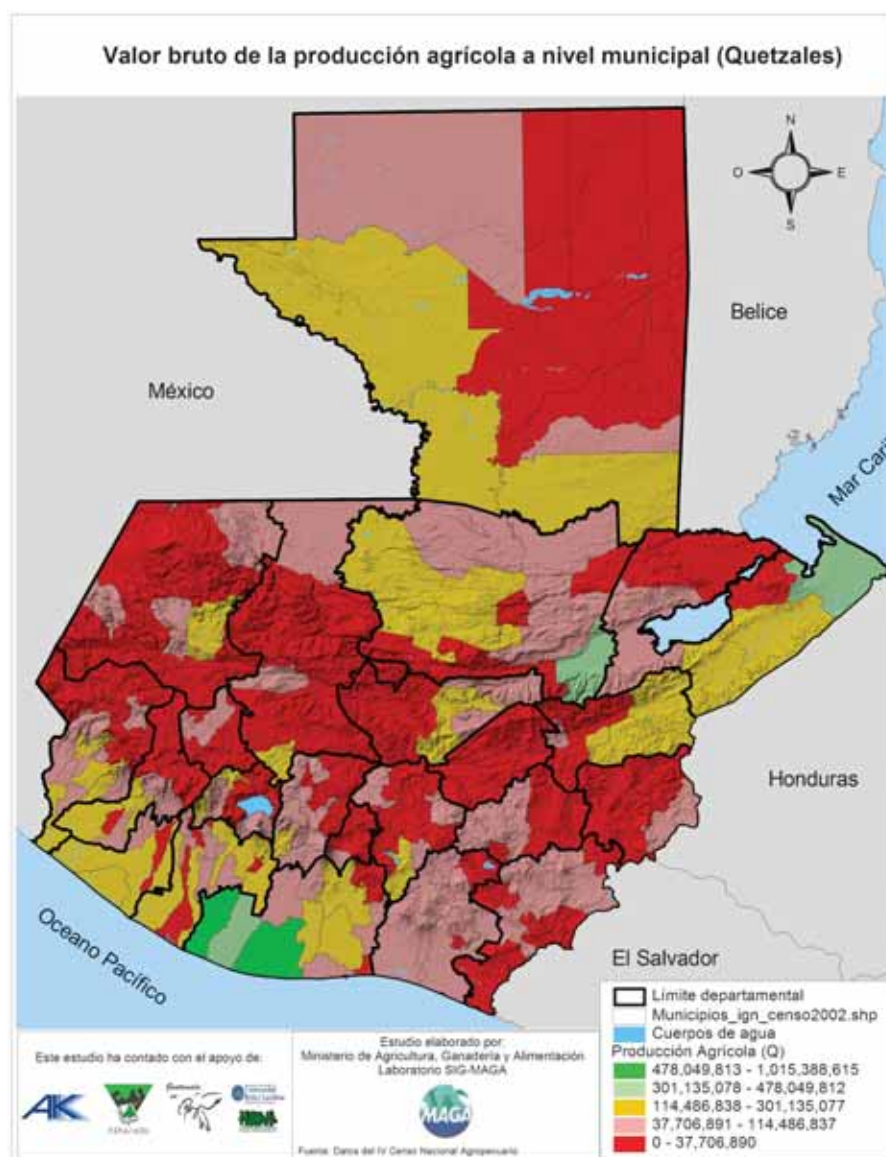


Figura 2. Mapa de valor bruto de la producción agrícola a nivel municipal (Q)

Como se observa en la *figura 2*, los valores económicos oscilan entre Q. 0.00 a más de mil millones de Q. El valor cero proviene del municipio de San Andrés Sajcabajá, donde la población se opuso a la entrada del personal a cargo del Censo de producción. La mayor parte de los municipios se encuentran en los rangos más bajos de la escala de valores (colores rosado y rojo que equivalen a una escala de “baja” a “muy baja producción”), lo que indica problemas serios en la producción agrícola del país.

2.1.2 Producción pecuaria

La producción pecuaria fue obtenida del Censo y se utilizó la información referida a ganado mayor (bovino) y menor (caprino, porcino y ovino). No se consideró la información de producción avícola



ya que se detectaron inconsistencias en algunos datos municipales. Se utilizó el dato de total de cabezas de ganado por municipio, del cual se consideró una venta del 10% del *stock* en forma anual. Los precios fueron obtenidos en el mismo proceso indicado para la producción agrícola. La fórmula general utilizada para cuantificar el valor bruto de la producción pecuaria anual municipal fue la siguiente:

$$Vppm_n = Vpp_n \times P_n$$

Donde:

$Vppm_n$ = Valor bruto de la producción pecuaria municipal del n producto (Quetzales)

Vpp_n = Volumen del n producto pecuario (Cabezas de ganado mayor y menor)

P_n = Precio del n producto pecuario (Quetzal/Cabeza)

El mapa resultante se observa en la figura 3 (detalles en Anexo 1).

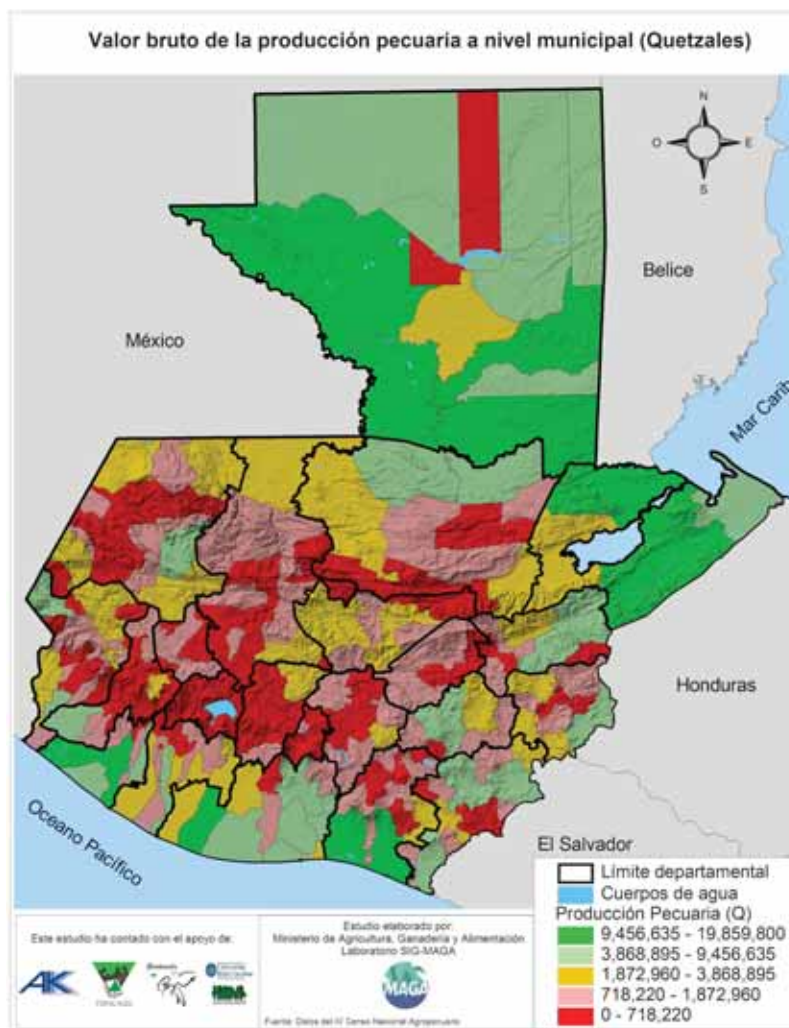


Figura 3. Mapa de valor bruto de la producción pecuaria a nivel municipal (Q)

El mapa indica que la producción ganadera se concentra en dos áreas: la Costa Sur del Pacífico y el norte del país, en Izabal y sobre todo en Petén. El menor valor de la serie proviene del municipio no censado.

2.1.3 Producción forestal del bosque natural

La producción del bosque natural fue analizada con la siguiente fórmula:

$$Pfb_n = [Superficie\ boscosa \times Volumen\ promedio / Ciclo\ de\ Corta] \times Precio$$

El dato de la superficie boscosa existente en cada municipio provino de la información del Mapa de Cobertura Forestal (INAB, 1999), se consideró la superficie en hectáreas, cubiertas por los diversos tipos de bosques (conífero, mixto y latifoliado) y las combinaciones de estos tipos de bosque con cultivos anuales.

El volumen promedio de madera por municipio, se obtuvo al multiplicar la superficie boscosa por la carga maderable promedio según tipo de bosque (INAB, 1999), con los valores siguientes: Conífero = 37.6 m³/ha; Mixto = 16.8 m³/ha y Latifoliado = 20.6 m³/ha.

Para el ciclo de corta, se utilizó el concepto de la corta anual permisible (CAP) en m³/ha, utilizándose la ecuación propuesta por PROCAFOR (2000): CAP = [Volumen / (Ciclo de Corta / 2)]; la cual utiliza el ciclo de corta de acuerdo al tipo de bosque, por lo que los valores en años utilizados son: Coníferas = 30, Mixto = 35 y Latifoliado = 40.

El precio utilizado para valorar la producción forestal, fue el de la madera en pie vigente a la fecha³: Conífera = Q 175.52 / m³; Mixto = Q 161.02 / m³ y Latifoliado = Q 86.07 / m³.

El mapa resultante se observa en la *figura 4* y Anexo1.



³ La última actualización al precio de la madera en pie la realizó INAB en el año 1999.

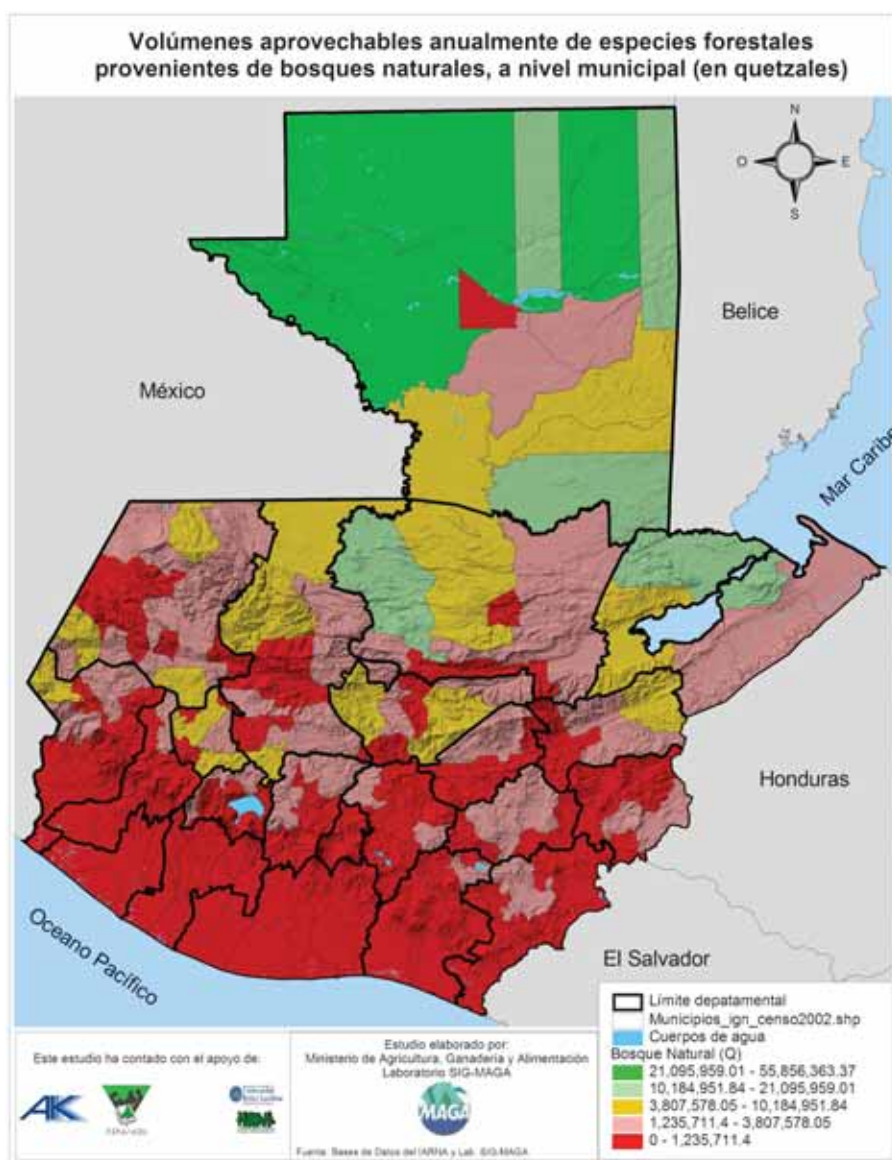


Figura 4. Mapa de volúmenes aprovechables anualmente de especies forestales provenientes de bosques naturales (Q)

Los valores anuales oscilan entre Q. 0.00 a Q. 55,856,363.30 de la producción del bosque natural. Los valores mínimos provienen de municipios desprovistos de bosques naturales con potencial maderable. Se observa que los mayores valores se encuentran al norte del país en el Departamento de Petén.

2.1.4 Producción forestal en plantaciones

La producción maderable de las plantaciones forestales, fue analizada con base a la información de superficies reforestadas por el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR-INAB, 1998-2004). El volumen por superficie (m^3/ha), tuvo que ser estimado considerando un 15% de la volumetría total a la corta final según el tipo de especies. El INAB considera que en condiciones normales una

plantación de coníferas alcanza una media de $300 \text{ m}^3/\text{ha}$ y en especies latifoliadas $250 \text{ m}^3/\text{ha}$. De tal forma que se estimó un total anual de $45 \text{ m}^3/\text{ha}$ en coníferas y $37.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ en latifoliadas. Al igual que para el bosque natural, el valor de las producciones se realizó con base a los precios de madera en pie reportados por el instituto en el 1999.

La fórmula general de cálculo empleada fue:

$$\text{Producción reforestaciones} = \text{Superficie reforestada} \times \text{Volumen promedio} \times \text{Precio}$$

El mapa resultante se observa en la figura 5 y en el Anexo 1.

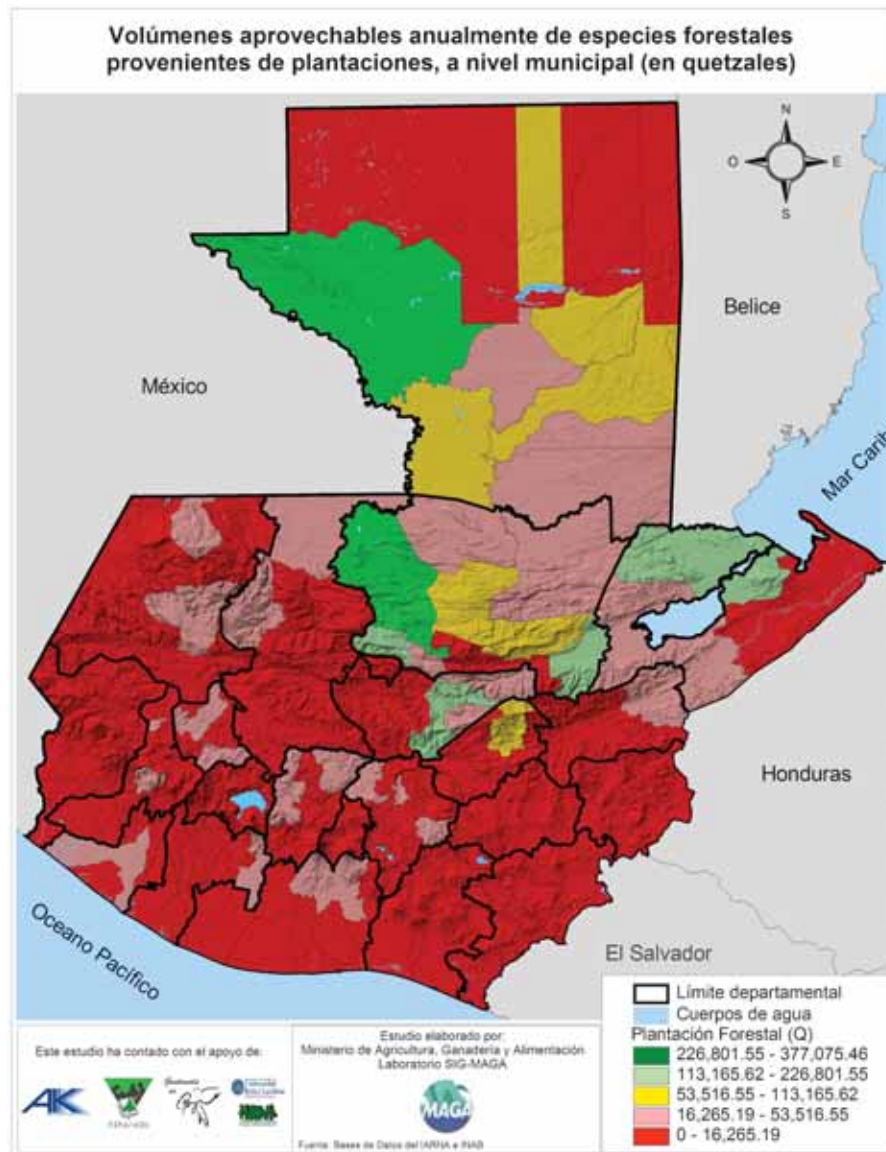


Figura 5. Mapa de volúmenes aprovechables anualmente de especies forestales provenientes de plantaciones (Q)

El mapa demuestra que se han concentrado las plantaciones en el norte del país, especialmente en los departamentos de Alta Verapaz e Izabal

2.2 Componente Turístico



Este componente se integró con 3 variables, las que denominamos: i). Patrimonio escénico; ii) Cuerpos de agua y iii). Sitios arqueológicos. A su vez, cada variable se formó con diferentes “ítems” los que se describen en el apartado correspondiente.

El método consistió en confeccionar una base de datos en Excel® en la que se calificó la presencia o ausencia a nivel municipal del elemento considerado, estos elementos fueron identificados en los mapas digitales del Laboratorio de Información Geográfica del MAGA. La presencia o ausencia fue cuantificada asignando valores

de 1 y 0 respectivamente. A cada elemento se le asignó un peso (valores de 0 a 1, ó de 0% a 100%) y los valores fueron multiplicados por el peso asignado en cada uno de los casos. Posteriormente, los valores ya pesados fueron sumados y el resultado final se trasformó en valores de “Z”.⁴ La leyenda de los mapas fue organizada en 5 categorías clasificando los valores desde Muy Alto a Muy Bajo, los datos se distribuyeron en “quantiles”. Los mapas parciales se muestran en las *figuras 6, 7 y 8* (verlos a mayor detalle en el Anexo 2).

Se describen los procedimientos.

2.2.1 Variable patrimonio escénico

Se integra con los “ítems”: a) Áreas protegidas, a la que asignó un peso de 0.8 ó el 80%; b) Áreas de conservación de bosques, con un peso de 0.1 ó el 10% y c) Volcanes, con el peso del 10% restante.

- Para las áreas protegidas, se utilizó el mapa nacional del CONAP (1999) y se utilizó el concepto de presencia-ausencia ya explicado; por “criterio experto” a cada categoría de las áreas se le asignó un peso en porcentaje: a la reserva de la biosfera, un 15%; a los biotopos, un 15%; parques nacionales (10%); refugio de vida silvestre (10%); reserva privada (5%); protección de manantiales (5%); monumentos naturales (5%); protección especial (5%) y otros (10%).
- Las áreas de conservación, se obtuvieron al realizar una intersección en el sistema de información geográfico entre dos mapas digitales: el de cobertura forestal (INAB, 1999) y el de capacidad de uso con el método USDA (MAGA, 2001). La condición de búsqueda fue: “bosques ubicados en clase de capacidad VIII”. Se calculó la superficie en hectáreas a nivel municipal.
- Los volcanes, fueron obtenidos directamente de las hojas cartográficas a escala 1:50,000 de Instituto Geográfico Nacional, donde se extrajeron los topónimos correspondientes y las ubicaciones a nivel municipal.

