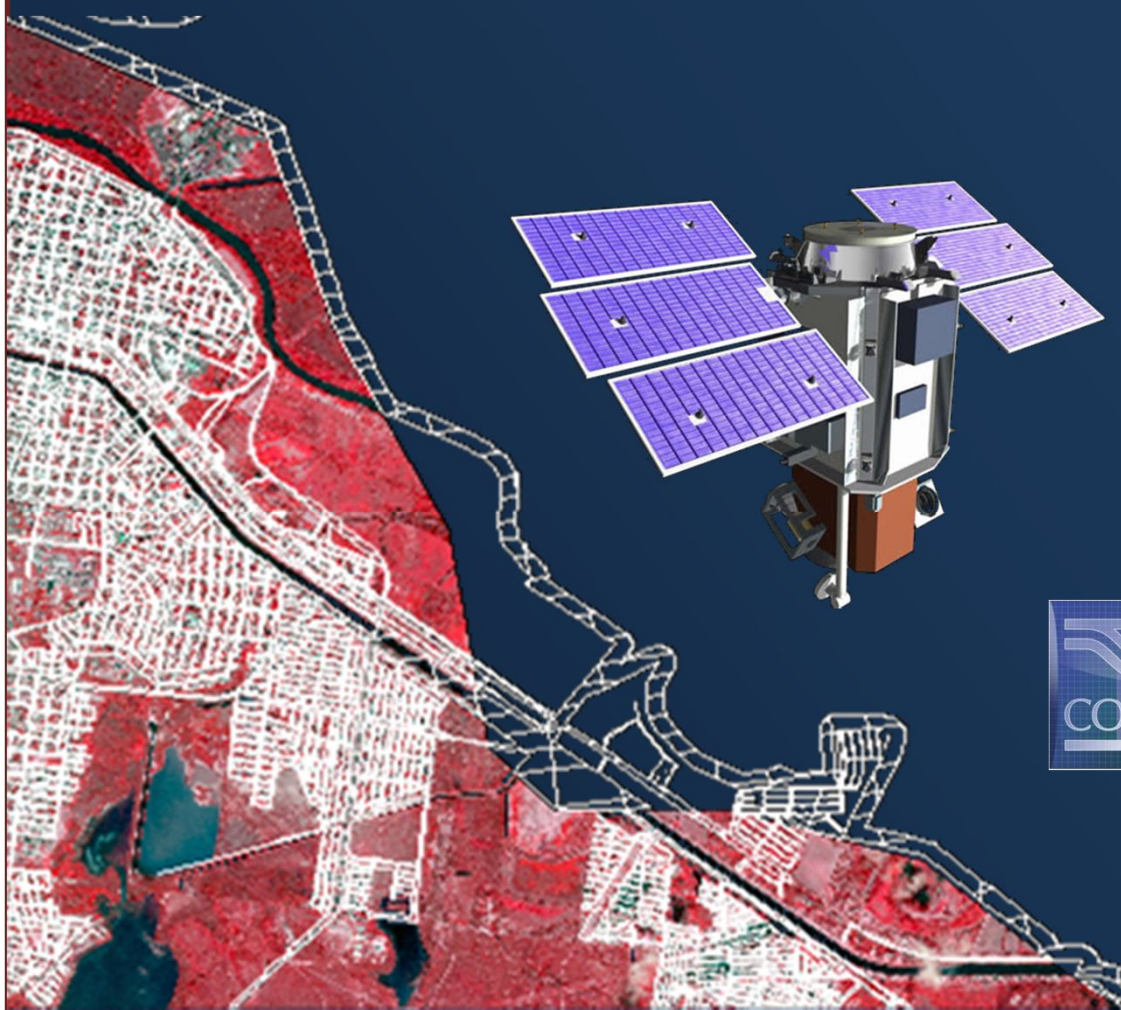


Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para Reynosa, Tamaulipas.

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)
Agencia Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Tamaulipas



Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para Reynosa, Tamaulipas.

Autores: María Elena Giner
José Mario Sánchez Soledad
Luis Ernesto Cervera Gómez
Mario Vázquez Valles
Tomás Balarezo Vásquez
Armando Herrerías Velasco
Hugo Luis Rojas Villalobos

ISBN: 978-607-8021-15-4



© BECC-COCEF
1ª. edición, 2011
Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
Border Environment Cooperation Commission
Blvd. Tomás Fernández núm. 8069
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32470
Tel. (52-656) 688-4600
Impreso en México - Printed in Mexico
Impreso en papel reciclado 24 libras

Diagnósticos de necesidades de pavimentación por imágenes satelitales para Reynosa, Tamaulipas /
María Elena Giner, José Mario Sánchez Soledad, Luis Ernesto Cervera Gómez, Mario Vázquez Valles,
Tomás Balarezo Vásquez, Armando Herrerías Velasco, Hugo Luis Rojas Villalobos.- 1ª. ed. Ciudad Juárez,
Chih.: Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, 2011.

66 p.; 27 cm.

Incluye bibliografía

ISBN: 978-607-8021-15-4



En este proyecto y con el uso de tecnología satelital y la incorporación de Sistemas de Información Geográfica se propone realizar un inventario del estado actual de pavimentación en las calles de la ciudad de Reynosa. Dicho inventario de calles con su estatus de pavimentación contará con sub-unidades espaciales conocidas como Áreas Geo estadísticas Básicas así como por Colonias.

1. Pavimentación – Reynosa, Tamaulipas - Diagnósticos
2. Pavimentación – Reynosa, Tamaulipas - Inversiones
3. Pavimentación – Reynosa, Tamaulipas – Planificación

HT169.R49 T3532 2011

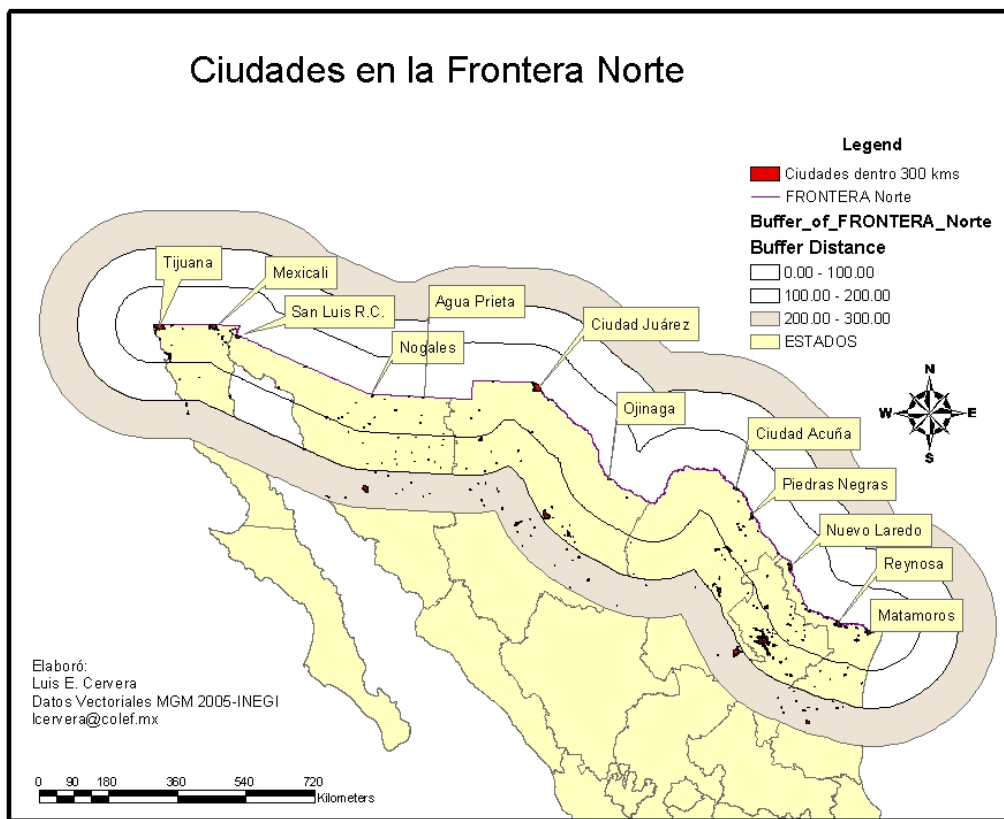
Contenido

Introducción	2
Objetivos	4
Antecedentes	4
Impactos	7
Términos de referencia	9
Metodología	12
Cronograma	14
Presupuesto	15
Referencias Bibliográficas	16
Reynosa, Tamaulipas	17
• Población	
• Datos	
• Metodo-Datos y Resultados	20
• Conexión de Resultados	
• Consideraciones sobre el método y la imagen	37
Resultados por AGEB	39
Costos	46
Resultaods por Colonias	48
Costos	55
Consideraciones sobre el método y el uso de la imagen	55
Anexos I	
Mapas finales	56-63

INTRODUCCION

Los países de México y los Estados Unidos de Norte América comparten una frontera común que se extiende por 3,100 kilómetros. A lo largo de ésta se asientan un número importante de ciudades que tienen una contraparte urbana o rural; quedando estas mismas separadas políticamente por la línea divisoria. Ambos países históricamente mantienen relaciones comerciales, ambientales, acuerdos internacionales (i.e. tratados de agua, etc.), manifestándose en la mayoría de los casos una interdependencia económica, Coexisten. Así tenemos el caso de la ciudad de Tijuana/San Diego en la parte este de la frontera hasta el caso, o de las ciudades de Matamoros/Brownsville al oeste (ver Figura 1). Uno de los problemas ambientales más fuertes y sobre todo de las ciudades mexicanas tiene que ver con un rezago en calles pavimentadas, teniendo un impacto en la salud y en el ambiente en un contexto binacional. Por el lado americano existen problemas de pavimentación, pero no tanto de cobertura, sino de mantenimiento, edad del mismo, calidad, etc. En este proyecto y con el uso de tecnología satelital y la incorporación de Sistemas de Información Geográfica se realizó un inventario del estado actual de pavimentación en las calles de la Ciudad de **Reynosa, Tamaulipas**. Dicho inventario de calles con su estatus de pavimentación tiene una sub-unidad espacial conocida como Área Geostadísticas Básicas así como por Colonias. Para lograrlo, se utilizó una imagen satelital del sensor de alta resolución espacial (60 cm/pixel) conocido como Quick Bird en combinación de un algoritmo de Sistemas de Información Geográfica.

Los principales resultados arrojaron una ciudad con una superficie total en calles del orden de 16, 218, 329 metros cuadrados, de los cuales un total aproximado de 9,060366 se encuentran sin superficie asfáltica, representando un 45 por ciento y afectando directamente a un total de 195,618 habitantes, del total 507,998 (INEGI, 2005). Finalmente se hace una aproximación de costos de pavimentación realizado por Area Geoesdadística Básica y por Colonia. Si se considera el 100 por ciento de la superficie caculada en este reporte, la Ciudad de Reynosa requeriría



un costo aproximado de 2,300 millones de pesos. Evidentemente, una política de priorización tendría que escoger algunos sectores o colonias en función de la población impactada en conjunto con otras políticas de priorización de los gobiernos municipales.

Este proyecto fue realizado en un ambiente espacial y los resultados se encuentran en un proyecto de ArcMap, de tal forma que los tomadores de decisiones cuentan con la información digital distribuida por AGEB o Colonia a fin de utilizarlos en sus políticas de tomas de decisiones que ayuden a la detección de las zonas más prioritarias a pavimentarse.

OBJETIVOS

Objetivo principal: Aplicar de técnicas de Percepción Remota y la incorporación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para extraer y clasificar las superficies calles pavimentadas y sin pavimentar para la ciudad fronteriza de Reynosa, Tamaulipas.

- Las unidades o polígonos base para extraer superficies resultados y estadísticas de la clasificación es el “Área Geoestadística Básica” y posiblemente la colonia”.
- Aplicar un algoritmo práctico que permita la estimación de un indicador urbano de superficies pavimentadas y sin pavimentar en un período corto de tiempo y posiblemente sin supervisión de campo.
- Relacionar resultados finales de superficies sin pavimentar con costos de pavimentación en las diferentes opciones que ofrece el mercado.
- Proveer una metodología replicable que permita estimaciones de superficies no pavimentadas en otras ciudades.

ANTECEDENTES

Las ciudades fronterizas del Norte de México cuentan con un rezago muy importante en cuanto a la pavimentación de sus calles. De tal manera que se cuenta con un rezago promedio del 48 por ciento, llegando a encontrarse casos de

poblaciones como San Luis Río Colorado que solo cuentan con un 20 por ciento de calles pavimentadas. Casos como Ciudad Juárez cuentan con una superficie pavimentada del orden del 60 por ciento quedando por arriba de la media pavimentada en ciudades de la frontera norte. El problema de las ciudades fronterizas del lado estadounidense es diferente. Gran porcentaje de su superficie cuenta con pavimento. Los problemas son de edad y estado del pavimento (Diario, 3/18/2008).

Los problemas de contar con una carga vehicular fuerte transitando sobre grandes superficies no pavimentadas tienen efectos importantes en la salud humana y ambiental, así como en la movilidad urbana y posiblemente en indicadores de desarrollo y de calidad de vida.

Estos problemas tienen un impacto binacional en las ciudades fronterizas, sobre todo en aquellas que cuentan con una ciudad gemela de lado de los Estados Unidos, como los casos, de Ciudad Juárez-El Paso, Nogales, Sonora-Nogales, Arizona, Mexicali-Caléxico, Agua Prieta-Douglas, etc. La razón reside en compartir una parcela de aire cuya concentración de partículas contaminantes depende de la actividad de ambos lados desplazándose con su respectivo arrastre de contaminantes en ambos lados en función de la velocidad y dirección del viento, así como de condiciones térmicas.

Hasta ahora, las estadísticas de pavimentación se refieren a porcentajes de cobertura por mancha urbana. Sin embargo, es un dato que requiere ser

actualizado y monitoreado. Se cuenta con una necesidad de conocer a detalle las zonas de las ciudades que no cuentan con calles revestidas. Con el fin de estimar los presupuestos requeridos por ciudad para luchar contra el rezago de pavimentación y sus efectos en la salud y en el ambiente de las localidades fronterizas.

La aplicación de técnicas de percepción remota y el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial permiten la extracción de información sobre la manchas urbana sin estar en contacto directo con ella; esto es, sin requerir levantamiento de información con brigadas de personal en campo. Con estas técnicas se contribuye a la creación de indicadores de pavimentación útiles para las autoridades municipales e instituciones financiadoras ya que permiten en corto tiempo estimar costos con una buena aproximación. Para el caso específico de pavimentación está más que probado que la Percepción Remota (PR) tiene el potencial de proveer Información detallada de caminos y redes de calles y puede ofrecer una forma más económica y rápida para mejorar las prácticas comunes para la observación y el inventario de la red de transporte (Jensen and Cowen 1999, Usher 2000).

La cartografía digital generada y debido a que está georeferenciada se liga fácilmente a variables censales e indicadores socioeconómicos y ambientales. De tal suerte que facilita la extracción de información y la construcción de indicadores de calidad de vida y de desarrollo.

IMPACTOS

La pavimentación se relaciona con indicadores de **salud**, directamente aquellos relacionados con calidad del aire. Los suelos sin pavimento contribuyen de forma significativa con la emisión de partículas de polvo a la atmósfera inmediata, quedando expuesta la población a riesgos eminentes de enfermedades respiratorias entre otras. Uno de los indicadores ambientales o de contaminantes aéreos mas importantes es el PM_{10} . Este se refiere a las partículas de polvo suspendidas con un diámetro menor a los $10\ \mu m$ (PM_{10}). Las concentraciones de PM_{10} en la atmósfera inmediata a las ciudades está al parecer altamente relacionada con el tránsito de una fuerte carga vehicular sobre una gran superficie de calles pavimentadas.

En ciudades fronterizas como Mexicali, B.C. existen reportes indicando que hasta un 63% de la contaminación del aire por PM_{10} en la ciudad y lo cual equivale a 53,689 toneladas por año es debida al levantamiento de polvo por el tránsito de vehículos en caminos que no cuentan con pavimentos. Este indicador para Mexicali se relacionaba a una superficie no pavimentada del 38 por ciento. Para el caso de la ciudad de Tijuana un inventario de emisiones de la calidad del aire (2000-2005) reportó que se generan 23,563 toneladas anuales de PM_{10} , de las cuales el 76% (17,860 toneladas anuales) son producto de del transito vehicular sobre calles sin pavimentar. En ese mismo tiempo se reportaba que en la ciudad de Tijuana un 40% de las vialidades no contaban con algún revestimiento (COCEF, 2003).

Ciudad Juárez es otro de los casos de ciudades fronterizas con una gran extensión en la conformación de su mancha urbana y con déficits muy serios en materia de pavimentación; estos del orden del 50 % reportado en el último lustro y nuevas estadísticas del IMIP reportan un 40% sin pavimentar. Sumado a esto Ciudad Juárez tiene una carga vehicular muy fuerte, del orden de mas de 366, 739 vehículos. Hernández et al 2000, reportan que se han presentado niveles de contaminación de hasta $378 \mu\text{m}/\text{m}^3$ de PM_{10} . Estudios de salud realizados en Ciudad Juárez por Hernández et al (2000) encontraron asociaciones positivas entre las concentraciones de PM_{10} y el número de consultas por asma y enfermedades respiratorias.

Cabe destacar que las ciudades fronterizas comparten parcelas de aire que nada tienen que ver con las líneas divisorias. Y que los niveles de contaminación emanados por la alta movilidad vehicular sobre grandes extensiones de caminos si revestimiento tienen un impacto binacional dado la proximidad inmediata de las ciudades al otro lado de la línea divisoria. En conclusión el impacto es de orden binacional.

Otros de los impactos se relacionan con la **actividad urbana** y específicamente con movilidad. Los caminos no pavimentados normalmente propician tiempos de traslado mas elevados para la ciudadanía. Afectando el desplazamiento diario hacia centros escolares, zonas comerciales, parques industriales, parques, etc. Estas condiciones se exacerbaban durante época de lluvias que además de elevar los tiempos de traslado o impedirlos se convierten en aportadores directos de material de arrastre. Sin duda un problema

importante lo constituye la inexistencia de banquetas y de guarniciones, mismas que tienen una función muy importante para la seguridad del peatón y la seguridad de las viviendas.

TERMINOS DE REFERENCIA

Los términos de referencia que establecen los compromisos adquiridos ante COCEF son los mismos para las dos ciudades involucradas en la propuesta, de tal manera que los productos son:

I. Clasificación de pavimentación para la ciudad Reynosa, Tamaulipas. Se compromete un reporte de dicha Ciudad. Este producto incluye estadísticas de superficies sin pavimentar y pavimentada por Área Geo-estadística Básica. La tabla de datos para contendrá la siguiente información.

Cuadro 1.

Ciudad	Estadísticas de pavimentación				Población impactada con pavimento	Población Impactada sin pavimento
	Sup. Pavimentar (m ²)	Sup. Sin pavimentar (m ²)	Km lineales pavimentados	Km lineales sin pavimentar		
Reynosa						
Ageb <i>i</i>						
·						
·						
·						
Ageb <i>n</i>						
Σ Ageb's						
Σ Ageb's						

La entrega se hará de acuerdo al orden que se le dio en el Cronograma de trabajo.

II. Relacionar estadísticas de pavimentación con las variables censales de población, vivienda e infraestructura básica y con indicadores contruídos por la COCEF.

Cuadro 2.

Ciudad	Estadísticas de pavimentación				Variables del conteo 2005-INEGI				
Matamoros	Sup. Pavimentada (m2)	Sup. Sin pavimentar (m2)	Km lineales pavimentados	Km lineales sin pavimentar	Vi	Vii	Vn
Ageb <i>i</i>									
.									
.									
.									
Ageb <i>n</i>									
Σ Ageb's									
Σ Ageb's									

Esta tabla es del tipo relacional y creada con el modulo "Joint" del Sistema de Información Geográfica y que permite la conexión de la unidad espacial (AGEB) con el resto de las variables. De tal manera que él usuario podrá generar cartografía temática y poder analizar en un contexto espacial sus indicadores.

III. Los datos o cartografía generada será entregada en versión digital con datos y metadatos específicos de la imagen y de la localidad.