El mapa se observa en la *figura 6*.

⁴ El valor Z, representa una medida de posición relativa de un dato con respecto a la media de la serie de datos, esta posición relativa es medida en unidades de desviación estándar. Se utiliza la transformación de valores a valores Z, como un mecanismo de normalización que permite comparar y utilizar datos distintos.

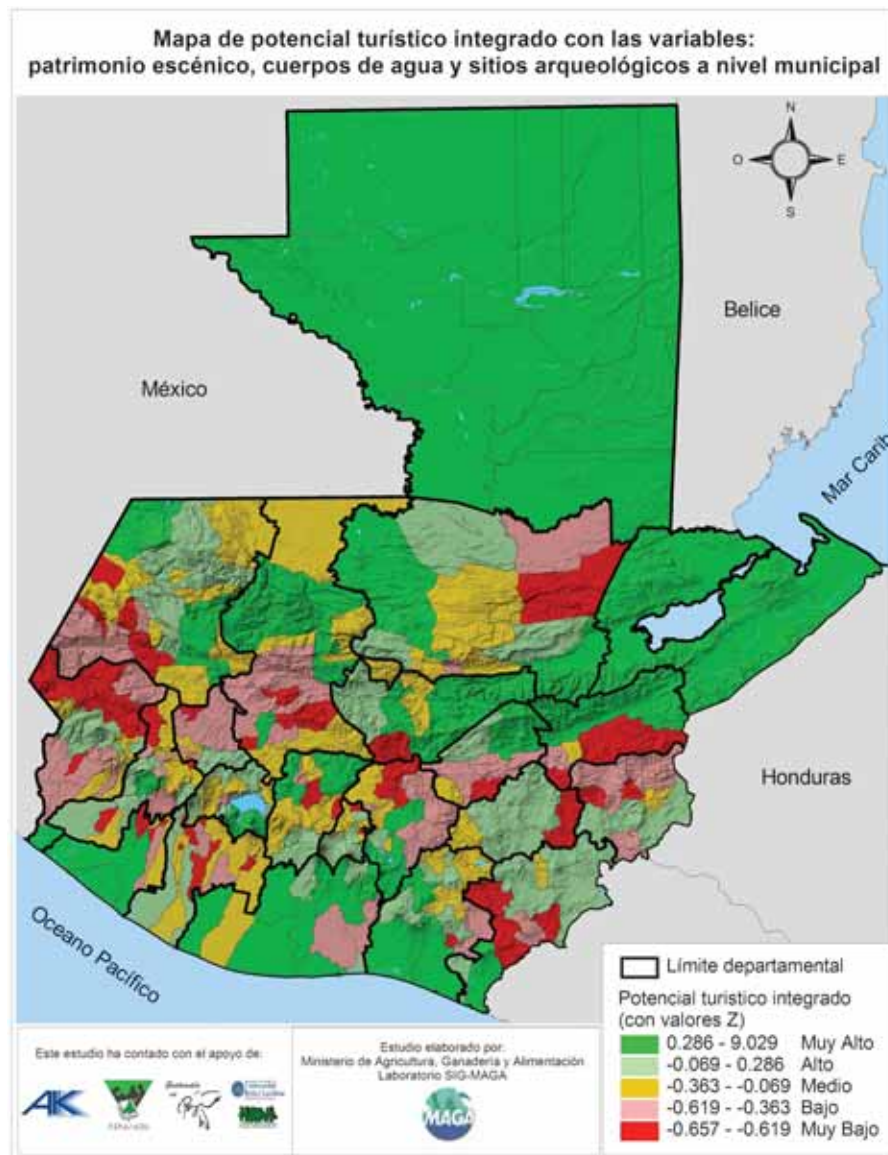


Figura 6. Mapa de patrimonio escénico (volcanes y áreas protegidas)

El mapa muestra una riqueza en patrimonio escénico considerable, destaca el cinturón volcánico y grandes áreas del norte: los departamentos de Baja y Alta Verapaz, Izabal y Petén.



2.2.2 Variable cuerpos de agua

Esta variable fue obtenida de los mapas digitales correspondientes y se integra con los ítems: i). municipios con salida a un lago donde se les otorgó un peso máximo: 50%; ii). Playas marinas, o sea municipios que poseen playas, se les dio un peso del 45%; iii). adyacentes a lagunas (4%) y iv). adyacentes a lagunetas (1%). Se procedió de la forma indicada en la variable anterior.

El mapa resultante se observa en la figura 7 (mayor detalle en Anexo 1).

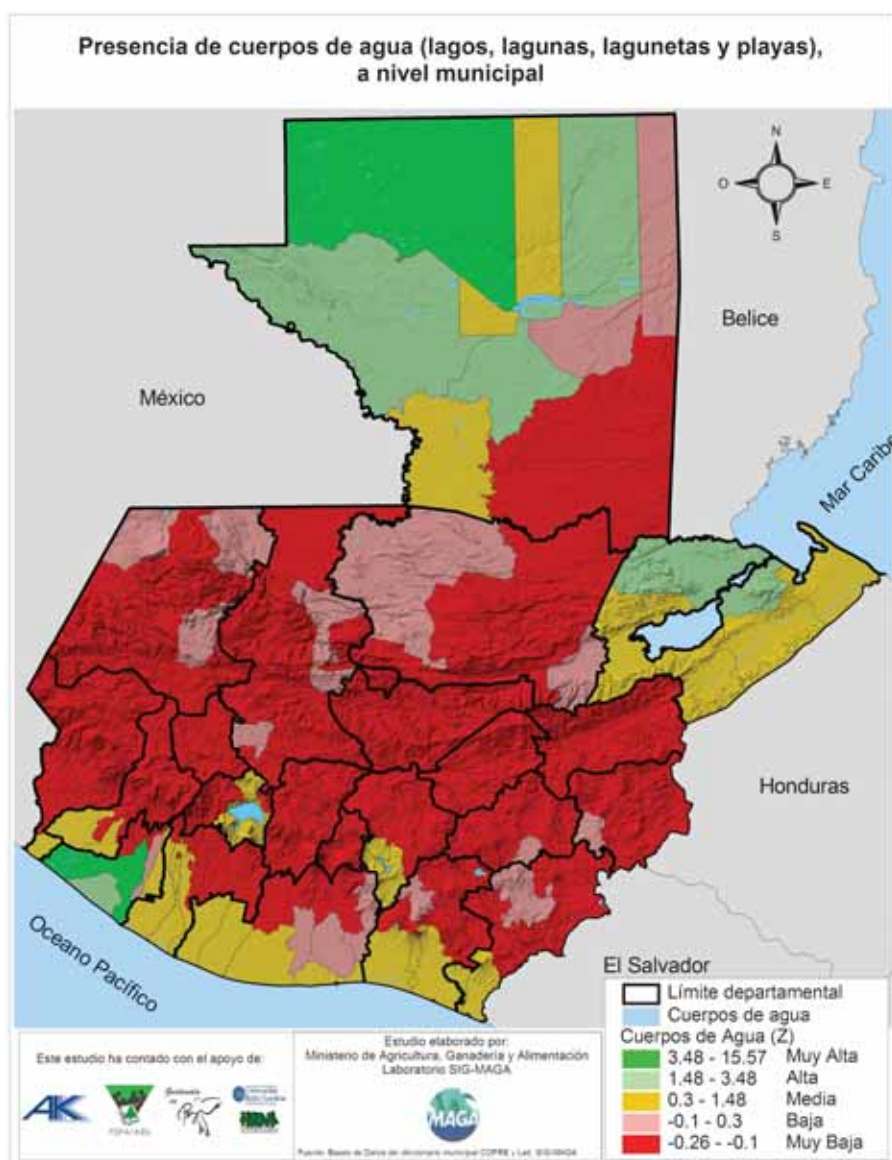


Figura 7. Mapa de presencia de cuerpos de agua a nivel municipal

2.2.3 Variable sitios arqueológicos



La variable se elaboró considerando la presencia e importancia de sitios arqueológicos en los municipios. La importancia se clasificó de acuerdo al tipo de vigilancia en el lugar (según informaciones del Ministerio de Cultura y Deportes), y se multiplicó por un peso en porcentaje. Las categorías establecidas fueron: i) De primer orden, o sea con vigilancia permanente e infraestructura, se le dio un peso máximo del 70%; ii). De segundo orden, con vigilancia permanente sin infraestructura, un peso del 25%; iii). De tercer orden,



El componente vial se obtuvo a partir de la información existente en el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MCIV, 2003). Se seleccionaron únicamente las categorías “Asfaltado y Terracería”, se adjudicó un peso máximo (1) al asfalto y la mitad del valor ó 0.5 a las vías de terracería.

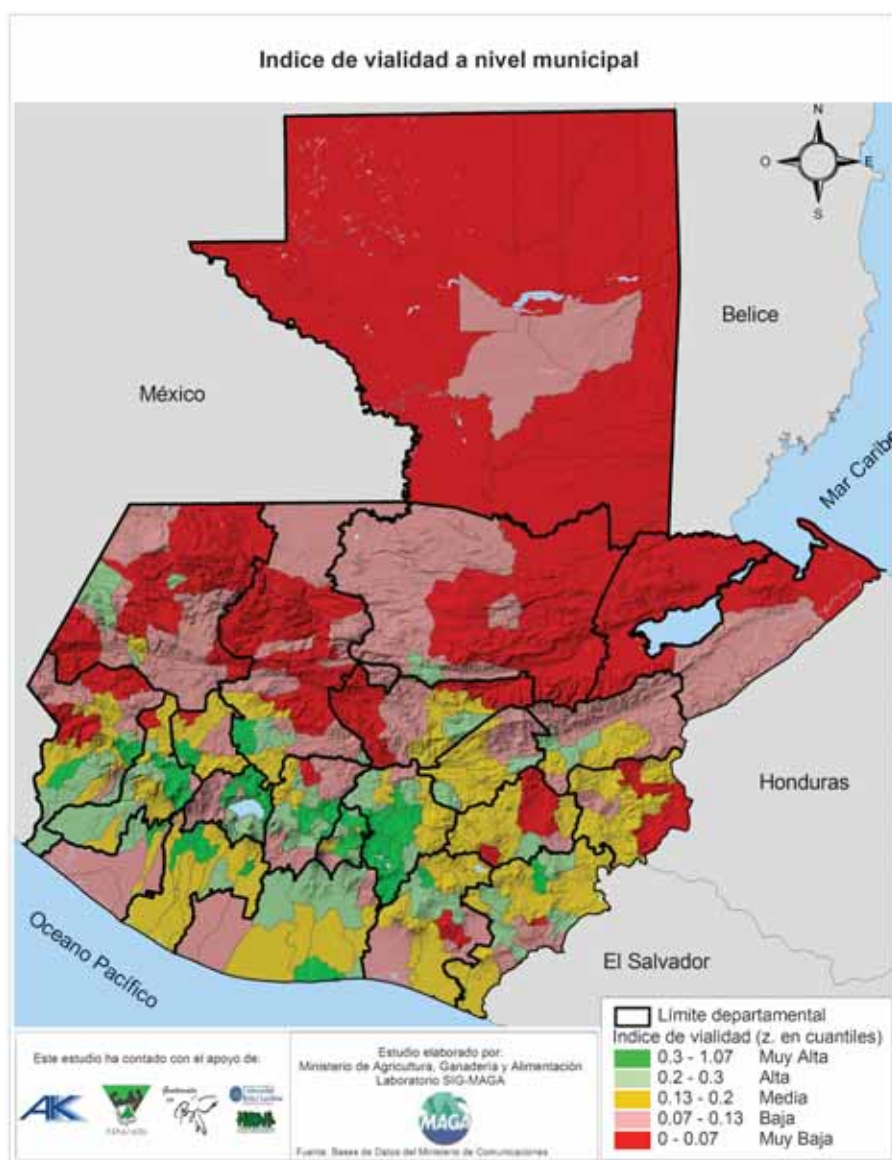


Figura 9. Mapa de índice de vialidad a nivel municipal

El SIG se intersectó el mapa de carreteras con el mapa de municipios; se realizó una sumatoria de todos los tramos en kilómetros afectados por el peso correspondiente y se obtuvo una longitud total pesada por municipio. Este dato se dividió por el área en km² del municipio y de esta forma, se obtuvo un índice de vialidad. Con el índice se confeccionó el mapa correspondiente (figura 9).

El mapa muestra una distribución muy irregular ya que únicamente los municipios del área central del país y algunos de la Costa Sur del Pacífico presentan altos valores en el índice de vialidad. El resto del país presenta valores de medios a muy bajos y destaca por sus bajos valores el norte del país: Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Izabal y Petén.

Obtención de los mapas consolidados

3.1 Obtención del mapa consolidado de producción

Se realizó una sumatoria simple del valor monetario de cada producción analizada (agrícola, pecuaria y forestal) para cada uno de los municipios del país. Al obtener el dato de la sumatoria, se observaron cantidades extremas en los valores monetarios, razón por la cual se procedió a estandarizar las mismas y presentarlas como una distribución normal, lo que se obtuvo al transformar los valores obtenidos en valores Z. El mapa obtenido se muestra en la *figura 10* (observar detalles en Anexo 4). La leyenda del mapa muestra 5 categorías clasificadas de Muy Alto a Muy Bajo valor.

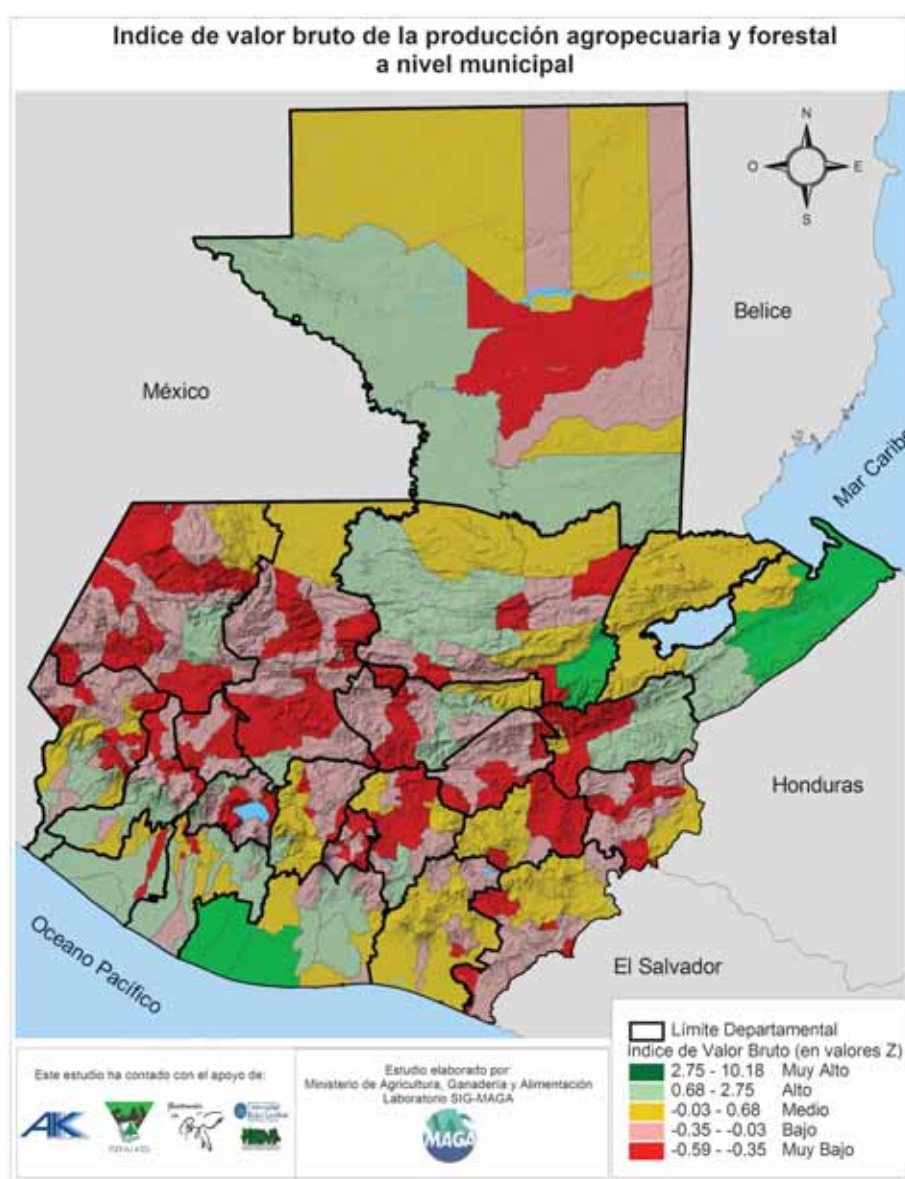


Figura 10. Mapa que consolida los valores de producción agropecuaria y forestal

El mapa muestra un país que en general posee valores bajos de producción agropecuaria y forestal. En las categorías de “bajo y “muy bajo” se encuentran 240 municipios que representan el 72% del total de municipios del país. Como se observa en el mapa, la mayoría de estos municipios se encuentran ubicados en la parte central del país, en las denominadas “tierras altas”.

3.2 Obtención del mapa consolidado turístico

La consolidación de este mapa constituido por 3 variables (patrimonio escénico, cuerpos de agua y sitios arqueológicos), se prefirió generarlo por medio de la prueba multivariada Análisis de Componentes Principales (ACP), dado que este método permite generar nuevas variables a partir de los datos originales y darles un peso en función de la matriz de correlaciones. Para ello se utilizó el software SAS®, al correr el análisis se obtuvo la siguiente matriz de correlaciones:

	<i>Patrimonio escénico</i>	<i>Cuerpos de agua</i>	<i>Sitios arqueológicos</i>
<i>Patrimonio escénico</i>	1.0000	0.2694	0.3802
<i>Cuerpos de agua</i>	0.2694	1.0000	0.3202
<i>Sitios arqueológicos</i>	0.3802	0.3202	1.0000

Se analizó la combinación lineal de las variables originales que conforman el Primer Componente (Prin1) para poder identificarlo, para ello se analizó el vector característico (eigenvector) del Componente 1, el cual se presenta a continuación:

<i>Variable original</i>	<i>Componente principal 1</i>
<i>Patrimonio escénico</i>	0.581037
<i>Cuerpos de agua</i>	0.541299
<i>Sitios arqueológicos</i>	0.607776

Como los coeficientes obtenidos fueron mayores al valor $|0.50|$, se pudo establecer que esta nueva variable podía tomar el nombre de Componente Turístico, la que finalmente continuó en el análisis; es decir, se trasladó al sistema geográfico para generar el correspondiente mapa. El mismo sistema normalizó los datos que es el procedimiento normal del ACP, e incluso otorgó los pesos correspondientes.

El mapa se muestra en la *figura 11*. La distribución adoptada fue en quantiles y en 5 categorías como en el resto de los mapas generados.

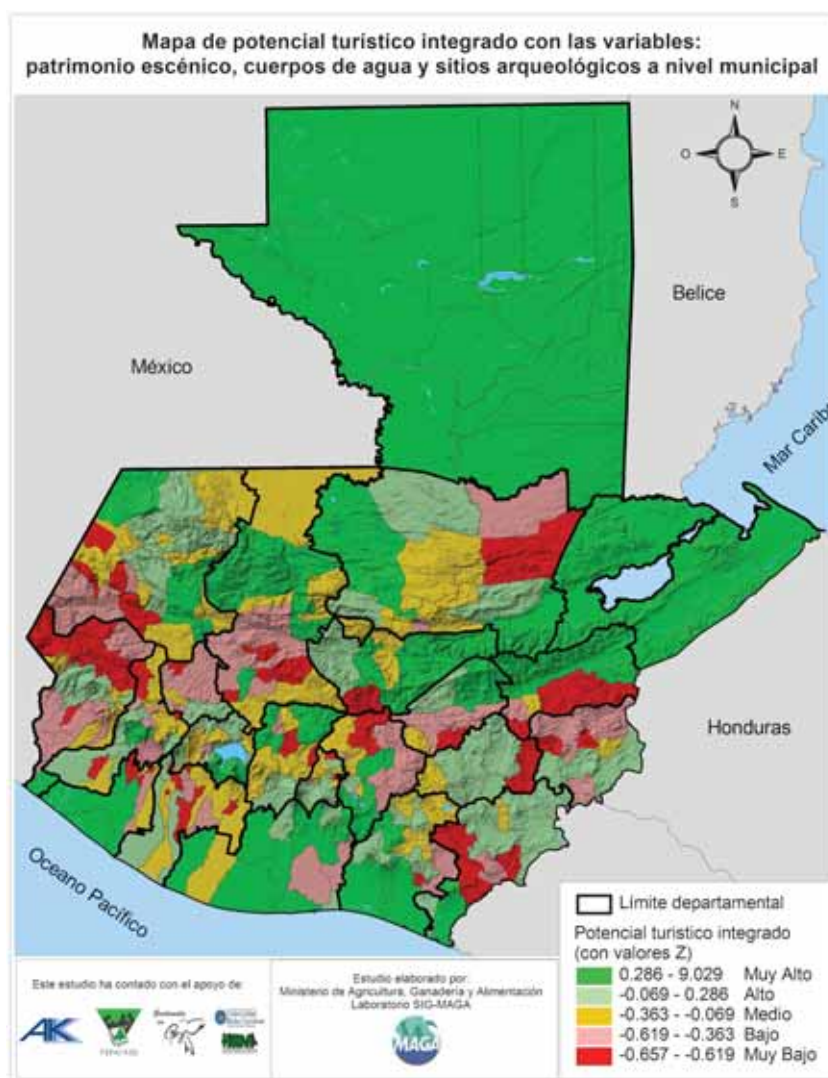


Figura 11. Mapa consolidado de potencial turístico

El mapa de la *figura 11*, muestra un país con un enorme potencial turístico. En general la mayoría de las regiones muestra altos valores, destacándose el norte (Departamentos de Petén, Izabal y Alta Verapaz) y los departamentos de la Costa Sur del Pacífico. Algunas regiones del altiplano muestran bajos valores como la parte sur de Huehuetenango, las partes altas de San Marcos y la región central del Quiché.

Obtención del mapa final y clasificación de los municipios

El mapa final denominado “clasificación de municipios por orden de prioridad para la ejecución de obras viales” que se muestra en la figura 13 (verlo más a detalle en el Anexo 4), fue obtenido a través de combinar el mapa de valores de la producción y potencial turístico con el mapa de vialidad. Se describen los procedimientos.

4.1 Mapa combinado de producción y turismo

Este mapa se obtuvo al multiplicar los valores en Z de cada mapa por un peso en porcentaje: i). Los valores en Z del mapa índice de valor bruto de la producción agropecuaria y forestal a nivel municipal por un peso de 0.6 ó el 60% y ii). Los valores del mapa de potencial turístico por un peso de 0.4 ó el 40%. El resultado de esas multiplicaciones fue sumado algebraicamente y representado en un mapa con una leyenda de 5 categorías como todos los mapas anteriores y con una distribución de los datos en cuantiles (ver la figura 12 y detalles en el Anexo 4).

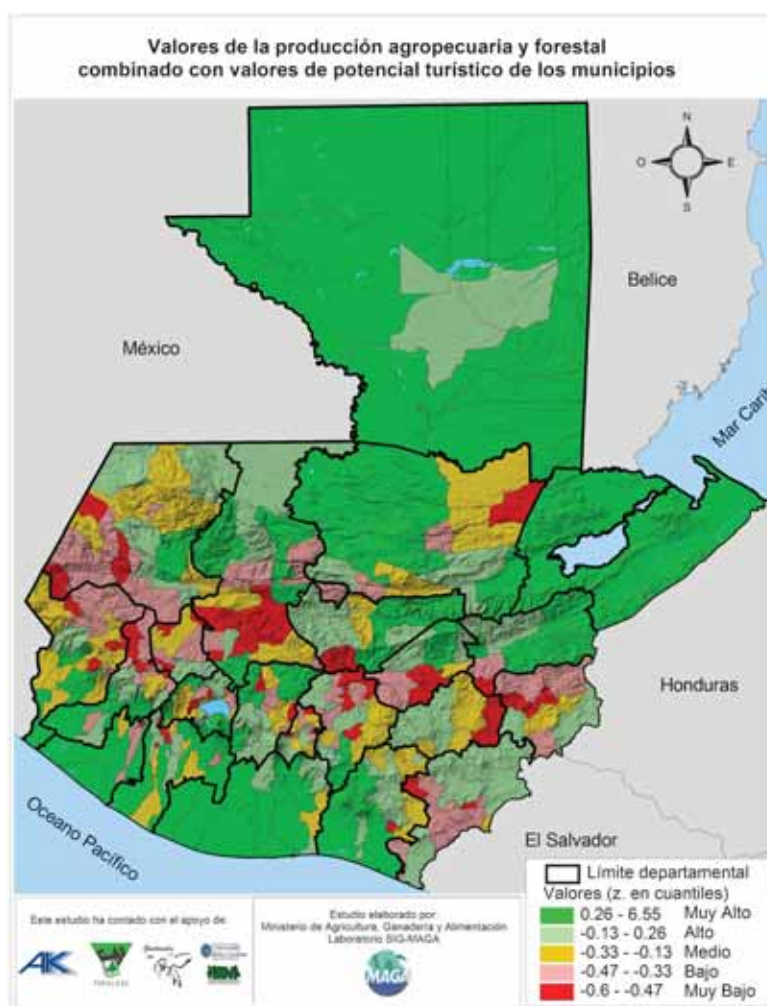


Figura 12. Mapa que consolida los valores de la producción y potencial turístico



Esta combinación de dos mapas diferentes permite considerar a los municipios con una lógica más cercana a la realidad. Si únicamente se hubiera considerado el mapa productivo, una gran cantidad de municipios hubieran mostrado valores muy bajos y no hubieran sido “visibles” para el cruce con el índice de vialidad. Bajo este marco, el mapa de potencial turístico que posee valores elevados y distribuye su potencial en un número mayor de municipios, ha permitido “suavizar” el análisis.

4.2 Mapa de municipios prioritarios: la condición de búsqueda exigida

Con el mapa anterior más el mapa de índice de vialidad se obtuvo el mapa de municipios prioritarios. El procedimiento consistió en construir una condición de búsqueda opuesta, quiere decir que se buscó obtener los municipios con valores de producción media a muy alta con una vialidad media a muy baja con la siguiente secuencia:

- En la base de datos del mapa “Valores de la producción agropecuaria y forestal combinado con valores de potencial turístico”, se asignó el valor 5 a la categoría “Muy Alta”, 4 a la “Alta”, 3 a la “Media”, 2 a la “Baja” y 1 a la categoría “Muy baja”
- En la base de datos del mapa de “Índice de vialidad a nivel municipal”, para las categorías de vialidad el criterio fue contrario: es decir, se asignó 1 a la categoría “Muy Alta” hasta llegar al valor 5 que se asignó a la categoría “Muy Baja”

Una vez cuantificada cada categoría, se procedió a multiplicar los 2 mapas, se observa que los valores resultantes de tal multiplicación oscilan entre un rango de 25 a 1. La condición requerida o la máxima prioridad se obtiene en los municipios de valor más alto, o sea 25. Los valores de 20 indican municipios de una segunda prioridad y los que suman 16 y 15 indican una tercera prioridad y así sucesivamente hasta llegar a la séptima prioridad. El mapa resultante se observa en la *figura 13* y en el Anexo 4.

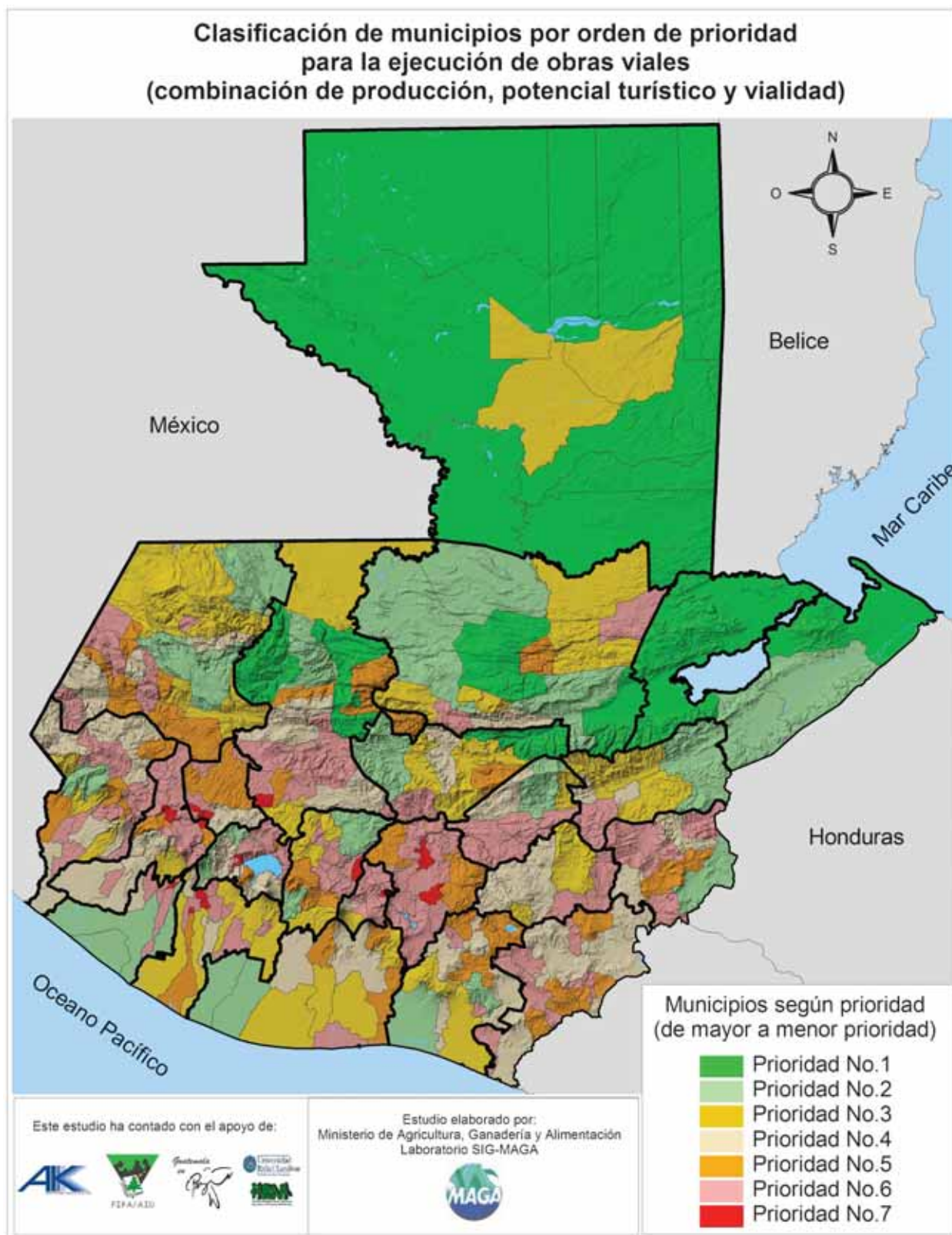


Figura 13. Clasificación de municipios para la ejecución de obras viales



En el cuadro 2 y cuadro 3 se observan los 17 municipios de primera prioridad y los 27 municipios de segunda prioridad para la ejecución de las obras viales.

Cuadro 2. Listado de municipios de Primera Prioridad

<i>Departamento</i>	<i>Municipios</i>
<i>Alta Verapaz</i>	<i>Panzós San Pedro Carchá</i>
<i>Baja Verapaz</i>	<i>Purulhá</i>
<i>Izabal</i>	<i>El Estor Livingston Puerto Barrios</i>
<i>Petén</i>	<i>Dolores Flores La Libertad Melchor de Mencos Poptún San Andrés San José San Luis Sayaxché</i>
<i>Quiché</i>	<i>Nebaj Uspantán</i>

Cuadro 3. Listado de municipios de Segunda Prioridad

<i>Departamento</i>	<i>Municipio</i>
<i>Alta Verapaz</i>	<i>Chisec Cobán Santa Catalina La Tinta Senahú</i>
<i>Baja Verapaz</i>	<i>Cubulco</i>
<i>Chimaltenango</i>	<i>Pochuta San Martín Jilotepeque</i>
<i>Chiquimula</i>	<i>Esquipulas</i>
<i>El Progreso</i>	<i>San Agustín Acasaguastlán</i>
<i>Escuintla</i>	<i>Nueva Concepción Tiquisate</i>
<i>Huehuetenango</i>	<i>Barillas Chiantla Concepción Huista Todos Santos Cuchumatán</i>
<i>Izabal</i>	<i>Los Amates Morales</i>
<i>Quiché</i>	<i>Chajul</i>
<i>Retalhuleu</i>	<i>Champerico Retalhuleu San Andrés Villa Seca</i>
<i>San Marcos</i>	<i>Tajumulco</i>
<i>Santa Rosa</i>	<i>Santa María Ixhuatán Taxisco</i>
<i>Sololá</i>	<i>Nahualá</i>
<i>Zacapa</i>	<i>Gualán La Unión</i>

4.3 El mapa nacional de obras y los cortes departamentales

Finalmente, del mapa nacional obtenido se realizaron cortes departamentales para visualizar con mayor facilidad las obras viales necesarias, e incluso para dibujar los trazos sugeridos y el kilometraje que involucran. Para identificar el trazo de asfalto, fue necesario analizar el mapa nacional de carreteras para verificar la dirección. En general se sugiere asfaltar las carreteras de terracería desde el punto más cercano al municipio considerado; sin embargo, hay casos como en la Costa Sur donde se sugiere una carretera transversal que no tiene trazos previos.

Los ejes transversales

Al analizar el mapa nacional de obras viales sugeridas de la *figura 14* y los cortes departamentales que se ven en el Anexo 5, se ve que existen dos grandes ejes de obras: el eje norte y el eje de la Costa Sur. Es notable que estos ejes son transversales, parecería que los ejes verticales están mejor representados en la mayor parte de las regiones.

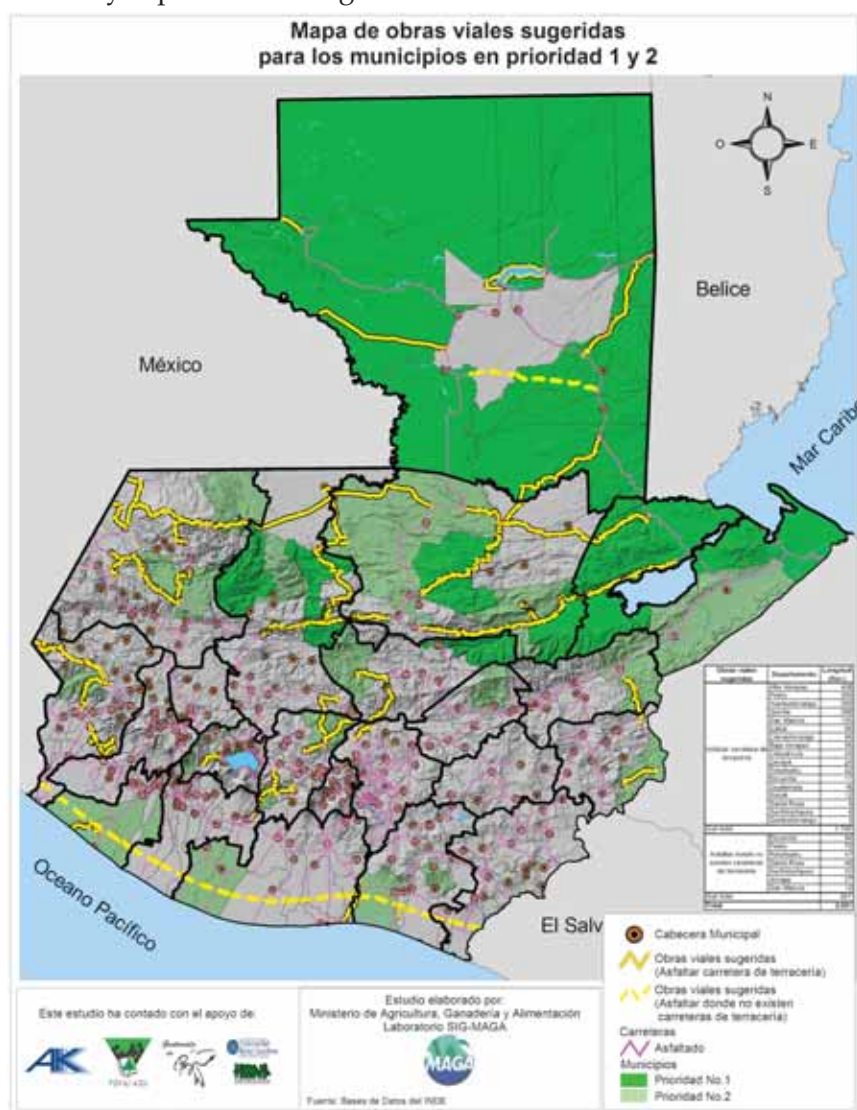


Figura 14. Mapa de obras viales sugeridas para los municipios en prioridad 1 y 2



Quizás una explicación de este fenómeno esté en el patrón de asentamiento de la población en Guatemala y a la reciente apertura de tierras a la colonización. El asentamiento de la población ha tenido la tendencia de concentrarse en las partes altas y el oriente del país. Recién a partir de los años 50 y 60 del siglo pasado, se abrieron las tierras del norte. Esta apertura se realizó a través del trazo de ejes verticales de penetración.

En la Costa Sur pensamos que sucedió algo similar ya que la colonización del área finalizó hace aproximadamente 50 años y los ejes verticales tenían como destino los puertos principales. Hay una carencia de carreteras paralelas a la costa, por lo que se sugiere un trazo paralelo a la costa del Pacífico que va de frontera a frontera.

El eje norte, abarca los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Izabal y Petén. Los trazos sugeridos toman la forma de dos líneas asfaltadas trasversales paralelas que conectan la frontera con México y las vías asfaltadas de Izabal que pueden dirigirse a Honduras. En este eje hay tres trazos verticales: uno en Huehuetenango, otro que une Quiché con Alta Verapaz, y otro interno en este último departamento.