3.1 Los metadatos de la cartografía incluirán la información siguiente:

- Fecha
- Responsable de elaboración
- Proyección Geográfica estandarizada con INEGI: WGS 84
- Sistema Coordinado (UTM); expresado en metros
- Datum: Ejemplo: Nad 1927, Zona 13 n
- Fuente de datos vectoriales:

3.2 La presentación digital de la cartografía contendrá los elementos básicos cartográficos:

- Título (clasificado con índice: i.e. Mapa 1, Mapa 2, etc.)
- Norte
- Escala (kilómetros)
- Legendas (descripción del contenido temático y datos vectoriales y rasters)
 - Vectoriales: AGEB's y resultados de clasificación de pavimentación
 - Rasters: Imagen compuesta de QuickBird (bandas 4,3,2)
- Elaboró:
- Créditos y logo de la COCEF
- Créditos sobre datos originales

Créditos para Quantum Hidroplaneación

IV. Conectar los estadísticos finales de superficie sin pavimentar con costos actuales de pavimentación es sus diferentes tipos: concreto rígido, concreto hidráulico, asfalto, etc.

Cuadro 3. Estimación de costos de pavimentación por AGEB

Ciudad	Estadísticas		COSTOS en Pesos Mexicanos estimados con datos recientes			Indicador
	Sup Sin Pavimento (m2)	Sup. Ajustada con sup de Banquetas	Concreto Hidráulico	Otro tipo de Concreto	Asfalto	
Reynosa						Población Impactada con pavimento.
Ageb <i>i</i>						
.						
.						
Ageb <i>n</i>						
Σ Ageb's						
Σ Ageb's= total Ciudad						

V. Entrega de datos satelitales, mapas de pavimentación, cartografía digital de la ciudad e información censal.

5.1 El 100 por ciento de los datos adquiridos ante INEGI y la compañía de Imágenes Satelitales son propiedad de la COCEF y es esta institución quien decidirá las políticas para su uso.

5.2 El 100 por ciento de los datos derivados con los datos adquiridos propiedad de la COCEF y es esta institución quien decidirá las políticas para su uso.

VI. Se integrará una presentación final para el foro de Pavimentación.

Con los resultados se apoyará a la COCEF en la elaboración de la presentación en el foro de Pavimentación con la cartografía, imágenes, estadísticos, etc. requeridos por la Institución. En esta se presentarán cuadros que resuman los resultados de cada una de las ciudades (carpetas del reporte). Tal como se muestra a continuación.

Cuadro 4.

Ciudad	Estadísticas		COSTOS en Pesos Mexicanos estimados con datos recientes			Indicador
	Sup Sin Pavimento (m2)	Kilómetros de calles sin pavimentar	Concreto Hidráulico	Otro tipo de Concreto	Asfalto	Población Impactada con pav.
Reynosa						
Totales						

METODOLOGIA

Para la estimación de los indicadores de pavimentación que involucran superficie y longitud de calles se requiere de la adquisición de imágenes del satélite Quick Bird. Estos datos nos brindan un tamaño de pixel de .61 metros; resolución espacial ya probada para el análisis de calles pavimentadas. Con este tamaño de pixel se posibilita la aplicación de un algoritmo que puede operar de manera manual yendo paso a paso o bien de una programación que permita una estimación automatizada. Los resultados se pueden supervisar con la misma imagen original en su versión Pancromática que permite de manera visual diferenciar superficies que tienen pavimento de aquellas que no. Las estimaciones se harán por Áreas Geoestadísticas Básicas por lo que este polígono se utilizará para relajar sub-escenas. Lo anterior no quita la posibilidad de relacionar los estadísticos por Colonias. La imagen inicial requiere procesos de rectificación así como la estandarización de la proyección geográfica y los sistemas coordenados utilizados por el INEGI en la generación de su cartografía digital. Un paso importante consiste en crear máscaras que permitan quedarnos con solo la parte de la imagen correspondiente a calles. Esto eliminará el ruido drásticamente, de

tal suerte que la clasificación posterior de píxeles brindará clases muy entendibles. El ambiente o sistema raster a utilizar se conoce como ENVI en su versión 4.4, software muy avanzado para efectos de clasificación espectral y generación d mapas temáticos. La figura 2 resume el algoritmo para pavimentación.

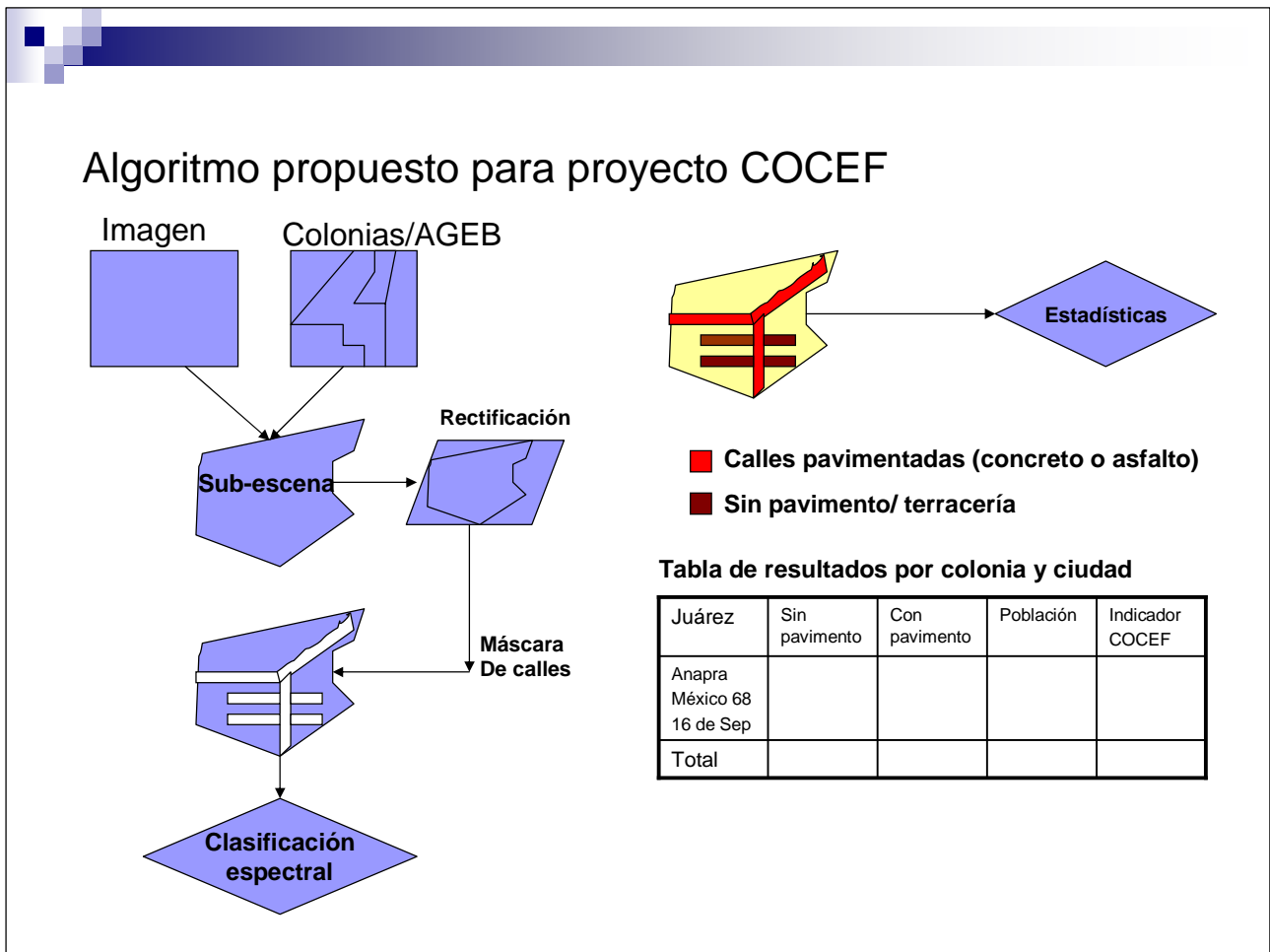


Figura 2. Algoritmo para determinar estado de paviementación en calles
Fuente: Diagrama elaborado por Luis E. Cervera (2008)

Quick Bird

El satélite conocido como Quick Bird fue lanzado exitosamente el 18 de octubre del 2001. Y es actualmente uno de los satélites orbitando la tierra con una de las resoluciones espaciales mas finas a nivel comercial. Registra una muestra en

tierra de 60 centímetros por pixel. Cuenta con un ancho de banda de 16.5 kilómetros y su resolución radiométrica es la siguiente: Pan: 450-900 nanómetros (nm); Blue: 450-520; Green: 520-600; Red: 630-690 nm y NIR 760-900 nm. Su resolución temporal es de 1 a 3.5 días. Esta última resolución implica el tiempo de repetitividad del paso del sensor por el mismo lugar. La imagen utilizada en este reporte corresponde al mes de marzo del 2007.

Cronograma¹

Actividad	Julio/días				Agost o/días
	2-8	8-14	14-15	16-25	8
Adquisición Bases de datos Imágenes QB+cartografía INEGI	X				
Procesamiento Imagen		X			
Cruce con datos cartográficos y censales			X		
Reporte (Borrador)				X	
Reporte Final					X

La fecha de inicio se considera a partir de la recepción de las imágenes digitales

¹ La fecha de inicio será la fecha de llegada de los datos satelitales y cartográficos

Presupuesto²

Concepto	Costo final
Imágenes satelitales ³ Reynosa	18,505.98(IVA incluido)
Cartografía digital INEGI ⁴ Reynosa	2,421.90+IVA
	20,927 (IVA incluido)
Subtotal	
Cartografía Impresa Mapa temático de pavimentación por ciudad	Impresiones en COCEF
Honorarios Coordinador ⁵ y Asistente-programador	32,216 (Iva incluido)
Costos operativos y administrativos	13,806.90 (Iva incluido)
Subtotal	46,022.90
Total	66,950.00 pesos (IVA incluido)

Los costos de imágenes satelitales pueden cambiar por lo que tendrán que volver a ser consultados.

² El conjunto de datos satelitales, cartografía de ciudades serán propiedad de la COCEF

³Todas las imagenes son del sensor QuickBird con 60 cm. de resolución y se componen de 4 bandas espectrales. El Costo en función de la superficie de la ciudad y un poco más de cobertura. Se anexa cotización original.

⁴ Cartografía Censal Digital por Localidad del II Censo de Población 2005 del INEGI. Anexo presupuesto oficial.

⁵ El trabajo se realizará en aproximadamente 14 semanas. Se consiedera un trabajo promedio de 3 horas por día para el coordinador. Por lo que el costo por se aproxima a 255 pesos/hora.

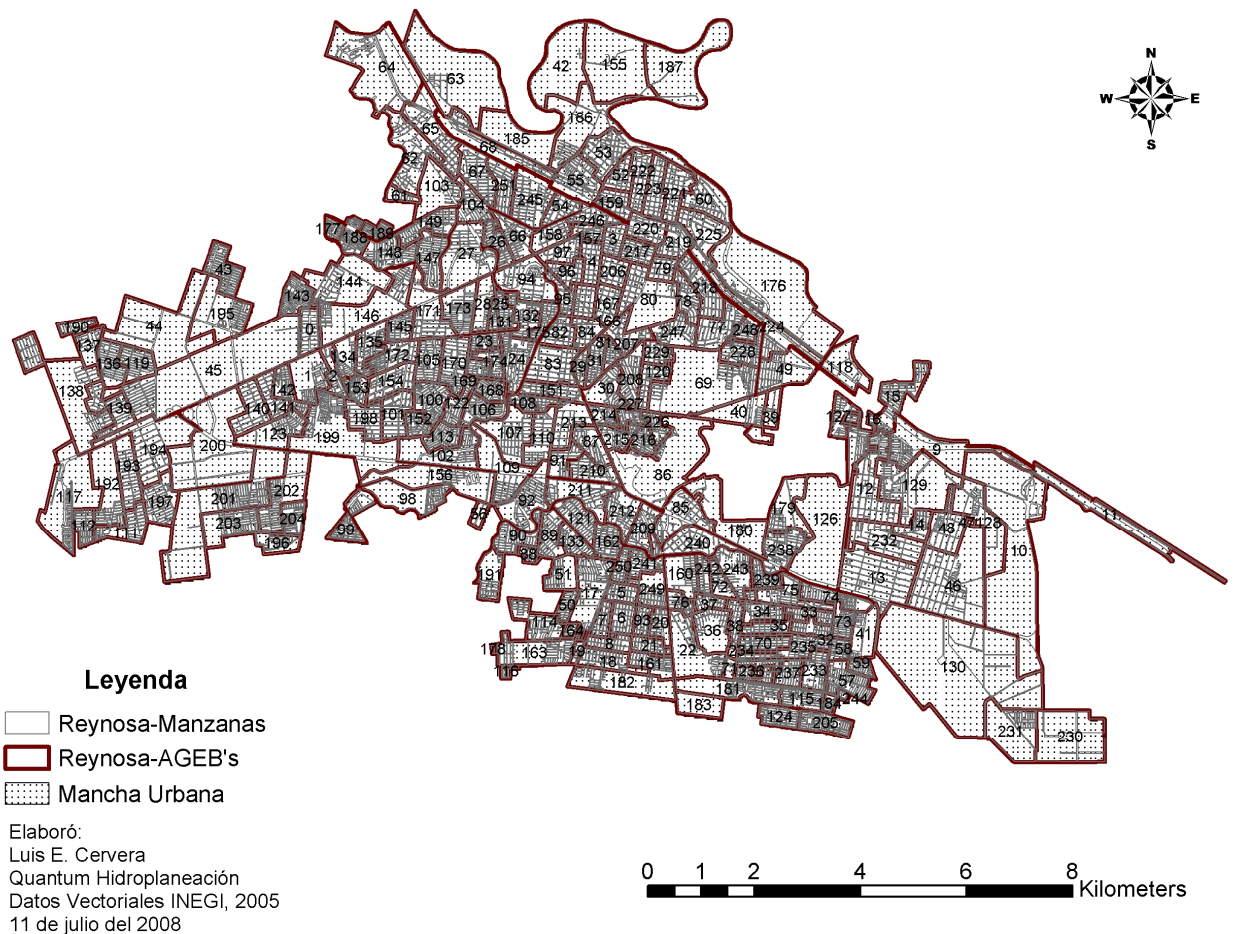
Referencias bibliográficas

- Canada Centre for Remote Sensing (2008). Optical Imaging Systems Information Extraction from High Resolution Satellite Images. Available in http://nrcan.gc.ca/optic/high/infoext_e.php
- COCEF, 2003. Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire del Estado de Baja California. Documento disponible en: http://www.cocef.org/aproyectos/excomBajaCalifornia2003_04esp.htm
- Gao and L. Wu. **NETWORKS IN URBAN AREAS FROM IKONOS IMAGERY BASED ON SPATIAL REASONING**. School of Geography and Environmental Science, University of Auckland, Auckland, New Zealand. jg.gao@auckland.ac.nz
- Guindon, B., 1997. Computer-Based Aerial Image Understanding: A Review and Assessment of its Application to Planimetric Information Extractation from Very High Resolution Satellite Images. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 23, p.p. 38-47.
- Hernandez et al (2000). Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Salud Pública de México/ Vol. 42, no. 4, julio-agosto 2000.
- Herold, et al (2008). Spectrometry and hyperspectral Remote Sensing of Urban Road Infraestructure. 29 pp. Disponible en: <http://satjournal.tcom.ohiou.edu/pdf/herold.pdf>
- Jensen J.R., and Cowen, D.C. 1999. Remote sensing of urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 65(5):611-622.
- Quattrochi, D.A. and Weng, Q. 2007. Urban Remote Sensing. CRC Press. Taylor& Francis Group. 412 pp.
- Usher, J.M. (2000). Remote Sensing applications in transportation modeling, Remote Technology Centers Final Report, <http://www.rstc.msstate.edu/publications/proposal1999-2001.html>
- Western Research Institute (2003). Pavement Construction and Maintenance Applications for Remote Sensing. June 2, 25 pp.

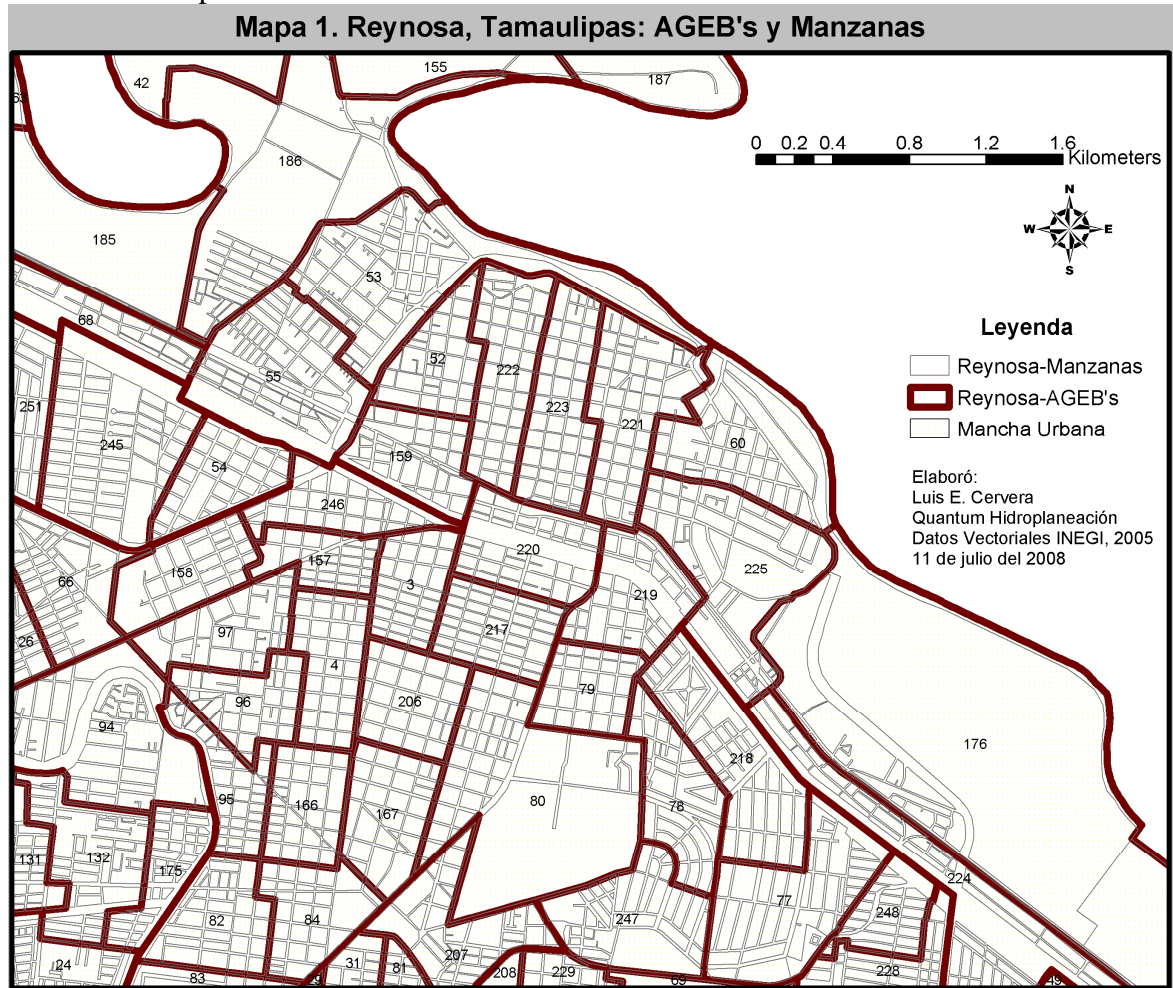
Reynosa, Tamaulipas

La ciudad de Reynosa se encuentra localizada en el Estado Mexicano de Tamaulipas. Por su posición geográfica se encuentra a $98^{\circ} 16' y 40''$ de Longitud Oeste y $26^{\circ} 05' 32''$ de Latitud Norte. Esta ciudad para efectos Censales del INEGI, cuenta con 252 Áreas Geo-estadísticas Básicas conformando una superficie de la mancha urbana estimada en 132,679,372 metros cuadrados, o bien 13267.9 hectáreas. De la misma fuente cartográfica se tiene que la ciudad queda conformada por un total de 8072 polígonos definidos por Manzanas. El mapa siguiente nos muestra la cartografía digital empleada en este proyecto.

Mapa 1. Reynosa, Tamaulipas: AGEB's y Manzanas



Detalle del Mapa 1.



POBLACION

De acuerdo al último Censo de Población y Vivienda del INEGI, la Ciudad de Reynosa en el 2005 cuenta con una población estimada de 507,998 habitantes. El total de municipio de Reynosa es de 526,888 habitantes, por lo que es un municipio mayormente urbano dado que la Ciudad de Reynosa cuenta con el 96.41 % de los habitantes. Considerando los datos anteriores, tenemos que esta ciudad cuenta con una densidad poblacional promedio de 38.3 habitantes por hectárea.