La necesidad de las conexiones entre regiones

Del estudio del mapa nacional surge la necesidad de interconexión entre regiones, esto es evidente en los municipios de San Marcos que debe conectarse con la costa sur y con la frontera con México. Asimismo, esto es notable en Huehuetenango con la necesidad de conectarse en forma horizontal con las tierras bajas de Ixcán y verticalmente, entre sus municipios. Aspectos similares pueden observarse en Baja Verapaz y su necesidad de conectarse con Chimaltenango y con Guatemala.

V CONCLUSIONES

La más relevante es que existen municipios que poseen altos valores productivos y turísticos y que efectivamente, poseen una infraestructura vial deficiente. En estas condiciones encontramos al menos 44 municipios (13% del total de municipios del país), que pertenecen a 15 departamentos. En estas áreas se necesitan asfaltar al menos 1,700 km y crear 300 km lineales de nuevas vías.

La mayoría de los municipios de primera prioridad para la ejecución de obras viales se encuentran en el norte del país, en el caso de Petén la mayoría del departamento está en esta categoría. En la Costa Sur hay 3 departamentos con 7 municipios de alta prioridad para la creación de vías asfaltadas.

Es necesario incentivar la conexión entre las regiones fomentando los ejes transversales. Lo mismo aplica para la conexión entre fronteras; hay un fuerte aislamiento entre la frontera de México y la de Honduras. Los municipios por donde atravesarían las conexiones son de alta prioridad.

VI BIBLIOGRAFÍA

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 1999. *Mapa oficial del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas*. Guatemala, 1999.
- Instituto Nacional de Estadística. 2004. *IV censo nacional agropecuario. Número de fincas censales, superficie cosechada, producción obtenida de cultivos anuales o temporales y viveros*. Tomo II. Guatemala, INE, 243 p.
- Instituto Nacional de Estadística. 2004. *IV censo nacional agropecuario. Número de fincas censales, superficie cultivada y producción obtenida de cultivos permanentes y semipermanentes*. Tomo III. Guatemala, INE, 208 p.
- Instituto Nacional de Estadística. 2004. *IV censo nacional agropecuario. Número de fincas censales, existencia animal, producción pecuaria y características complementarias de la finca censal y del productor (a) agropecuario (a)*. Tomo IV. Guatemala, INE, s. p.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE). 2004. *Estadístico de precios de productos e insumos agropecuarios*. Guatemala, Área de Información/UPIE, 144 p.
- _____, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR). 2001. *Mapa base de la república de Guatemala (1:250,000)*, digital. Guatemala, MAGA/UPPGR/SIG.
- _____, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR). 2001. *Mapa de capacidad de uso de la tierra con base a la metodología USDA (1:250,000)*, digital. Guatemala, MAGA/UPPGR/SIG.
- _____, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR). 2001. *Mapa base de la república de Guatemala (1:250,000)*, digital. Guatemala, MAGA/UPPGR/SIG.
- _____, Instituto Nacional de Bosques (INAB), PROYECTO 7 - PROCAFOR. 2000. *Modelo simplificado para la elaboración de planes de manejo forestal*. Guatemala, INAB, 25 p.

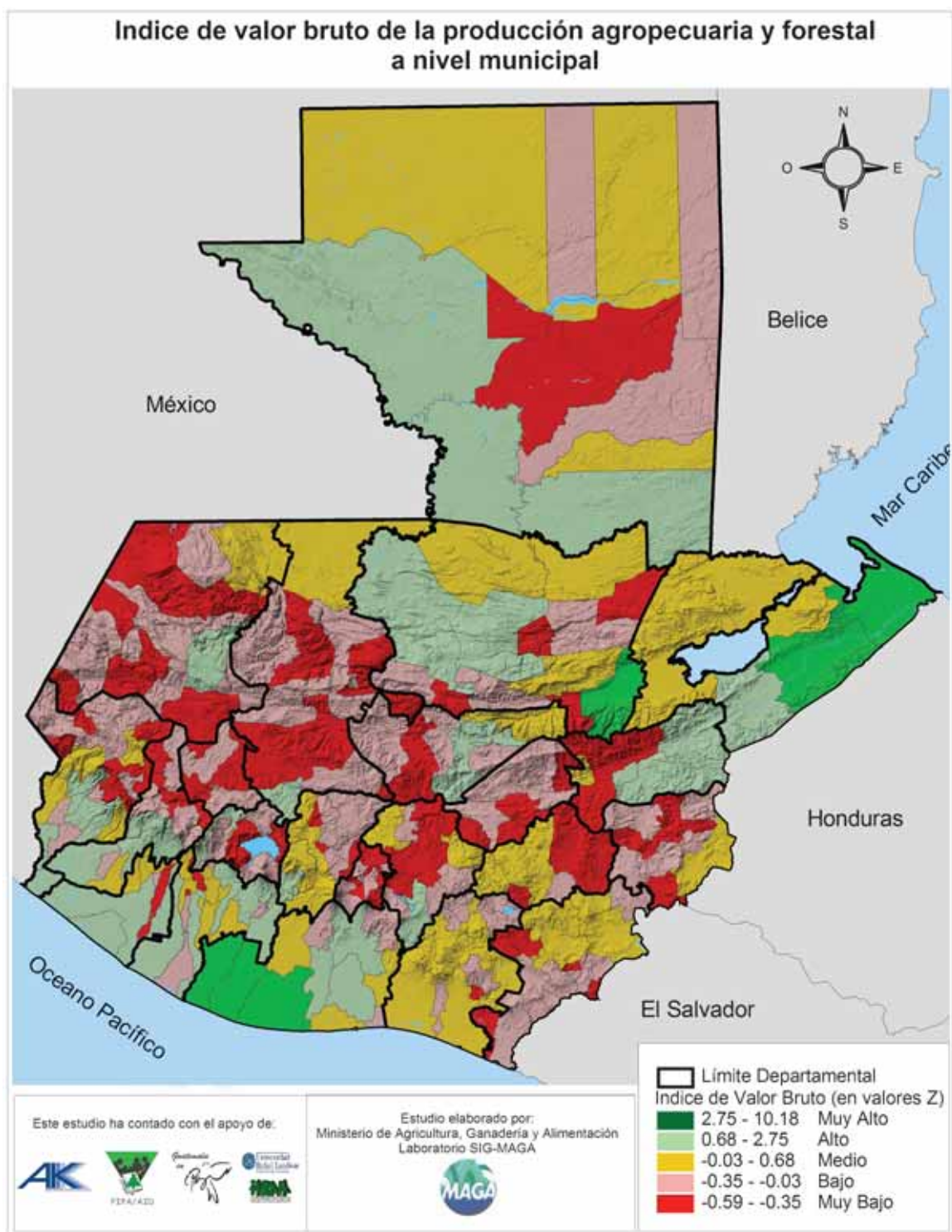


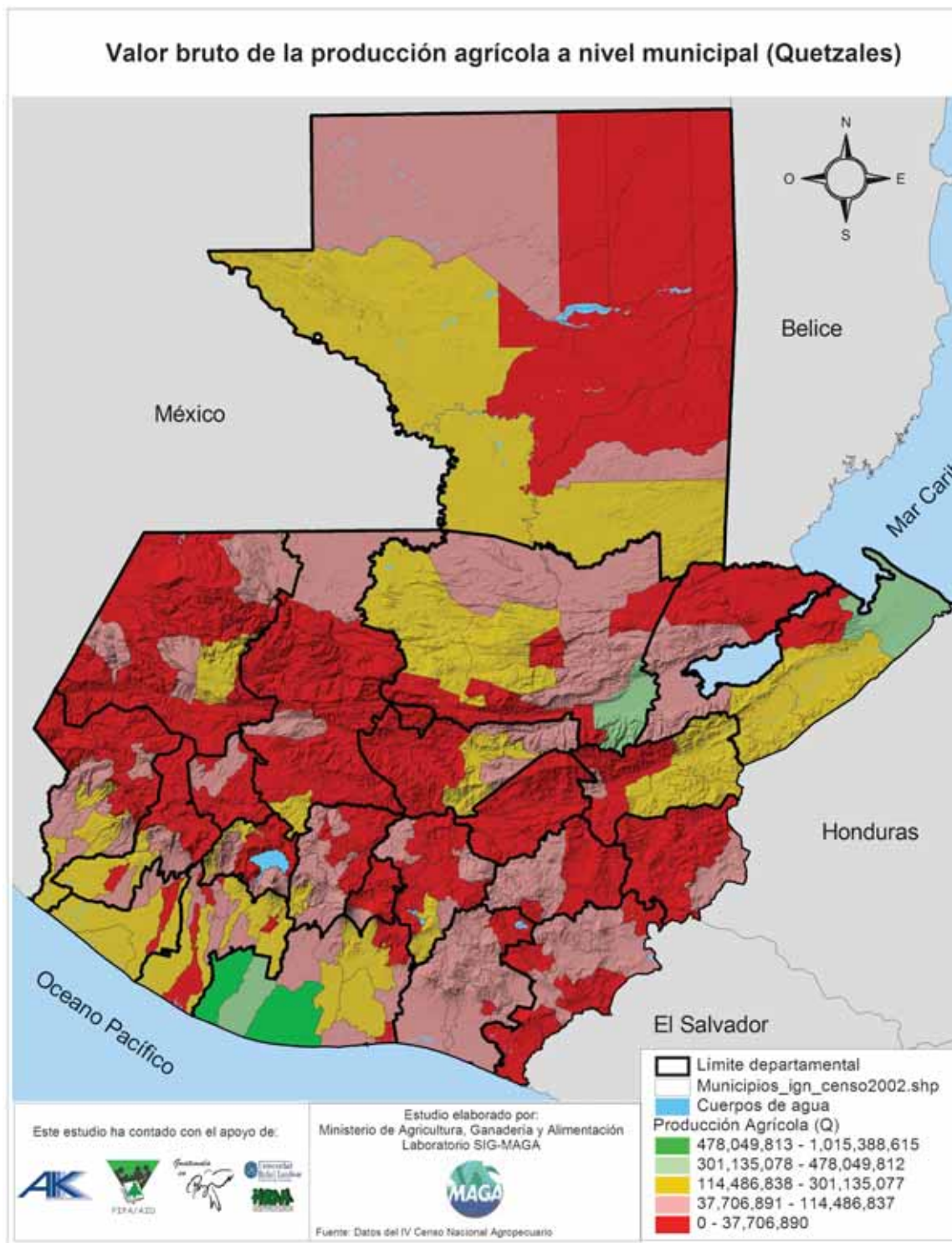
-
- _____. Instituto Nacional de Bosques (INAB). 1999. *Mapa de cobertura forestal* (1:250,000), digital. Guatemala, INAB.
- _____. Instituto Nacional de Bosques (INAB). 1999. *Manual técnico forestal*. Primera edición. Guatemala, 110 p.
- Ministerio de Comunicaciones y Vivienda. 2003. *Mapa vial de Guatemala* (1:250,000), digital. Guatemala, MCIV.
- Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia (IDAEH). 2005. *Bases de datos de sitios arqueológicos de Guatemala*. Guatemala, IDAEH, sp.
- Trejos, Z.J. 2003. *Análisis multivariado de datos. Análisis de Componentes Principales*. SE. Universidad de Costa Rica.

Anexos

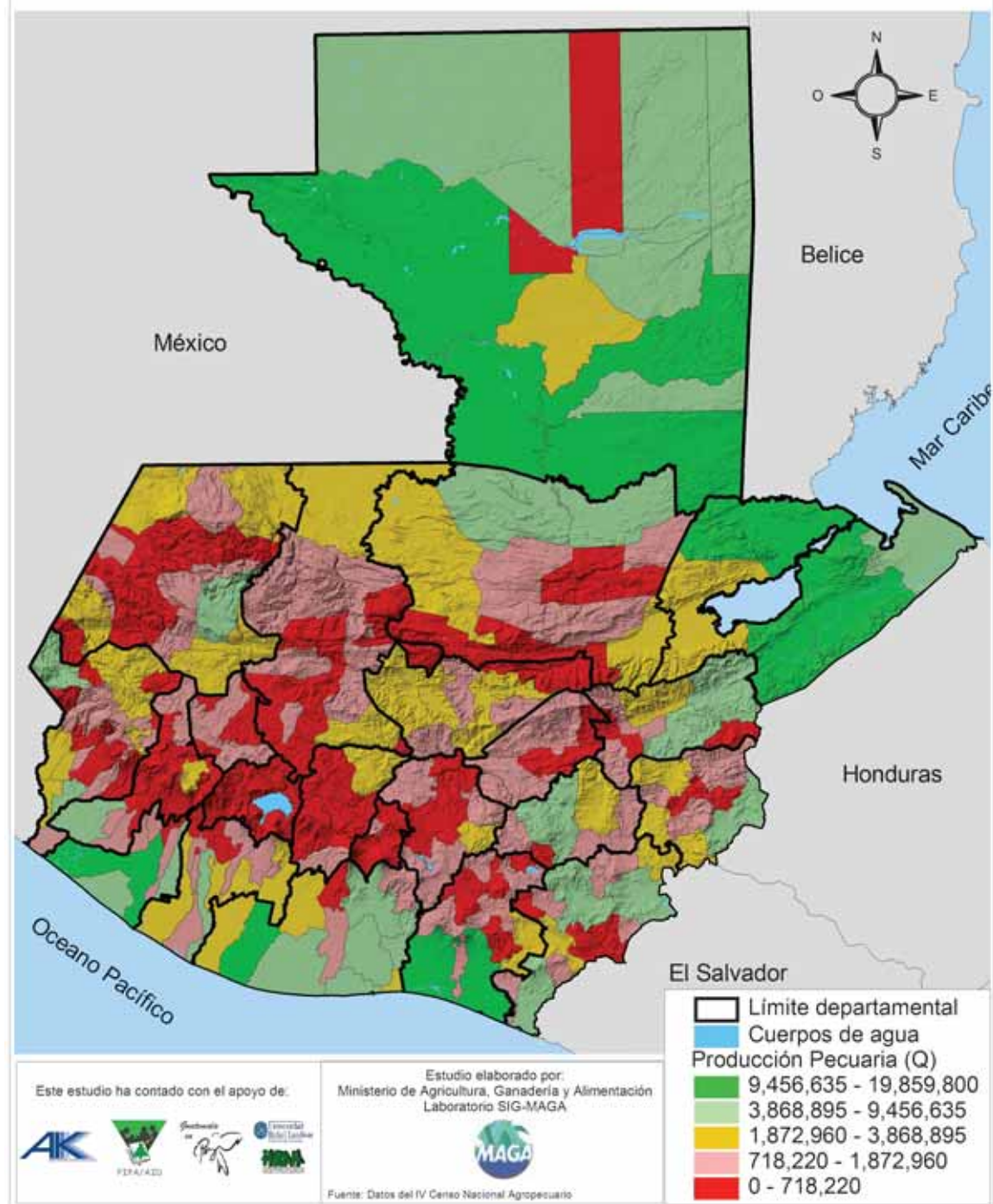
Anexo 1

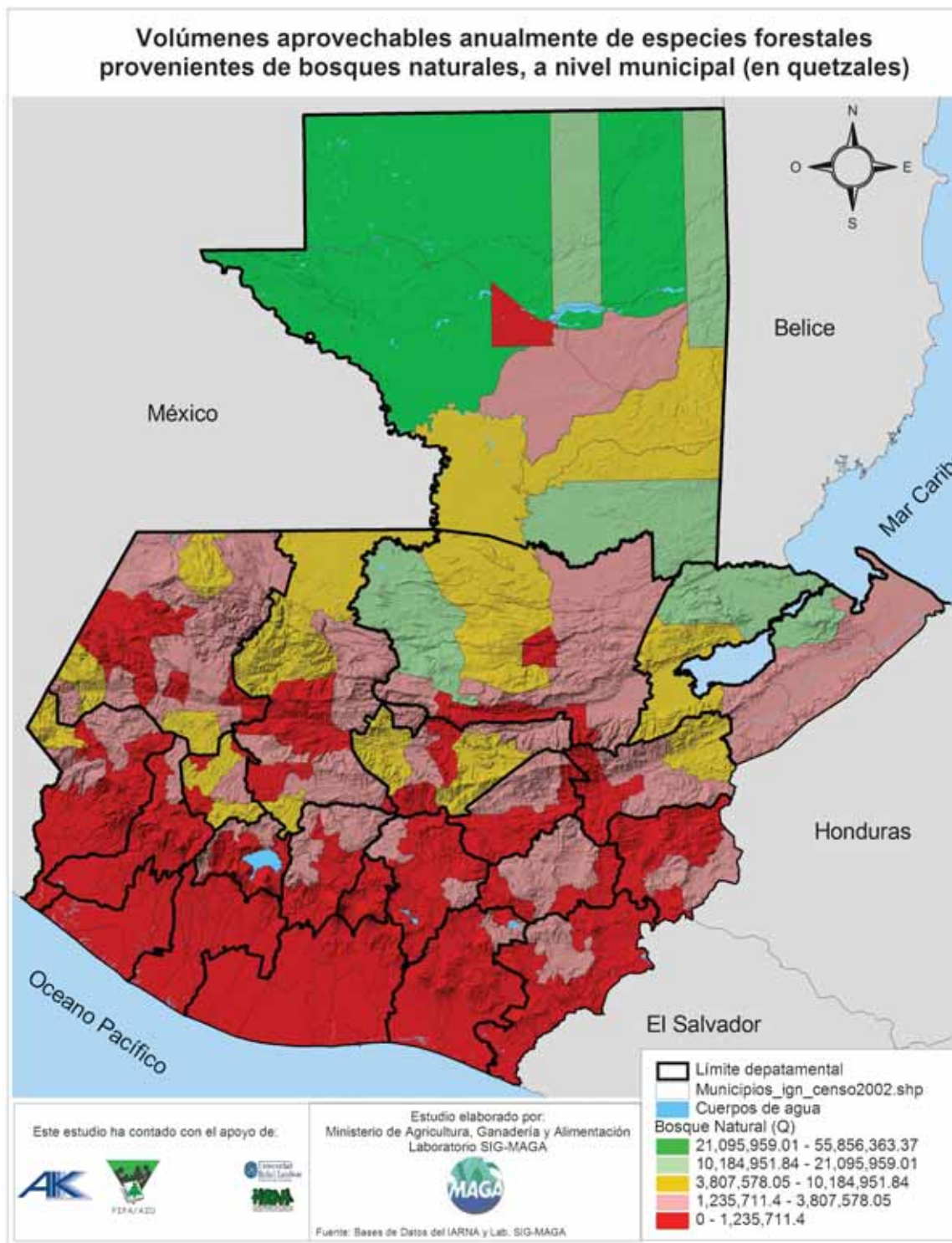
Mapas del componente productivo

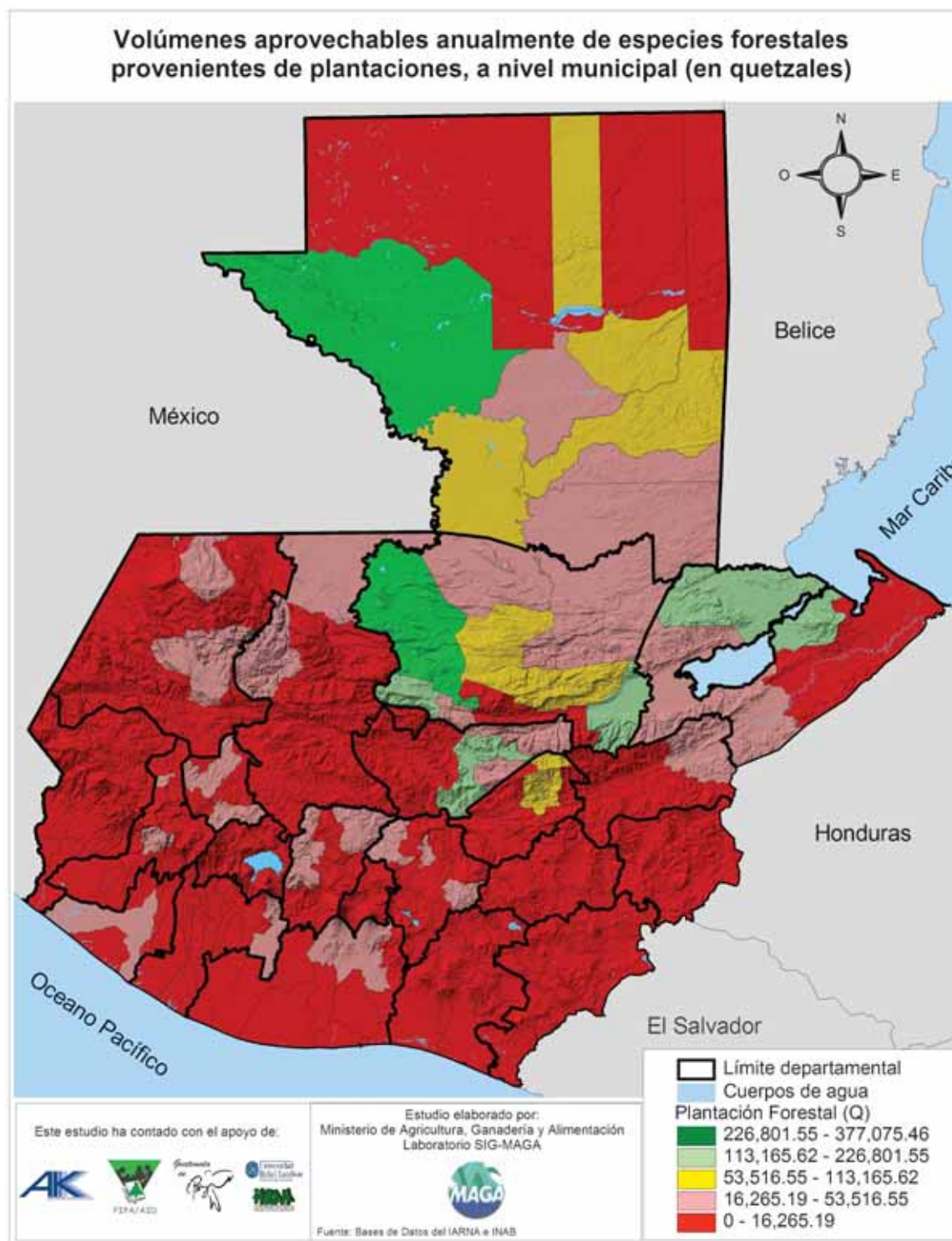




Valor bruto de la producción pecuaria a nivel municipal (Quetzales)

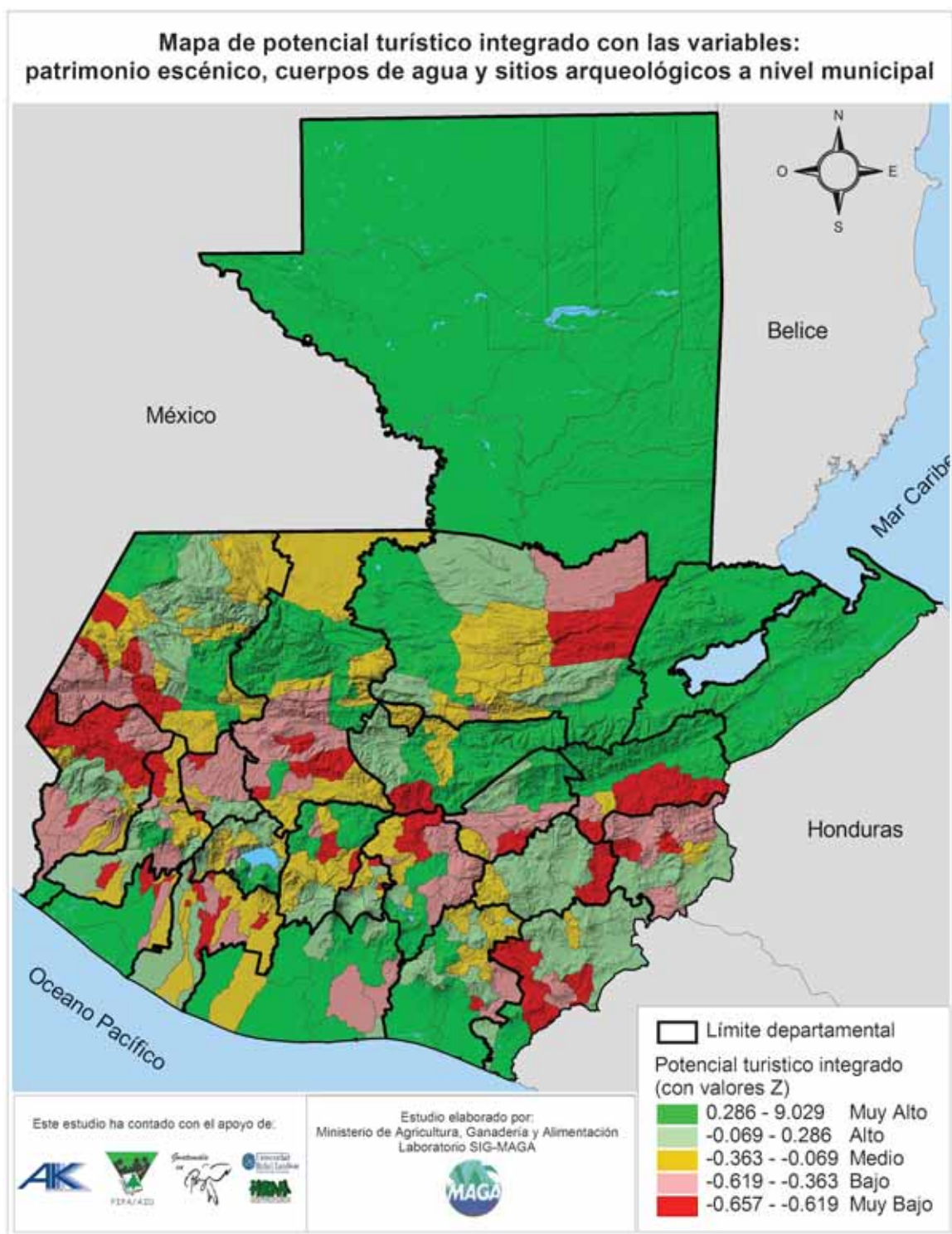


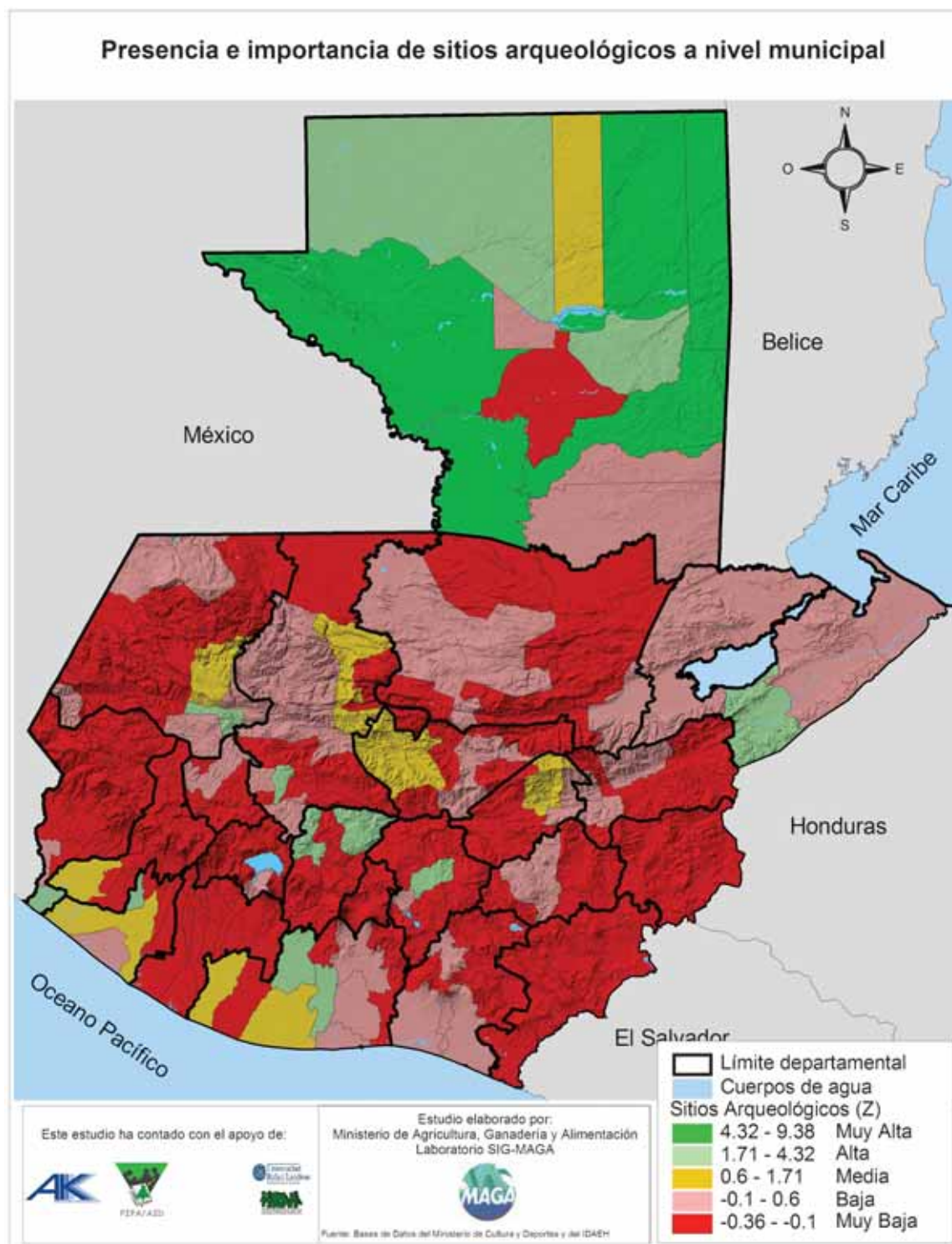


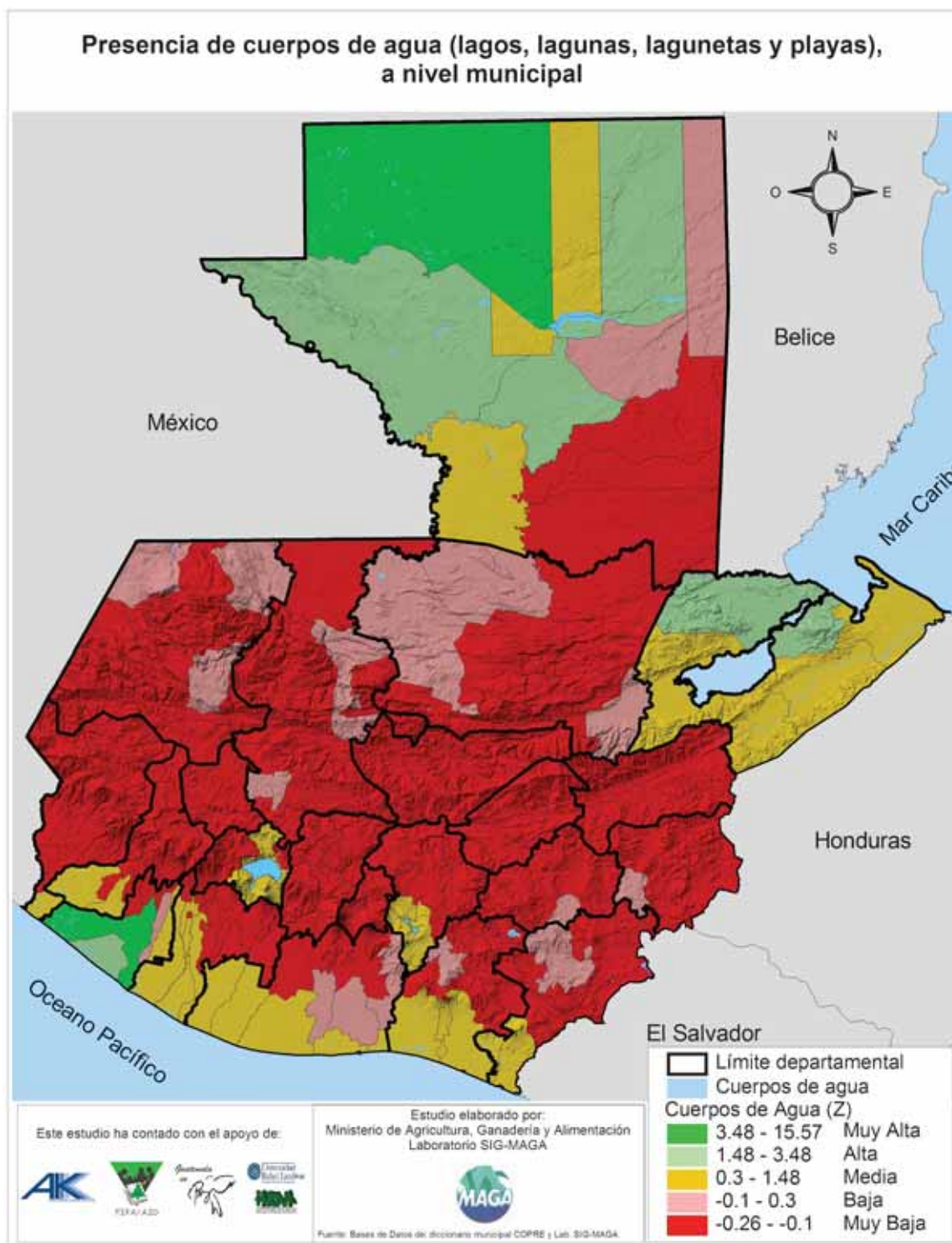


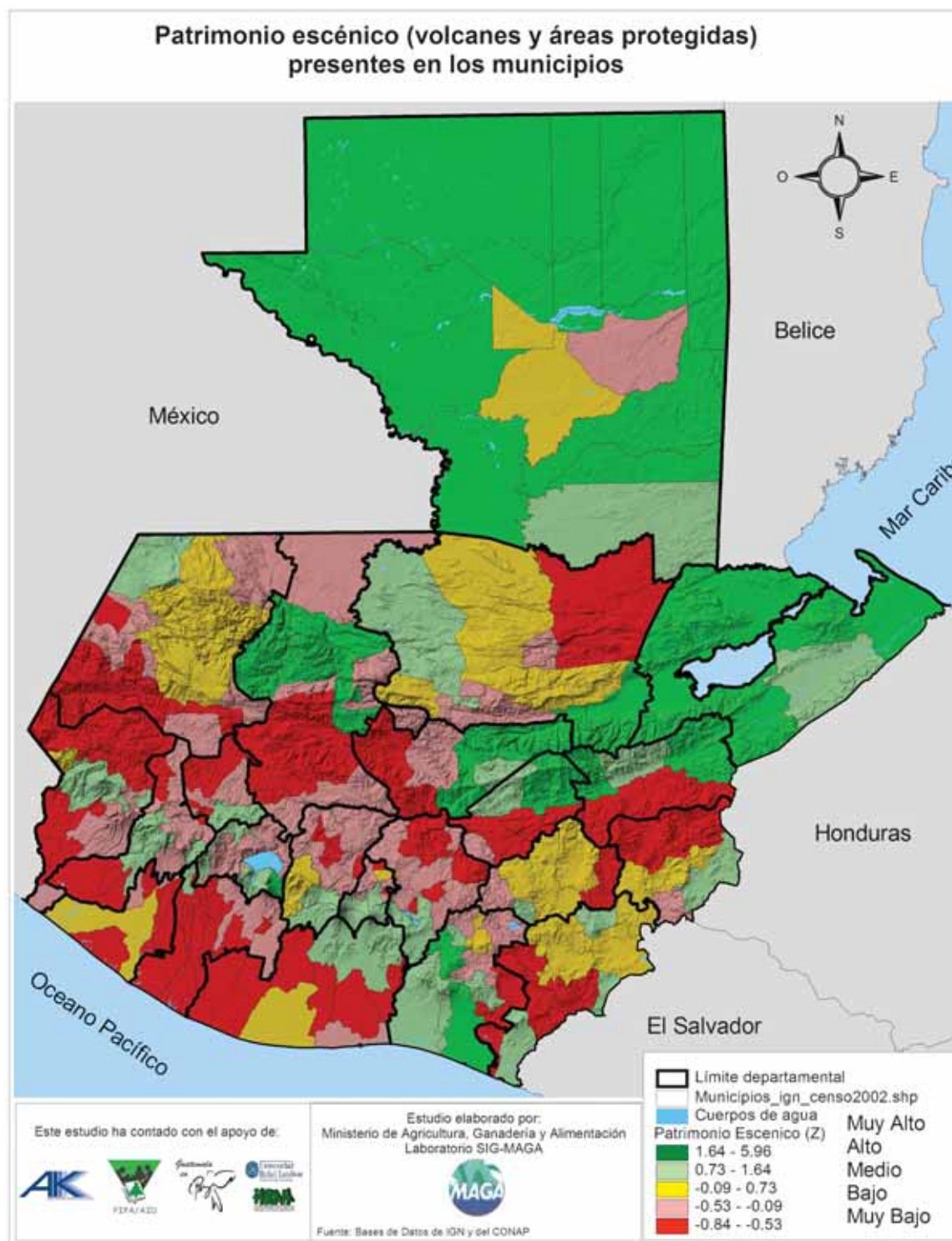
Anexo 2

Mapas del componente turístico



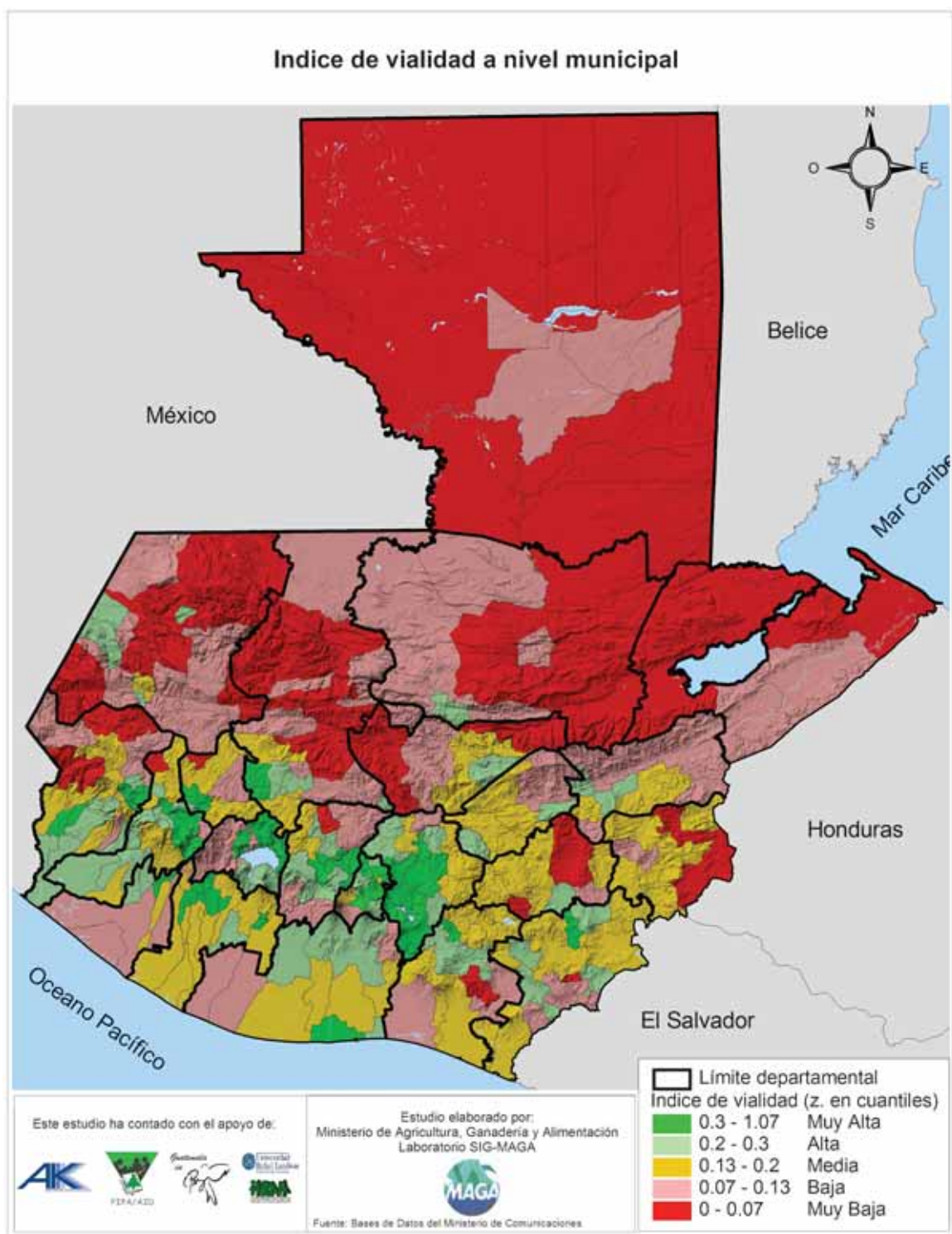






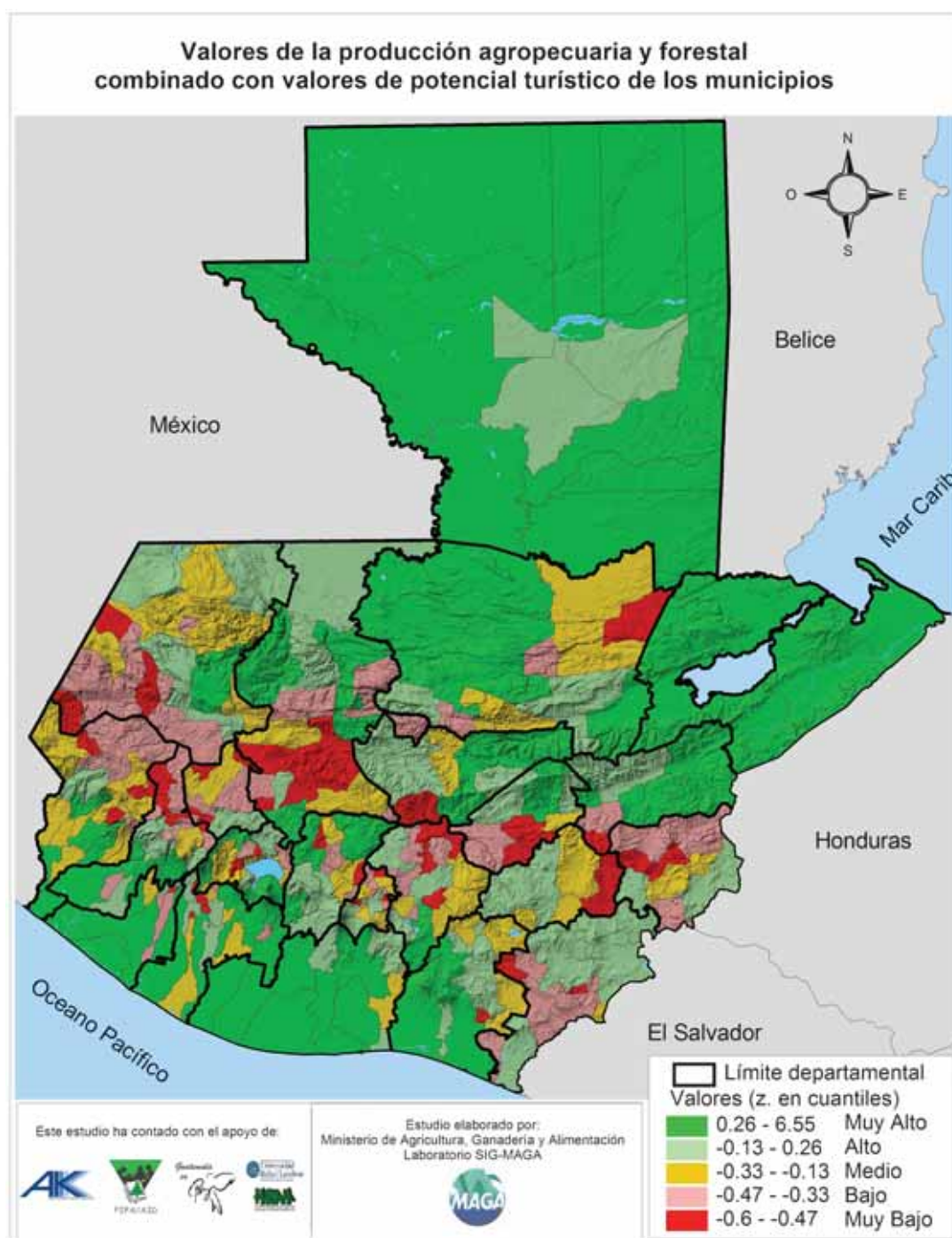
Anexo 3