DATOS

Los datos de entrada para estimar pavimentación son de dos tipos: Raster y Vectoriales

Información Raster

Imagen satelital del Sensor Quick Bird. Consistente en cuatro bandas espectrales. El producto viene en modo Bundle o Pansharpened con 4 bandas de archivo correspondiente a la zona de Reynosa. Parte de su procesamiento inicial fu un mosaikueo y balanceo o ecualización del color. La imagen se encuentra en formato GeoTif. Cubre una extensión de 111.40 kilómetros cuadrados. Contiene proyección geográfica WGS 84 y se encuentra en coordenadas (UTM; está en metros) correspondiente a la zona geográfica 14 Norte, ver Figuras 3 y 4.

Información Vectorial

Solo se contó con la cartografía vectorial de Reynosa y desarrollada por el INEGI. Esta cartografía cuenta con archivo de Áreas Geoestadísticas Básicas, Manzanas, Vialidades e Infraestructura básica. Cabe mencionar que esta cartografía dado que fue utilizada para el último conteo rápido de población y vivienda corresponde al año 2005.

Información Censal

El proyecto no contempló la adquisición de último dato censal y correspondiente al año 2005. Sin embargo, del mismo INEGI se extrajo la información poblacional para Reynosa en dos unidades espaciales: AGEB's y Manzanas.

Software Utilizado

Para el desarrollo de este proyecto fueron utilizados dos programas muy modernos para procesamiento de imágenes satelitales (ENVI 4.4) y tratamiento de la información vectorial (ARC GIS 9.2).

METODO-DATOS DERIVADOS-RESULTADOS

Antes de iniciar se explica que por el tamaño inicial de la imagen debido principalmente a su alta resolución espacial se trabajó todo el proceso por sub escenas. La imagen queda dividida en QB1 (zona poniente), QB2 (zona Norte-Sur) y QB3 (zona oriente).

El método inicia con la comparación o ajuste espacial de la imagen y los datos vectoriales. Se presentó el problema de que los datos de INEGI diferían en forma significativa de la imagen, cuya condición de ortho-rectificada la convierte en la información de referencia. Surgió entonces el imprevisto de tener que ajustar los más de 8,000 polígonos a la imagen. Esto requirió del trabajo de dos personas y por un período de 4 días de trabajo. Una vez ajustados los polígonos se procedió a derivar un archivo de calles en forma de polígonos (ver Figura 5).

Figura 3. Imagen Quick Bird de la Ciudad de Reynosa, Tamaulipas con resolución espacial de 61 centímetros.



Figura 4. Acercamientos en la imagen Quick Bird mostrando a) vialidades principales; b) manzana con pavimento; c) zonas sin pavimentación y d) zonas desarrolladas con pavimentación.



Figura 5. Imagen Quick Bird de Reynosa Tamaulipas con sobreposición de Archivo de manzanas corregido.



Figura 5-1. Detalle de polígonos ajustado a imagen.



Máscara de Calles

Después del ajuste de los datos se procedió a enmascarar la imagen. Con el propósito de separar la información espectral de la imagen satelital tan solo correspondiente a calles (aquí reside el éxito de esta metodología). Este paso se produce en la rutina

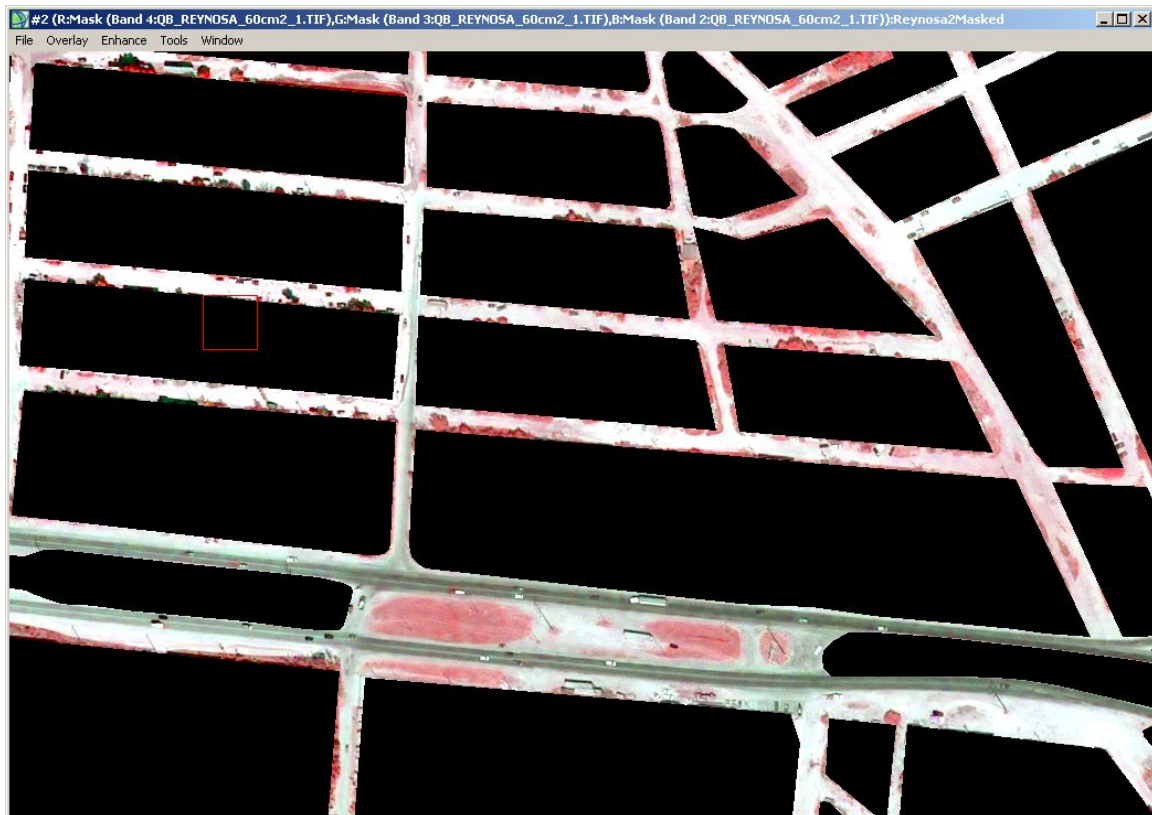
ENVI > Basic Tool > Masking > Build Mask

Para “Build Mask” el dato de entrada es la cartografía de calles corregida y en formato Shape.

Posteriormente se corre la rutina

ENVI > Basic Tool > Masking > Apply Mask (resultado en Figura 6).

Figura 6. Imagen de Reynosa, Tamaulipas enmascarada con las calles.



Clasificación

El proceso que a continuación se describe se hace manteniendo la imagen en tres subescenas. Por lo que todo el procedimiento se aplica por separado a las mencionadas QB1, QB2 y QB3.

Este proceso es la parte más complicada del algoritmo general para detección de pavimentación. Se seleccionó el método de clasificación supervisada dado que la resolución espacial de la imagen de .61 centímetros por pixel permitía la supervisión visual a través de ligar con el módulo “Link” de ENVI los productos contra la escena real de Reynosa.

De esta manera, este método requiere de seleccionar grupos de píxeles, mismos que generan Regiones de Interés (ROI's) con píxeles semejantes o con niveles espectrales muy parecidos. Así se conformaron cuatro grupos espectrales de ROI's para genera las clases: 1) pavimento, 2) Sin Pavimento, 3) Vegetación y 4) otros. Se hace una digitilización de polígonos sobre la escena contenido las clases anteriores en un número de veces suficientes para asegurar al máximo la representación de las clases. Una vez contruidos los ROI's. Selecciona el método de clasificación supervisado conocido como “Maximum Likelihood”. Este método se encar de buscar los píxeles restantes correspondientes a cada ROI establecido para genera una clasifcación completa de la imagen.

Lo anterior se hace con la rutina de ENVI
ENVI > Classification > Maximum Likelihood

El producto final se vuelve a enmascarar para disminuir ruido en la clasificación resultante y ajustarla correctamente.

A cada clase se le asignaron los siguientes colores

- 1) Pavimento (Rojo)
- 2) Sin Pavimento (Verde)
- 3) Vegetación (Azul)
- 4) Otros (Amarillo)
- 5) Sin clasificar (gris: información que se genera y nada tiene que ver con las clases)

Los resultados de la primer clasificación se observan en las Figuras 7 y 8.

Una vez que se exploran los resultados se procede con la rutina conocido como Majority-Minority Analisis, Cuya función es filtrar los resultados de cada clase y trababajando directamente en los grupos de píxeles que conforman cada clase generada. Primero se trabajón con la información correspondiente a Sin Clasificar y Amarillo. En esta postclasificación se utilizó un filtro o Kernel Size de 15 x 15 pixeles.

La anterior rutina se encuentra en

ENVI > Classification > Post Classification > Majority –Minority Analisis.

Posteriormente se filtró la información correspondiente a Sin Clasificar y Vegetación. Por último se aplica una última postclasificación con un Kernel Size de 3 x 3 pixeles. Del resultado se elimina la información no clasificada para quedarnos solo con cuatro clases. El Resultado Inicial de Clasificación por Sub-escena se observa en las Figuras 9 y 10. Finalmente se conectan las subescenas y se obtiene la Figura 11.

Figura 7. Detalle de Clasificación preliminar mostrando calles no pavimentadas (en color verde).