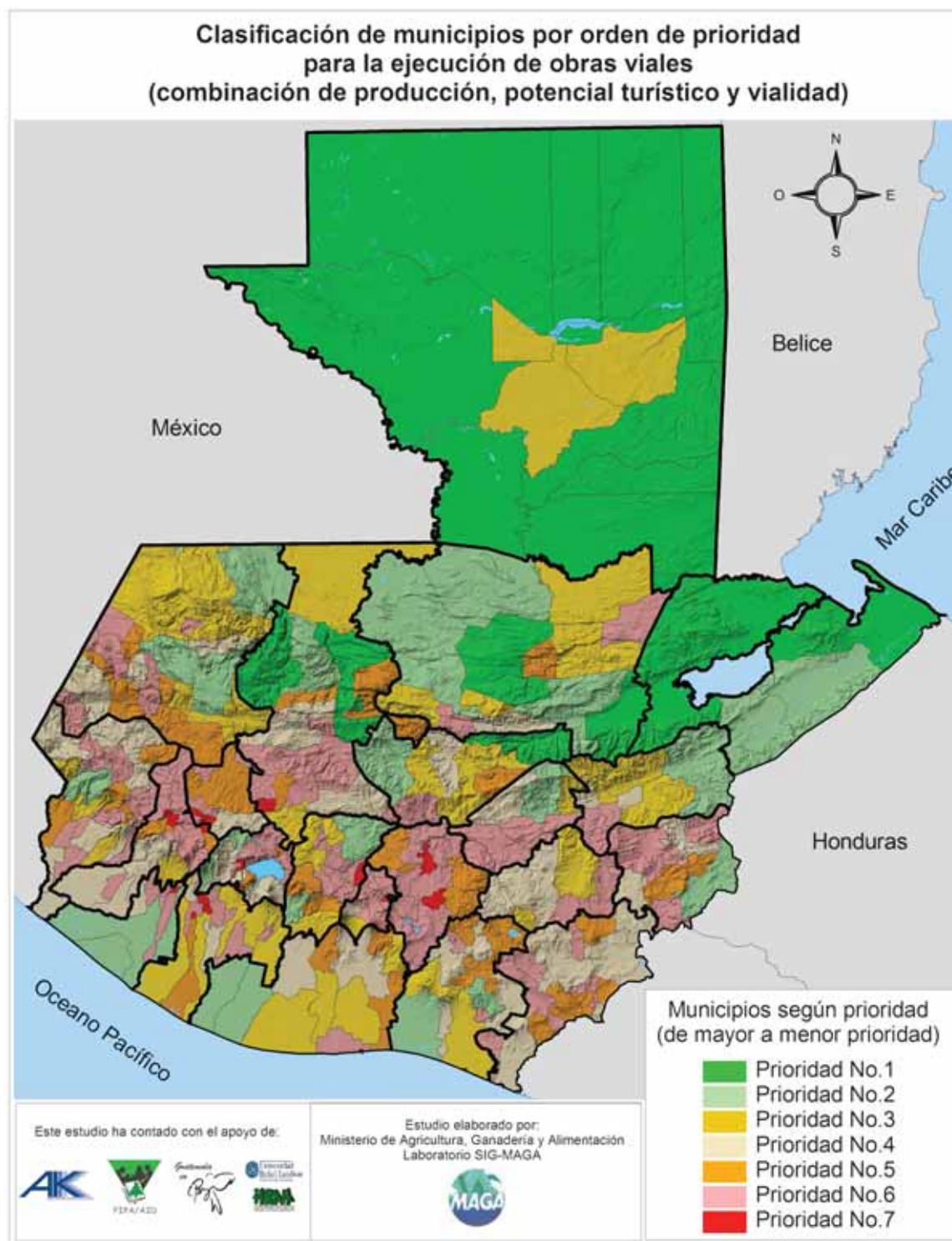
Mapas del índice de vialidad

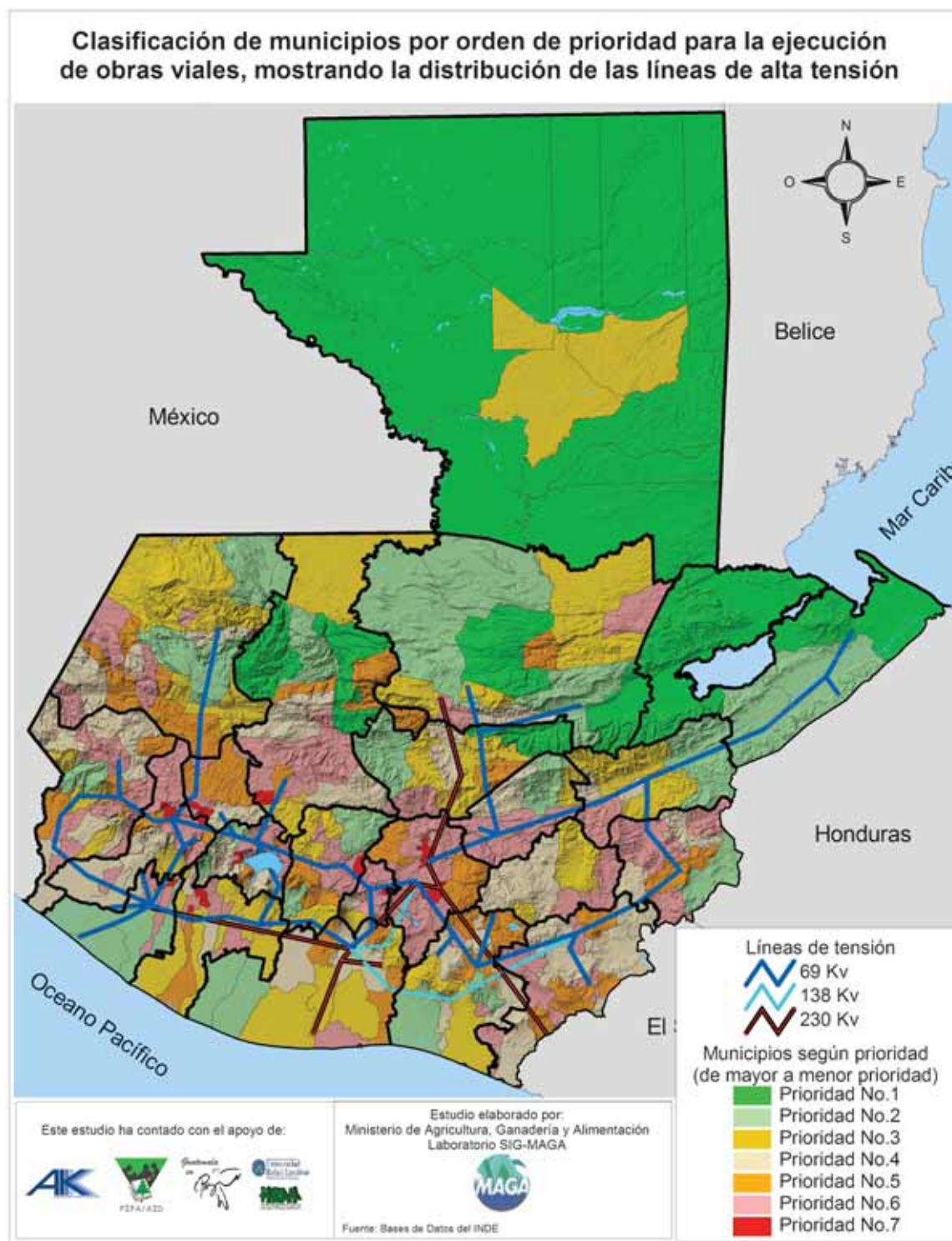


Anexo 4

Mapa combinado de valores productivos y turísticos,
mapa final de clasificación de municipios por orden
de prioridad para la ejecución de obras viales y
mapa final con líneas de alta tensión