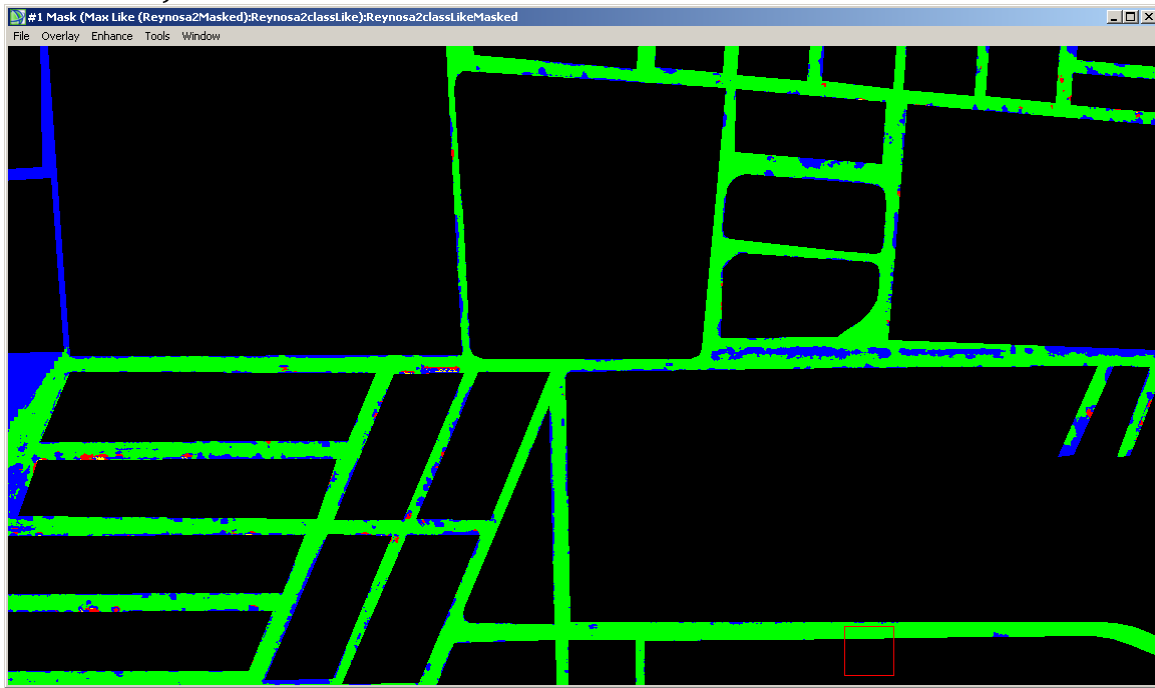
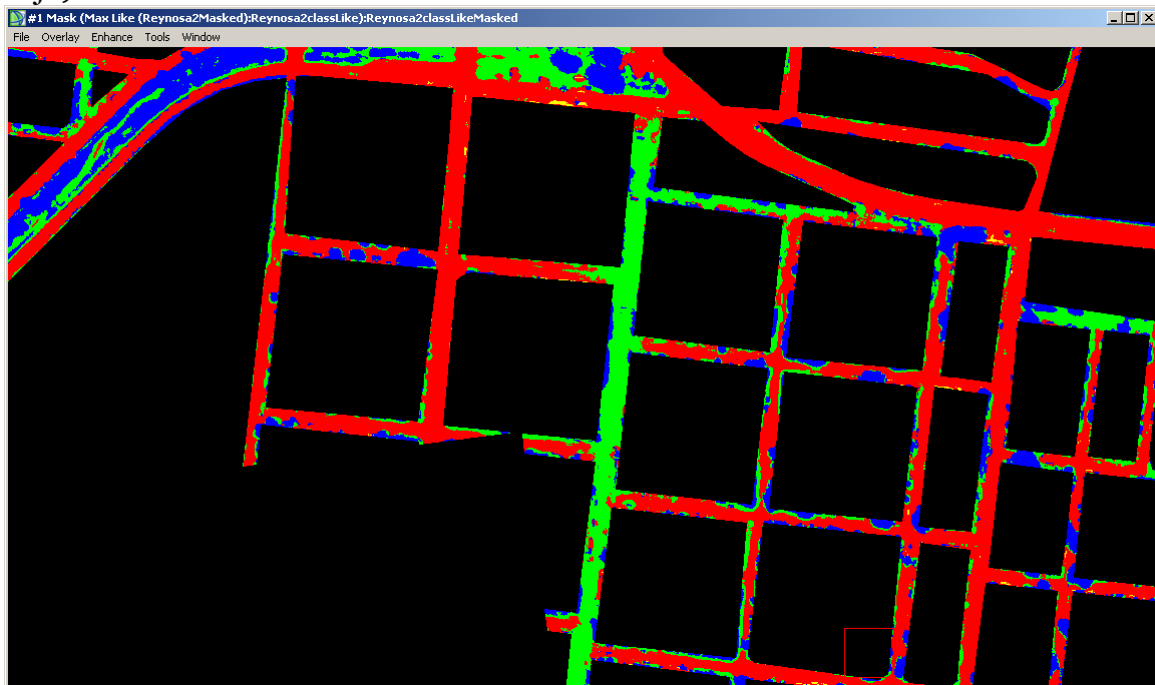


Figura 8. Detalle de Clasificación preliminar mostrando calles pavimentadas (en color rojo).



Hasta aquí, los resultados de la clasificación se encuentran en ambiente ENVI en formatos “evf”. El último paso de ENVI en este procedimiento consiste en exportar los resultados de las tres subescenas clasificadas en formato Vectorial y Shape. Así nuestra base de datos del proyecto contiene tres archivos: Reynosa1vec, Reynosa2vec y Reynosa3vec.

Figura 9. Detalle de clasificación de zonas no pavimentadas una vez que se le aplican los filtros a los píxeles.

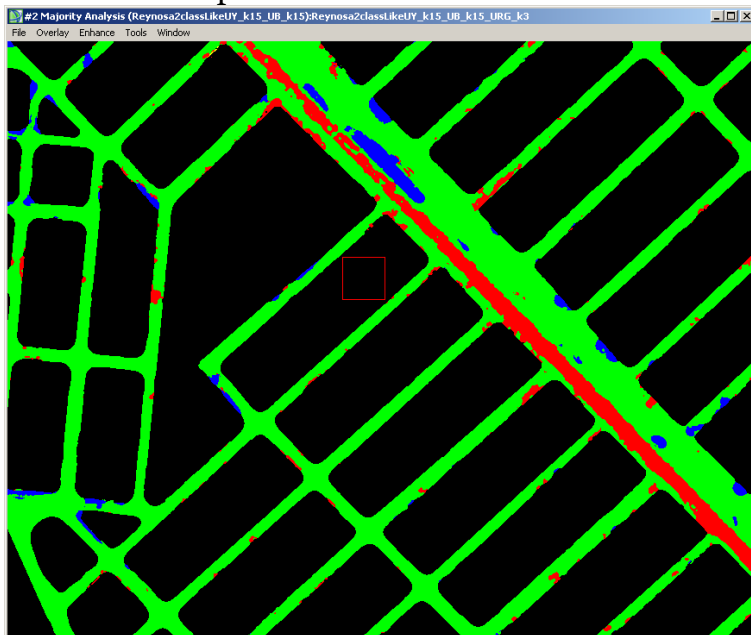


Figura 10. Detalle de clasificación de zonas no pavimentadas una vez que se le aplican los filtros a los píxeles

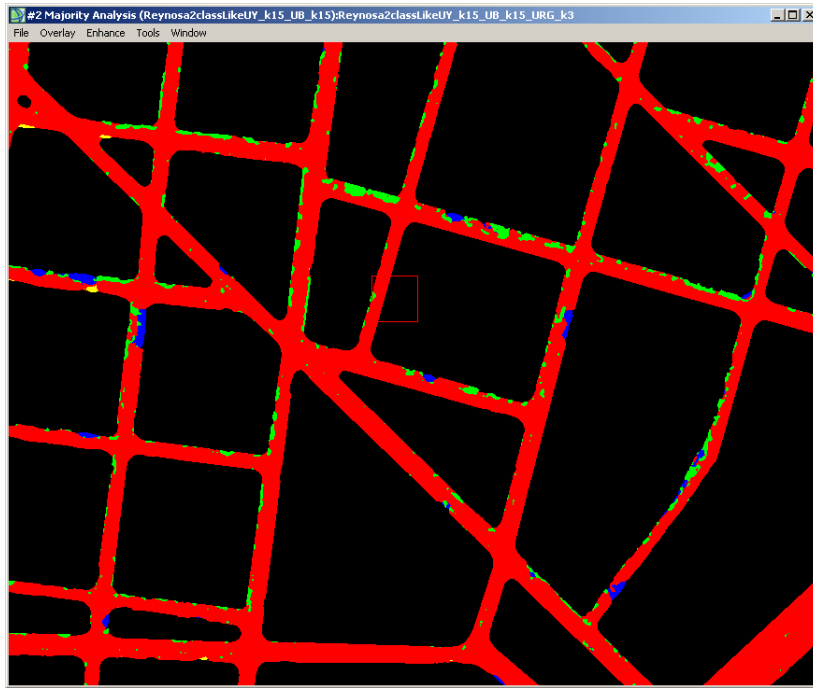
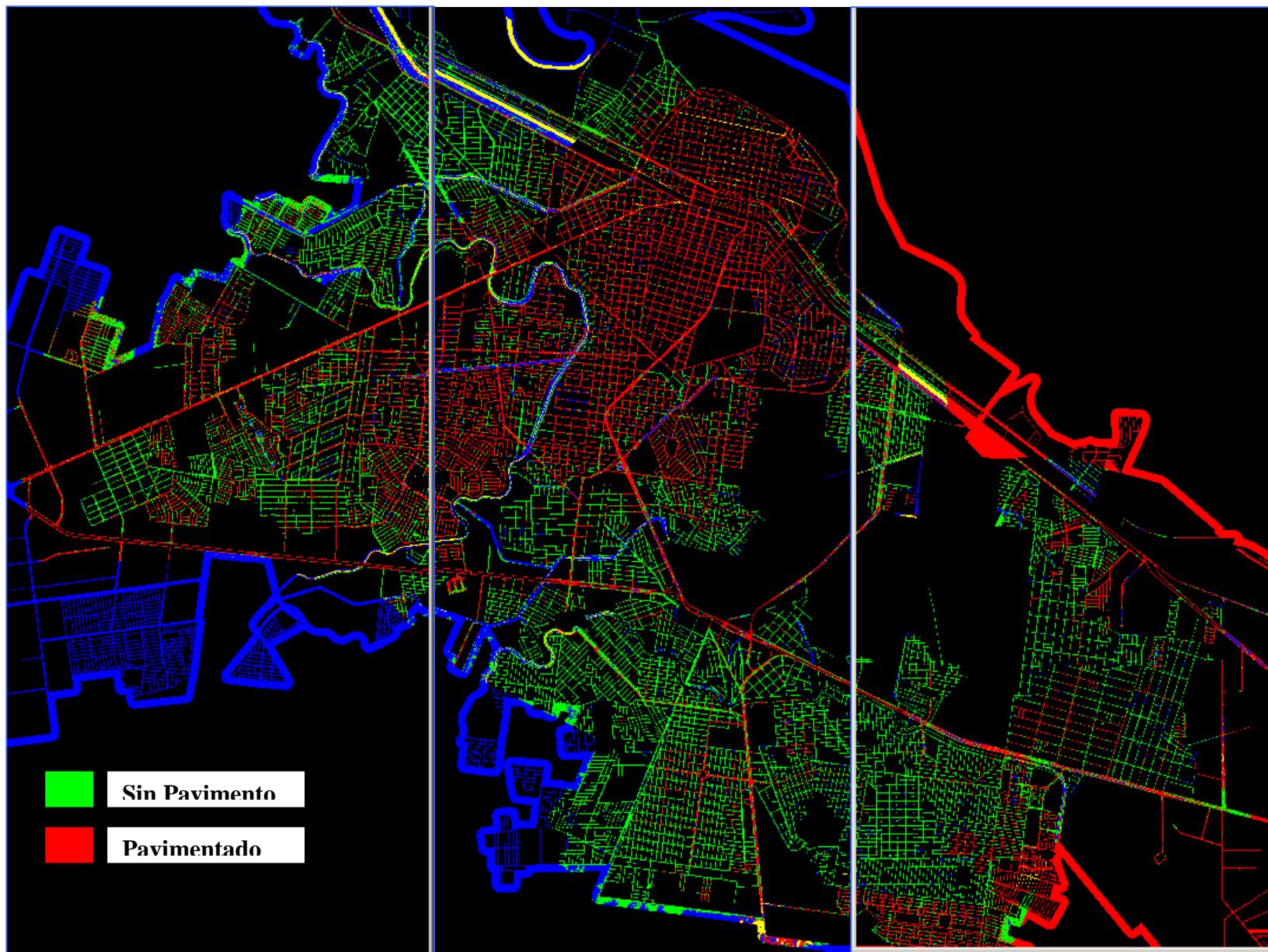