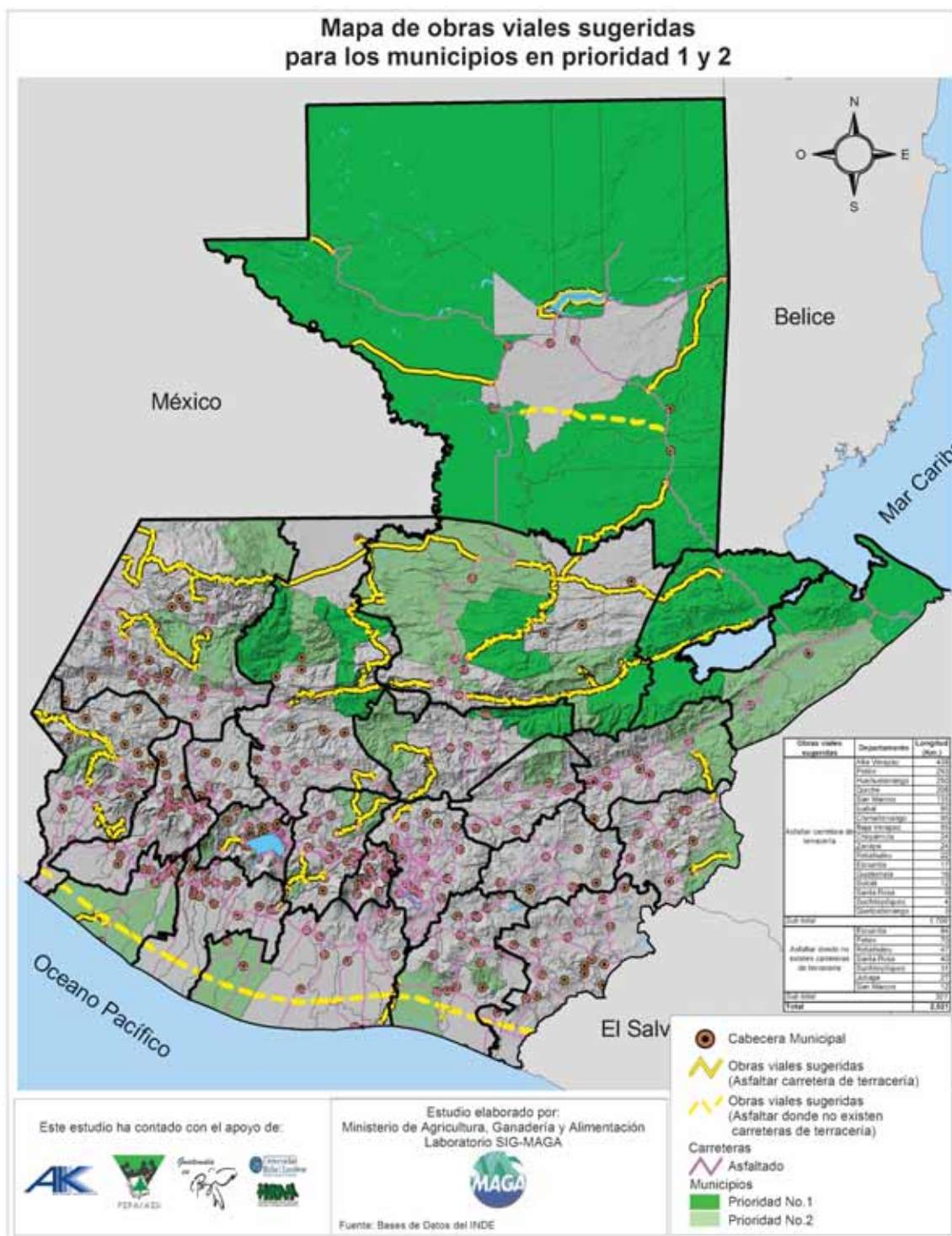


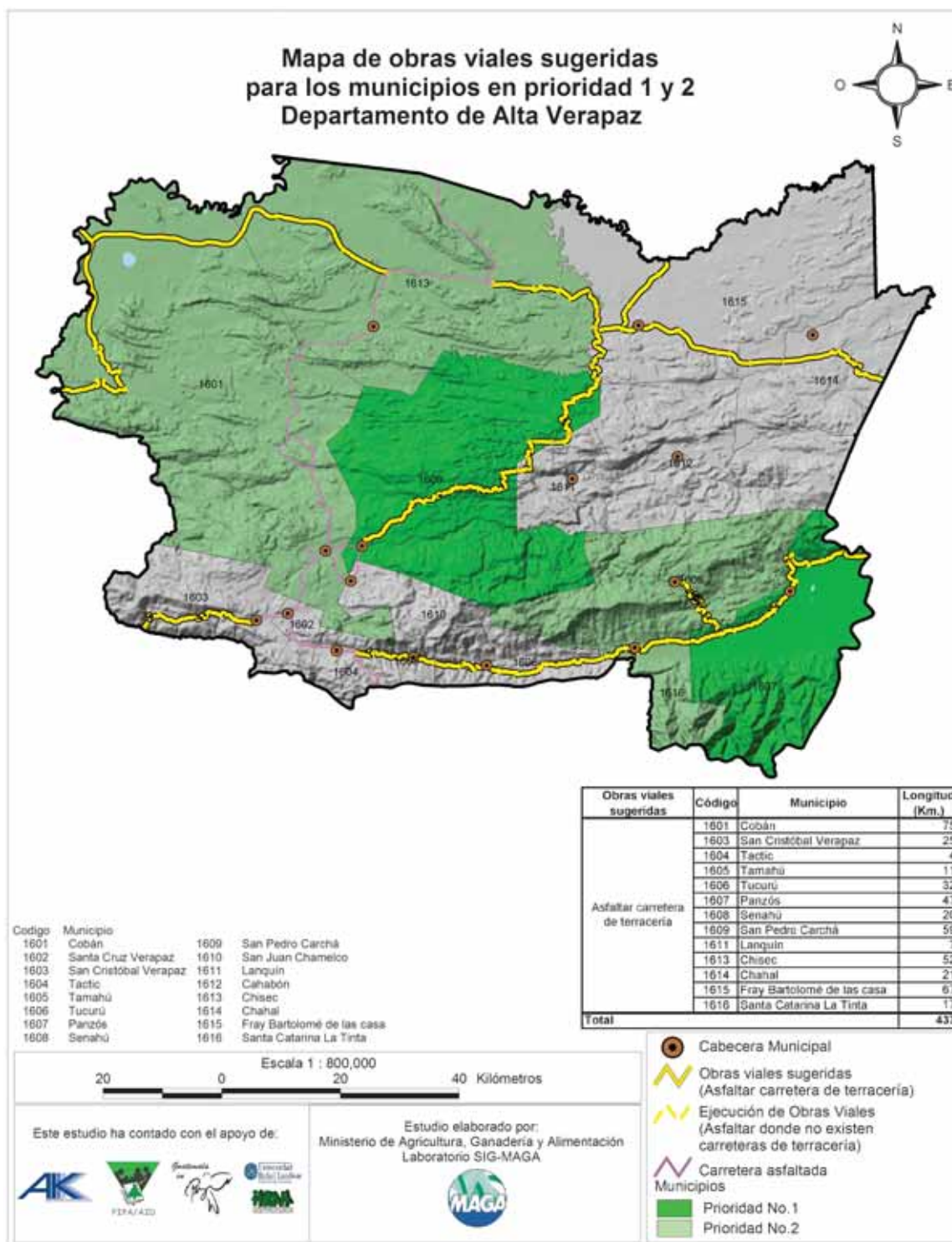


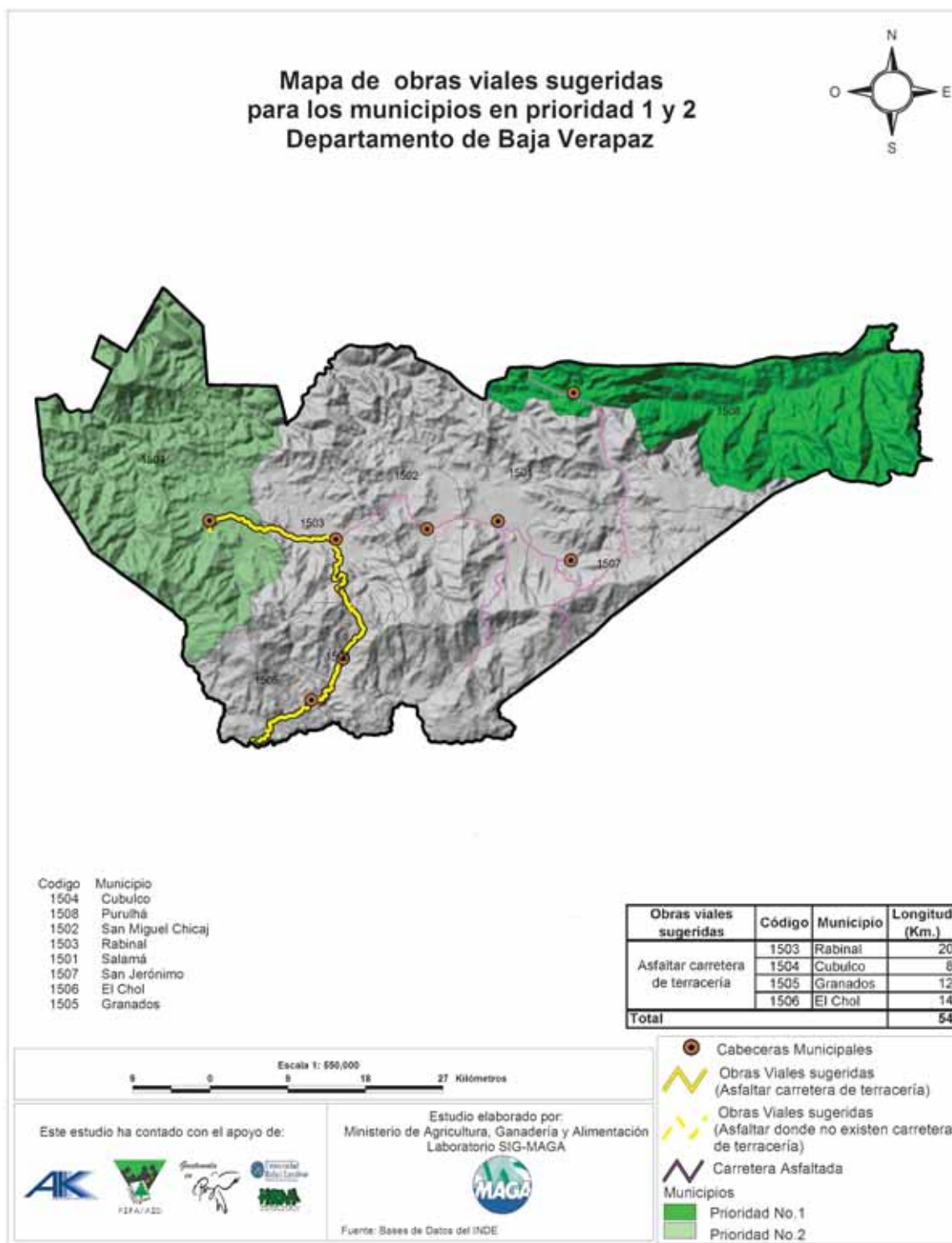


Anexo 5

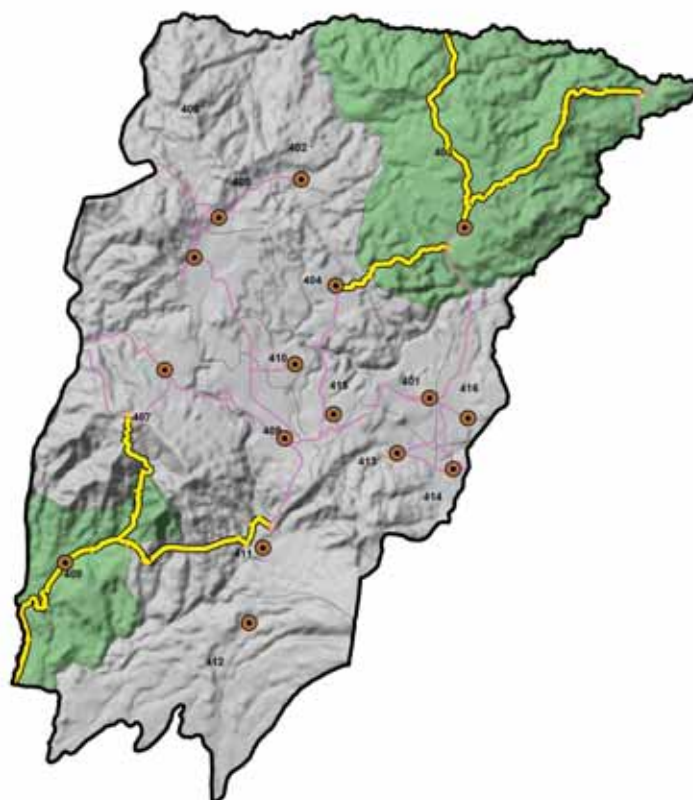
Mapa general de obras en carreteras y mapas por departamento







Mapa de obras viales sugeridas para los municipios en prioridad 1 y 2 Departamento de Chimaltenango



Código	Municipio	Código	Municipio
406	Tecpán Guatemala	407	Patzún
403	San Martín Jilotepeque	410	Santa Cruz Balanyá
402	San José Poaquil	409	Patzicla
405	Santa Apolonia	413	San Andrés Itz'apa
404	Comalapa	414	Parramos
401	Chimaltenango	408	Pochutá
415	Zaragoza	411	Acatenango
416	El Tejar	412	Yepocapa

Obras viales sugeridas	Código	Municipio	Longitud (Km.)
Asfaltar carretera de terracería	403	San Martín Jilotepeque	48
	404	Comalapa	3
	407	Patzún	6
	408	Pochutá	26
	411	Acatenango	14
Total			95

Escala 1: 450,000
0 6 12 18 24 Kilómetros







Este estudio ha contado con el apoyo de:

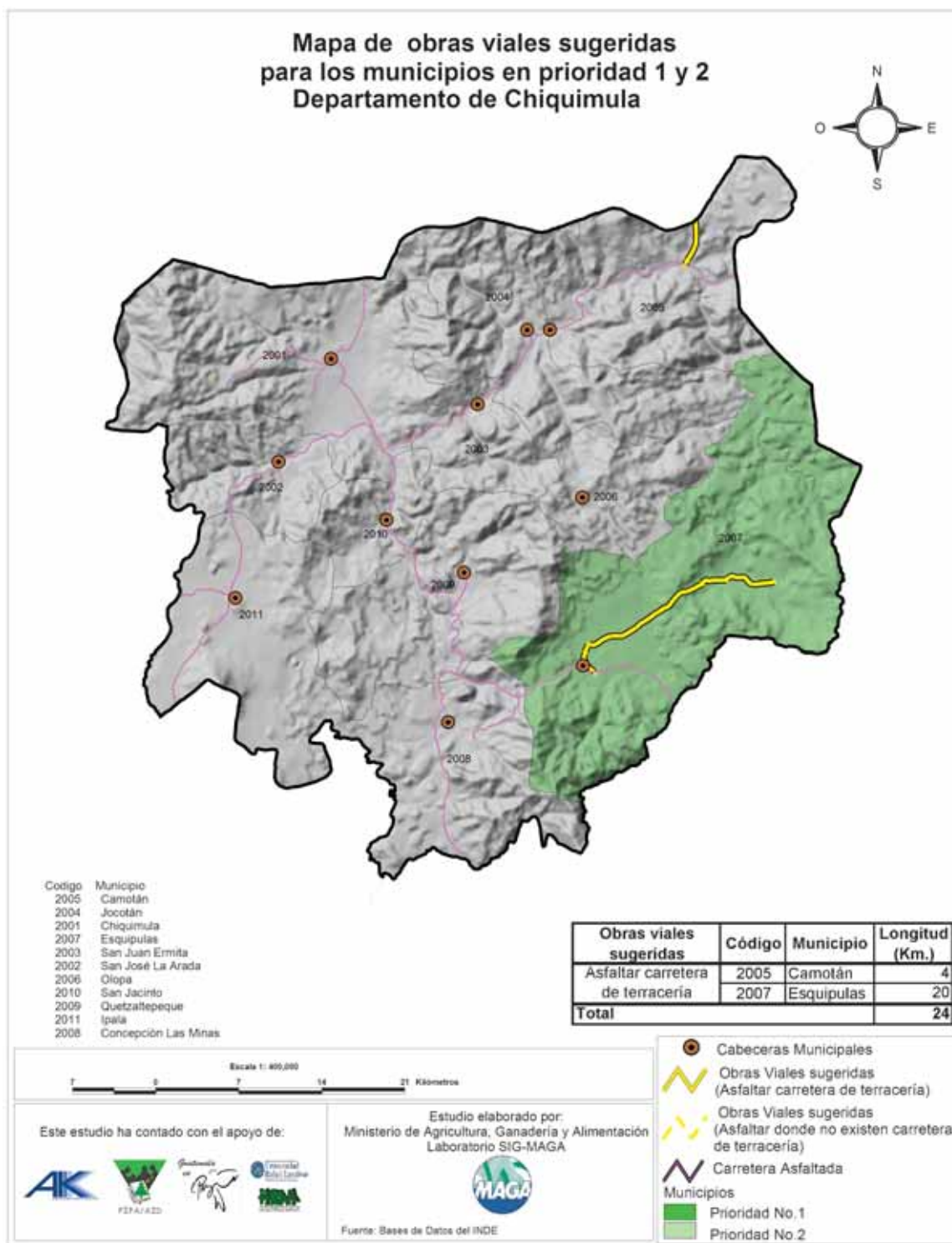


Estudio elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Laboratorio SIG-MAGA

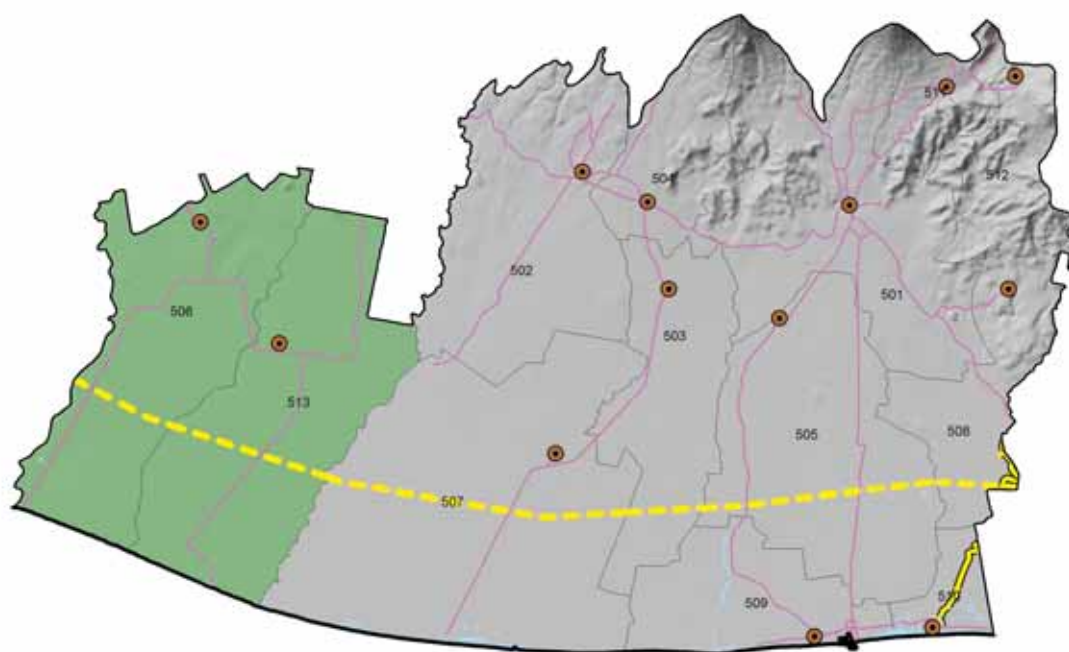


Fuente: Bases de Datos del INDE

-  Cabeceras Municipales
-  Obras Viales sugeridas (Asfaltar carretera de terracería)
-  Obras Viales sugeridas (Asfaltar donde no existen carretera de terracería)
-  Carretera Asfaltada
- Municipios
 -  Prioridad No. 1
 -  Prioridad No. 2



Mapa de obras viales sugeridas para los municipios en prioridad 1 y 2 Departamento de Escuintla



Código	Municipio
501	Escuintla
504	Sigüalá
511	Palín
502	Santa Lucía Cotzumalguapa
512	San Vicente Pacaya
506	Tiquisate
513	Nueva Concepción
508	Guanagazapa
503	La Democracia
505	Masagua
507	La Gomera
509	San José
510	Iztapa

Obras viales sugeridas	Código	Municipio	Longitud (Km.)
Asfaltar carretera de terracería	508	Guanagazapa	7
	510	Iztapa	10
Sub total			17
Asfaltar donde no existen carreteras de terracería	503	La Democracia	7
	505	Masagua	23
	506	Tiquisate	11
	507	La Gomera	29
	508	Guanagazapa	8
	513	Nueva Concepción	16
Sub total			94
Total			111

Escala 1: 550,000
0 5 10 15 20 25 Kilómetros







Este estudio ha contado con el apoyo de:

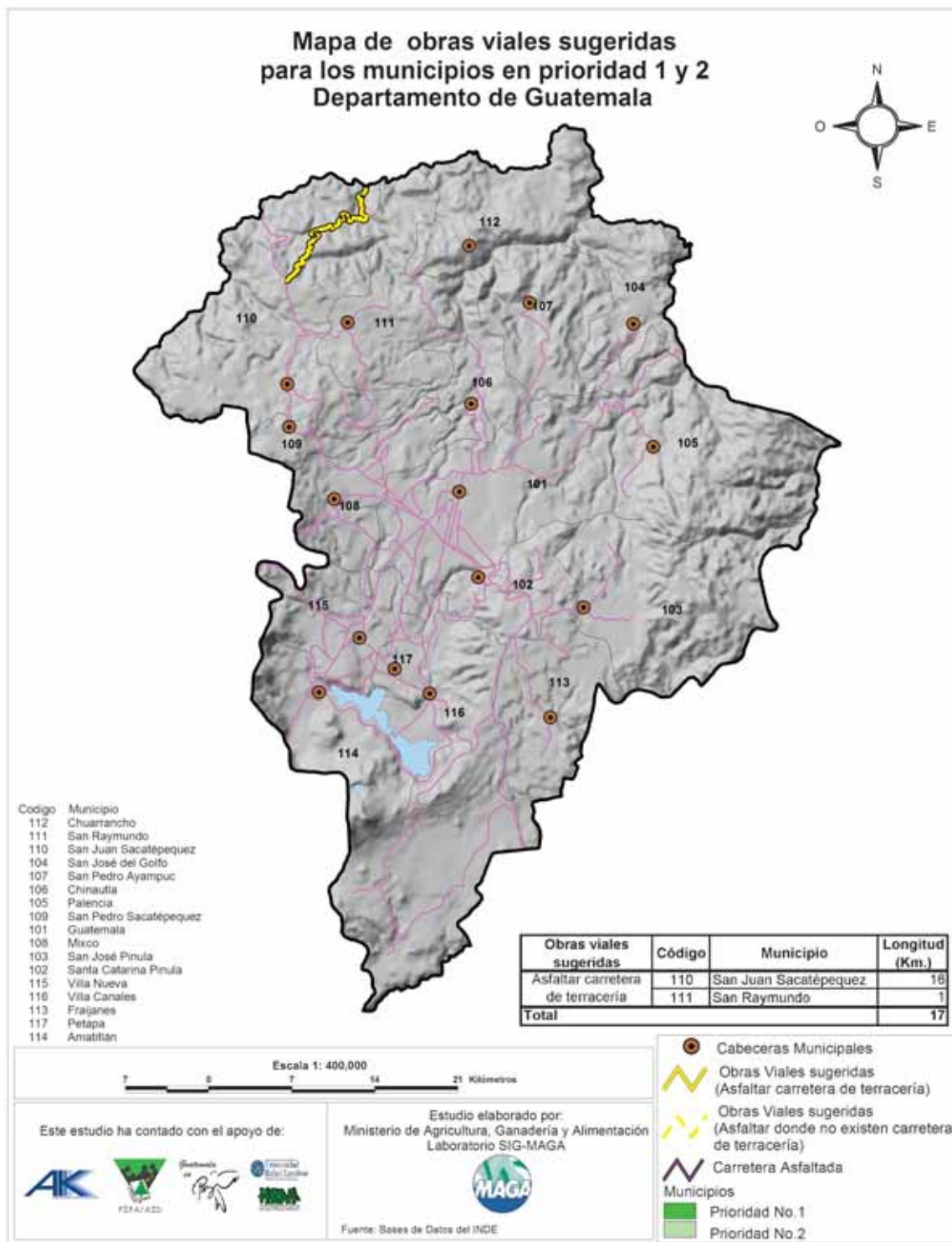


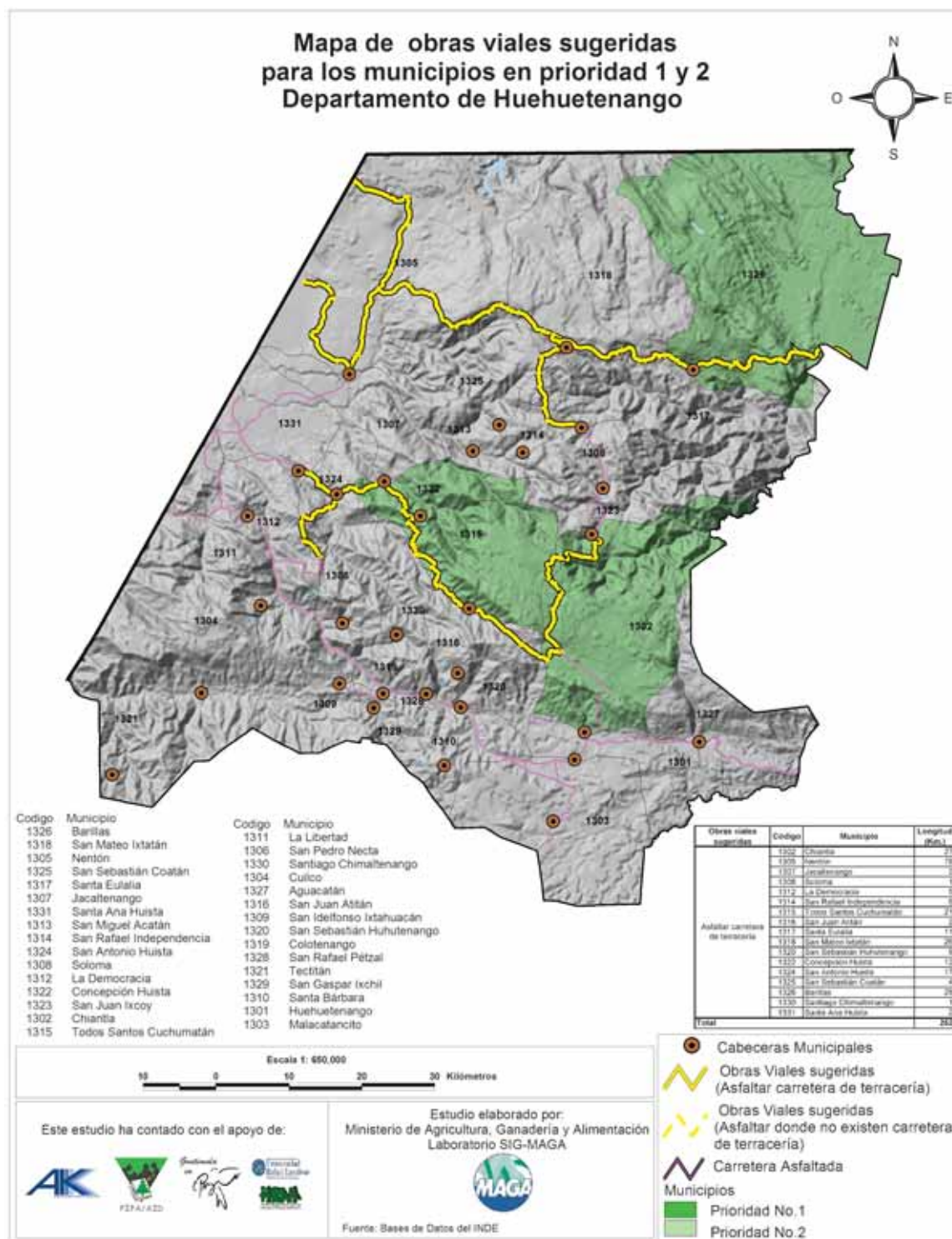
Estudio elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Laboratorio SIG-MAGA

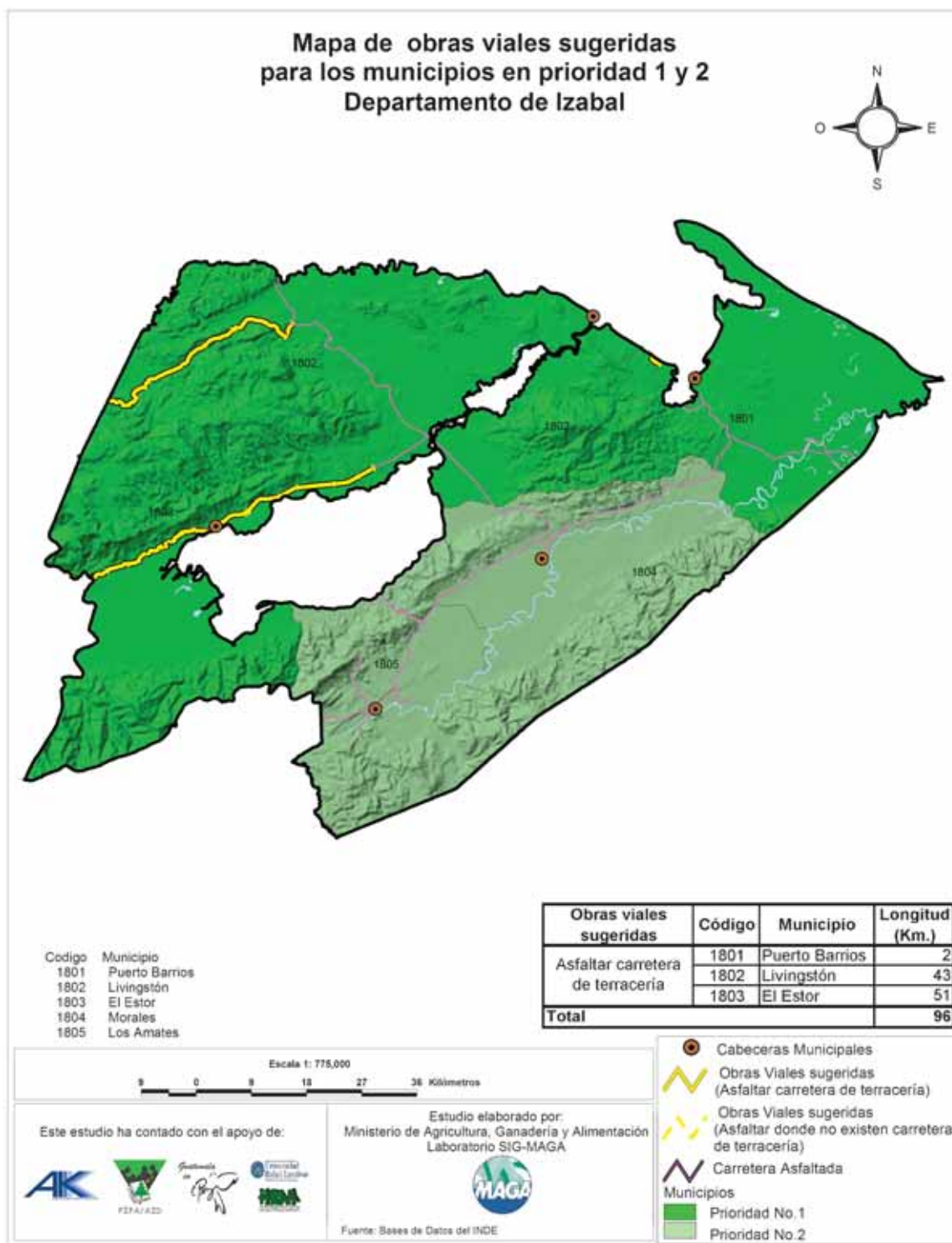


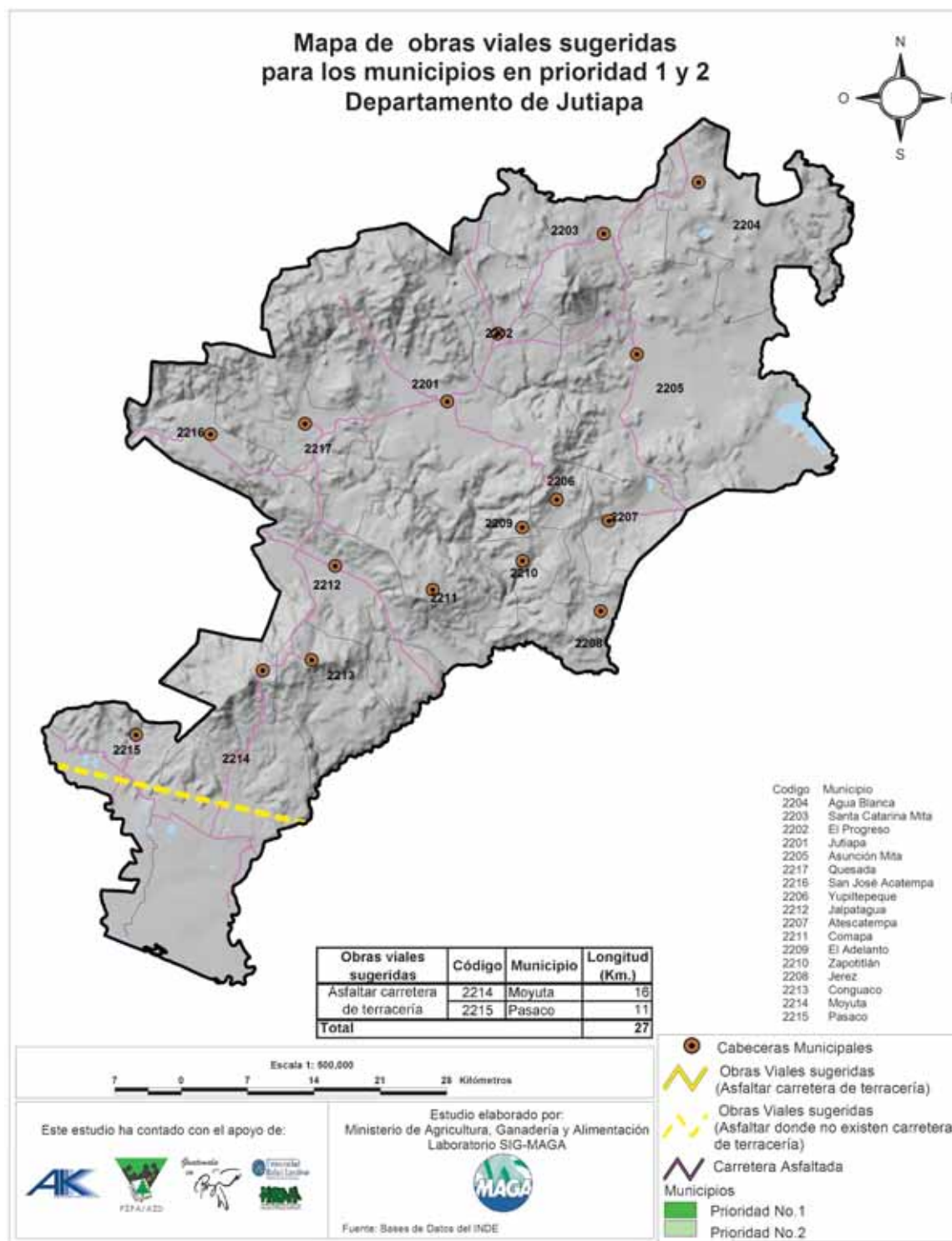
Fuente: Bases de Datos del INDE

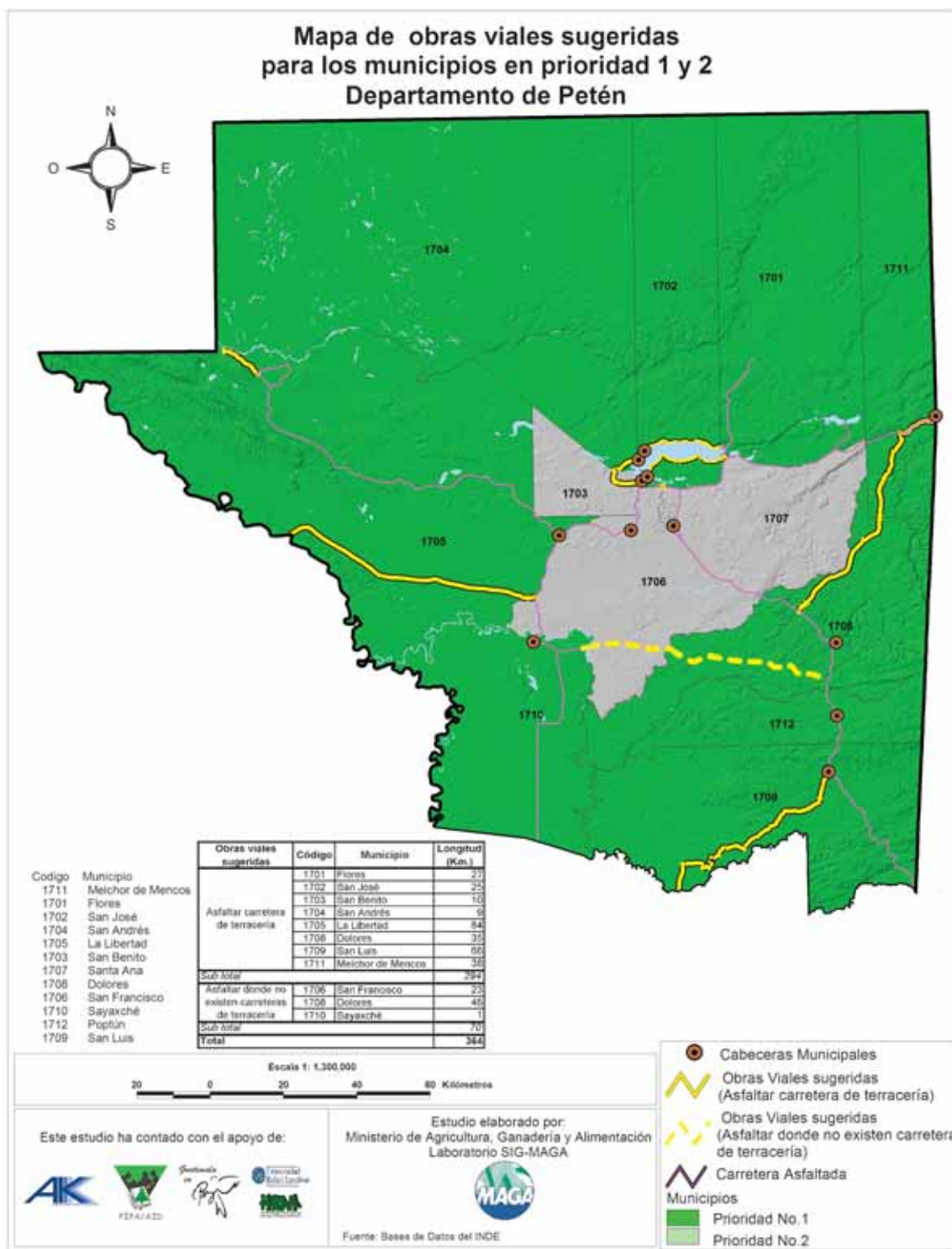
-  Cabeceras Municipales
-  Obras Viales sugeridas (Asfaltar carretera de terracería)
-  Obras Viales sugeridas (Asfaltar donde no existen carretera de terracería)
-  Carretera Asfaltada
- Municipios**
-  Prioridad No. 1
-  Prioridad No. 2







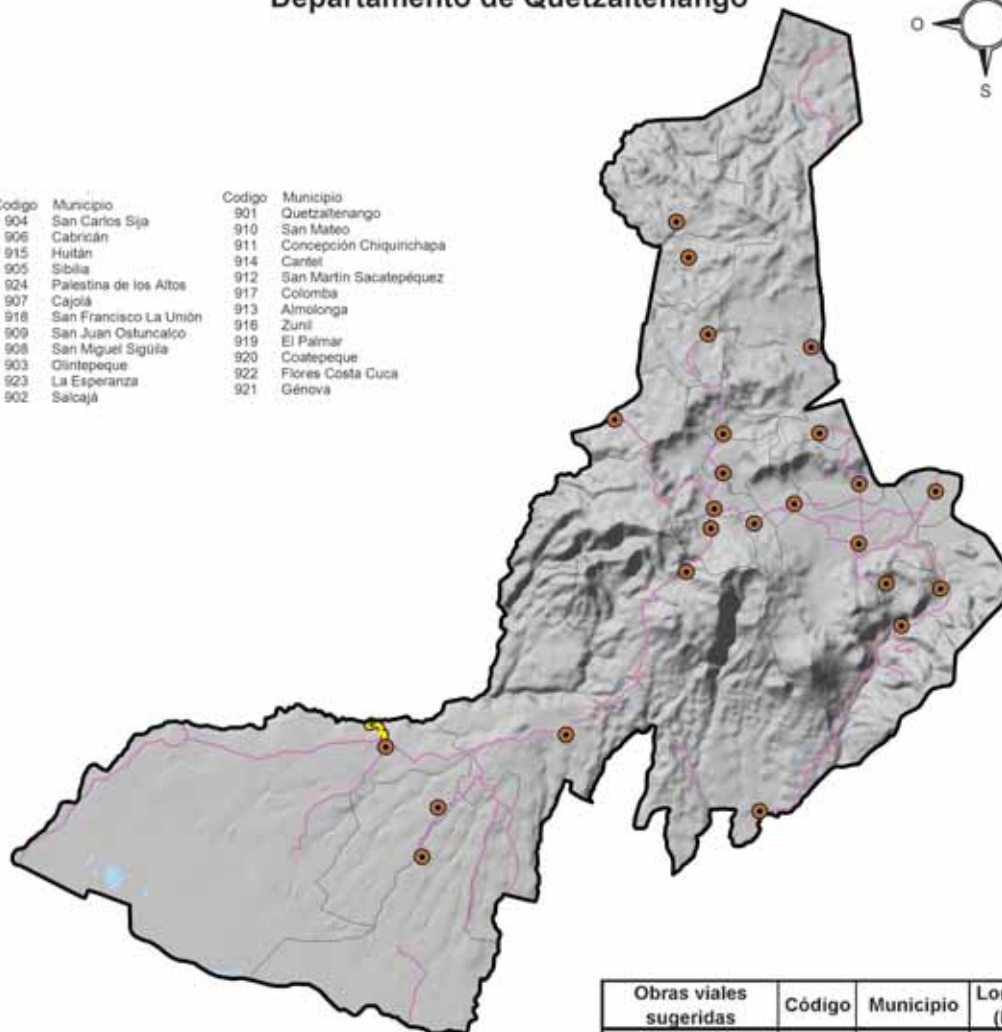




Mapa de obras viales sugeridas para los municipios en prioridad 1 y 2 Departamento de Quetzaltenango



Código	Municipio	Código	Municipio
904	San Carlos Sija	901	Quetzaltenango
906	Cabricán	910	San Mateo
915	Huitán	911	Concepción Chiquirichapa
905	Sibilia	914	Cantel
924	Palestina de los Altos	912	San Martín Sacatepéquez
907	Cajolá	917	Colomba
918	San Francisco La Unión	913	Almolonga
909	San Juan Ostuncalco	916	Zunil
908	San Miguel Sigüla	919	El Palmar
903	Olintepeque	920	Coatepeque
923	La Esperanza	922	Flores Costa Cuca
902	Salcá	921	Génova



Obras viales sugeridas	Código	Municipio	Longitud (Km.)
Asfaltar carretera de terracería	920	Coatepeque	3
Total			3

Este estudio ha contado con el apoyo de:






Estudio elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Laboratorio SIG-MAGA



Fuente: Bases de Datos del INDE

 Cabeceras Municipales

 Obras Viales sugeridas (Asfaltar carretera de terracería)

 Obras Viales sugeridas (Asfaltar donde no existen carretera de terracería)

 Carretera Asfaltada

Municipios

 Prioridad No. 1

 Prioridad No. 2