Figura 11 . Resultado Preliminar de Clasificación Espectral de Pavimentación en Ciudad Reynosa, Tamaulipas



CONEXIÓN DE RESULTADOS

En Arc GIS y a través de la rutina conocida como “Merge” se unen los tres resultados anteriores para genera nuestro archivo en la base de datos nombrado ReynosaPavClass. Una vez en el ambiente de Arc GIS se exploran las clases y sus atributos básicos, así como los colores asignados y con su correspondiente cálculo de Área.

Resultado Preliminar

El primer resultado sectorizado de pavimentación se observa en el Mapa 3. Y el Mapa 3.1 a está mostrando un acercamiento en la zona poniente.

Observaciones a considerar para tratamiento y corrección de los resultados.

Se observaron varios problemas:

1) **Imagen de una ciudad con mucha vegetación.**

Esta situación induce a que contemos con presencia de vegetación significativa en todas las clases: calles pavimentadas y sin pavimentar con mucha vegetación. Y dada la resolución espacial de la imagen, la copa de un árbol adquiere proporciones importantes dentro de los polígonos correspondientes a cada clase.

2) **Zonas con gran concentración vehicular**

La resolución espacial permite captar toda la carga vehicular de la ciudad en el momento que se tomó la imagen. Dado que el pixel es de 61 cm. Hasta un carro compacto de 2.5 metros de largo cuenca con un grupo de varios píxeles.

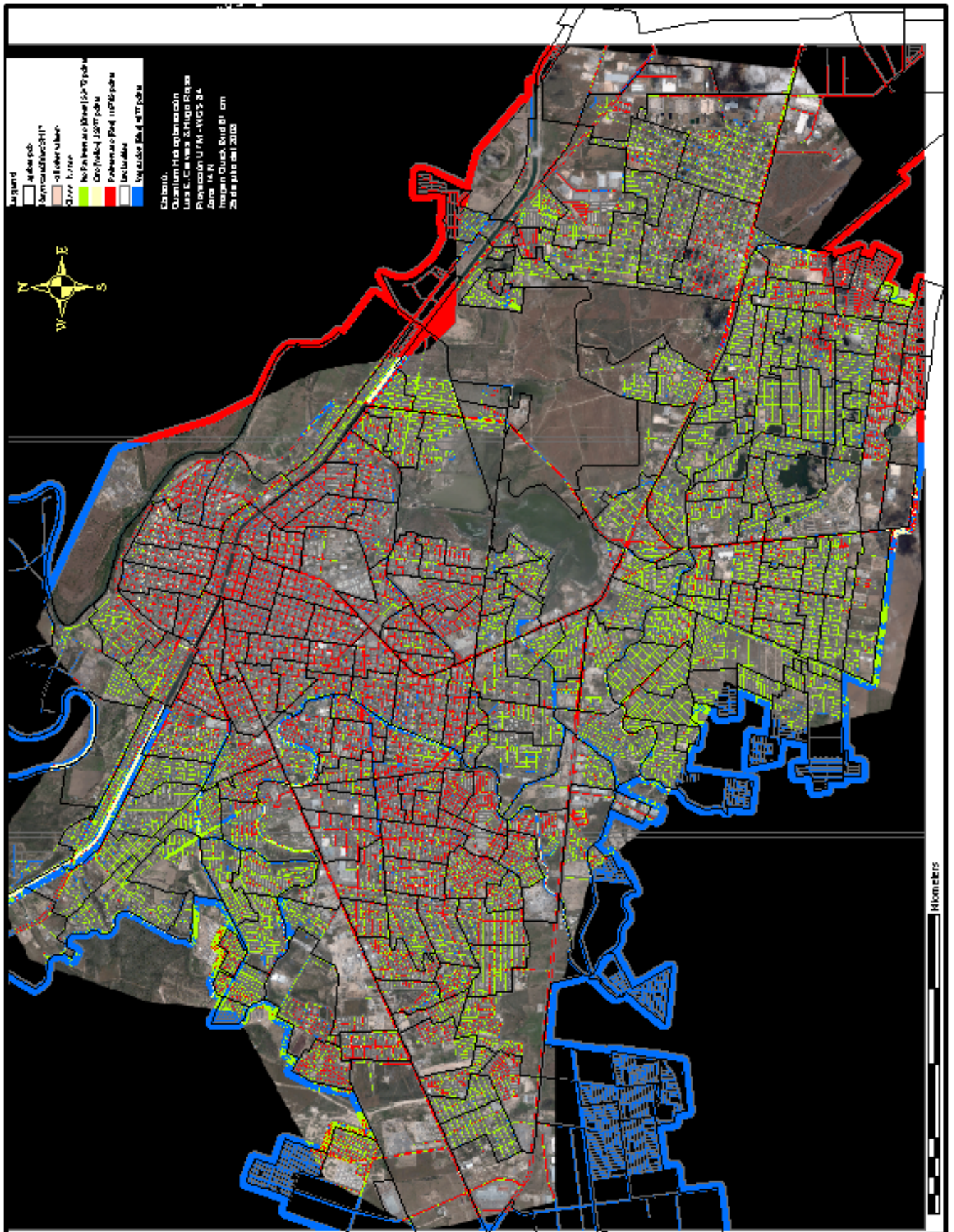
3) **Calles pavimentadas con mucha tierra en su superficie y sobre todo en sus márgenes izquierda y derecha, así como en cruceos.**

4) **Extensas zonas sin pavimentar** (relativamente fácilmente detectables)

- 5) Extensas zonas con áreas donde las clases de pavimentación y sin pavimentación se confunden.**
- 6) Zonas importantes de calles pavimentadas, al parecer en un mal estado.**
- 7) Zonas muy consolidadas con pavimentación.**

Gran parte de los problemas anteriores se resuelven utilizando una rutina de Arc View conocida como “Dissolve Adjacent Polygon”. Mismo que se encarga de disolver polígonos representando vehículos y asignándolos al polígono mayor adyacente. Así si un vehículo esta sobre una zona no pavimentada. Este se disuelve y se integra a zona no pavimentada. Si la copa de un árbol queda sobre una calle pavimentada, este polígono se disuelve para incorporarse a la calle pavimentada. Y así subsecuentemente. El trabajo de disolver polígonos requiere una estación de trabajo con gran capacidad de procesamiento. El archivo sectorizado contiene con un poco mas de 157,000 polígonos con estructura topológica, lo cual hace que sea complejo y haga lento los procesos.

Al momento se está en el proceso de corrección y disolución de polígonos a fin de eliminar ruido y poder tener las calles como unidades con clases homogéneas de pavimentación. Hasta que este proceso termine estaremos en la posibilidad de genera estadísticos de superficie y metros lineales estimados.



Mapa 3. Resultado preliminar de clasificación de Pavimentación de Reynosa, Tamaulipas



Mapa 3.1. Acercamiento en zona poniente del mapa de pavimentación en Reynosa, Tamaulipas

RESULTADOS POR AGEB'S

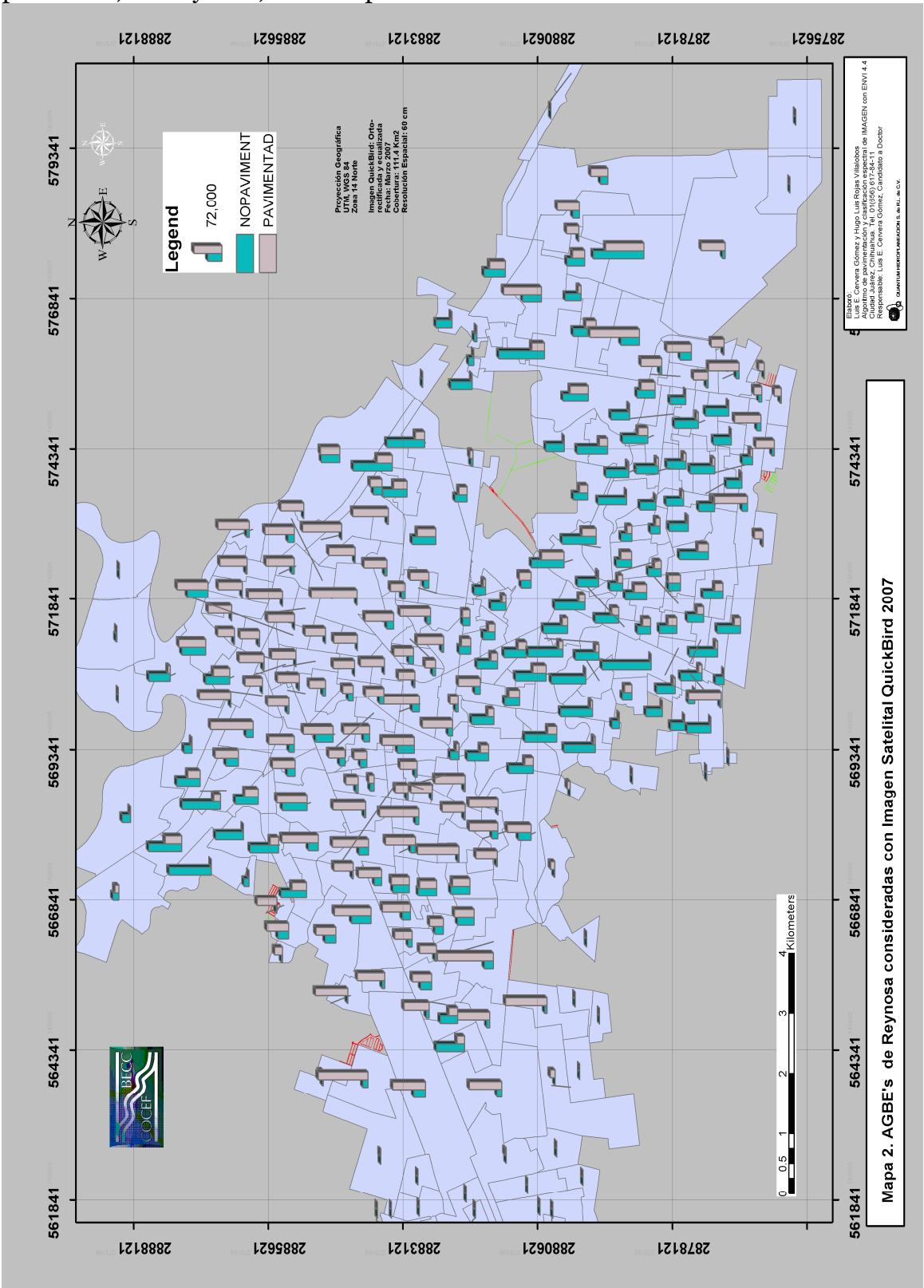
Sin duda, la unidad espacial para la estimación de superficies pavimentadas en este proyecto es el Área Geoestadística Básica o AGEB. Las razones que lo sustentan son: 1) mayor cobertura espacial sobre la imagen analizada y 2) su relación con la variable población. El mapa de AGEBs cuenta con un total 252 polígonos contabilizando a una población de 507,998 habitantes para el conteo 2005 (INEGI). La superficie total en calles es de 16,218,329 m², de los cuales un 45% (7,157,962 m²) están sin pavimentar. Se estimó que la población expuesta a efectos secundarios de vivir en zonas no pavimentadas es del orden de 195, 618 habitantes, equivaliendo a aproximadamente un 40 por ciento de la población total (ver cuadro 5). En términos de superficie el porcentaje es más alto que el poblacional y esto se explica por la razón de la existencia de zonas de alta densidad poblacional y que cuentan con alta cobertura de calles pavimentadas (ver mapa 4).

Cuadro 5. Estadísticas de pavimentación para Reynosa, Tamaulipas.

Total AGEBs	Total calles m ²	Sin Pavimentar (m ²)	Pavimentadas (m ²)	Porcentaje sin Pavimentar	Pob Afectada
252	16,061,806	7,146,959	9,060,637	45 %	195,618

Fuente: Elaboración propia con imagen satelital del mes de marzo del 2007.

Mapa 4. Condiciones de calles por superficies pavimentadas y no pavimentadas por AGEB, en Reynosa, Tamaulipas



COSTOS

La estimación del presupuesto de pavimentación para analizarlo tanto por AGEB como por Colonia aparece en los siguientes cuadros 6 y 7, mismos que son la base generadora de costos. El primero para pavimento flexible y el segundo para pavimento rígido.

Cuadro 6. Generadora de costos de pavimento flexible (asfalto)

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe (pesos, M.N.)
A A01	CALLE PAVIMENTACION				
1.1.1	TRAZO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	ML	1	6.58	6.58
1.1.2	CORTE, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE PRODUCTO DE LA NIVLACION CON ACARREO MAXIMO A 10 KMS. DE LA OBRA, VOLUMEN MEDIDO COMPACTO.	M3	1	43.32	43.32
1.1.3	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20 CMS. DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	1	28.32	28.32
1.1.4	FORMACION DE LA CAPA DE SUBRASANTE CON MATERIAL CALIZO DE BANCO Y T.M.A. DE 2 1/2" EN UN ESPESOR DE 20 CMS. COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	1	120.44	120.44
Precio Unitario de Carpeta Asfáltica de 5 centímetros de Espesor					
No.	Concepto	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Importe
1	CONSTRUCCION DE CARPETA ASFALTICA DE 5 CMS DE ESPESOR CON MEZCLA ELABORADA EN PLANTA Y EN CALIENTE DISEÑADA CON EL METODO MARSHALL Y EXTENDIDA CON MAQUINA (FINISHER); SE UTILIZARA CEMENTO ASFALTICO AC-20 MODIFICADO TIPO I EN CANTIDAD APROXIMADA DE 120 KG/	M2	1	133.22	133.22
NO INCLUYE ACARREO A SITIO DE OBRA		TOTAL			\$ 331.88

Cuadro 7. Generadora de costos de pavimentación para pavimento rígido (Cemento-Asfalto)

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe (pesos, M.N.)
A A01	CALLE PAVIMENTACION				
1.1.1	TRAZO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	ML	1	6.58	6.58
1.1.2	CORTE, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL SOBRENTE PRODUCTO DE LA NIVLACION CON ACARREO MAXIMO A 10 KMS. DE LA OBRA, VOLUMEN MEDIDO COMPACTO.	M3	1	43.32	43.32
1.1.3	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20 CMS. DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	1	28.32	28.32
1.1.4	FORMACION DE LA CAPA DE SUBRASANTE CON MATERIAL CALIZO DE BANCO Y T.M.A. DE 2 1/2" EN UN ESPESOR DE 20 CMS. COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	1	120.44	120.44
Precio Unitario de Carpeta Asfáltica de 5 centímetros de Espesor					
No.	Concepto	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Importe
1	CONSTRUCCION DE CARPETA ASFALTICA DE 5 CMS DE ESPESOR CON MEZCLA ELABORADA EN PLANTA Y EN CALIENTE DISEÑADA CON EL METODO MARSHALL Y EXTENDIDA CON MAQUINA (FINISHER); SE UTILIZARA CEMENTO ASFALTICO AC-20 MODIFICADO TIPO I EN CANTIDAD APROXIMADA DE 120 KG/	M2	1	175.34	175.34
NO INCLUYE ACARREO A SITIO DE OBRA				TOTAL	\$ 374.00

COSTOS ESTIMADOS EN AREAS GEOESTADISTICAS BASICAS

En general, el costo para pavimentar con asfalto es de 331 pesos el metro cuadrado contra 374 pesos de la pavimentación con cemento-asfalto o pavimento rígido. Basado en la tabla anterior y considerando el 100 por ciento de la superficie sin pavimentar se estimó un costo de pavimentación de aproximado de \$2,375.5 millones de pesos utilizando asfalto contra 2,677 millones de pesos con pavimento rígido. Sin embargo, estas cantidades se reducen significativamente si se utiliza un criterio de seleccionar cantidad de población impactada, dado que existen muchos de los AGEBs con poblaciones muy bajas y que saldrían de un esquema de priorización para pavimentación.

Cuadro 8. Estimación de estadísticos de pavimentación por Area Geoestadística Básica para la Ciudad de Reynosa, Tamaulipas.

Unidad AGEB	Superficie de calles en metros cuadrados				Población Expuesta	Costo en pesos	
	Sin Pavimento	Pavimentada	Total Calles	% Superficie Sin Pavimento		Costo Pavimento Flexible (Asfalto)	Costo Pavimento Rigido Cemento- Asfalto
2803200011330	6,482.32	70,706.24	77,188.56	8.40	61	2,151,352.36	2,677,945.08
2803200013642	28,074.80	50,283.73	78,358.53	35.83	1,116	9,317,464.62	10,499,975.20
2803200013619	4,163.36	43,863.51	48,026.87	8.67	257	1,381,735.92	1,557,096.64
2803200011114	52,635.63	79,262.09	131,897.72	39.91	479	17,468,712.88	19,685,725.62
2803200011167	167.11	63,159.64	63,326.75	0.26	4	55,460.47	62,499.14
2803200011881	34,265.64	20,315.42	54,581.06	62.78	961	11,372,080.60	12,815,349.36
2803200011932	44,590.25	22,190.91	66,781.16	66.77	1,523	14,798,612.17	16,676,753.50
2803200011913	47,591.16	5,258.41	52,849.57	90.05	1,684	15,794,554.18	17,799,093.84
2803200011970	55,071.94	8,659.70	63,731.64	86.41	1,586	18,277,275.45	20,596,905.56
2803200013534	55,418.83	41,180.55	96,599.38	57.37	2,158	18,392,401.30	20,726,642.42
2803200013125	19,101.59	44,091.51	63,193.10	30.23	5	6,339,435.69	7,143,994.66
2803200010741	118,062.99	32,841.15	150,904.14	78.24	4,386	39,182,745.12	44,155,558.26
280320001085A	47,662.02	127,879.39	175,541.41	27.15	2,208	15,818,071.20	17,825,595.48
2803200013483	40,802.44	6,861.39	47,663.83	85.60	1,537	13,541,513.79	15,260,112.56
2803200013110	41,454.47	1,835.02	43,289.49	95.76	542	13,757,909.50	15,503,971.78
2803200013271	6,229.31	348.79	6,578.10	94.70	231	2,067,383.40	2,329,761.94

2803200012470	126,689.86	357.61	127,047.47	99.72	2,735	42,045,830.74	47,382,007.64
280320001199A	72,920.15	6,052.44	78,972.59	92.34	1,524	24,200,739.38	27,272,136.10
2803200012894	21,253.53	41.49	21,295.02	99.81	415	7,053,621.54	7,948,820.22
2803200011951	30,805.42	31,493.18	62,298.60	49.45	740	10,223,702.79	11,521,227.08
2803200011985	42,075.23	16,596.70	58,671.93	71.71	1,418	13,963,927.33	15,736,136.02
2803200010949	74,244.90	26,731.76	100,976.66	73.53	1,649	24,640,397.41	27,767,592.60
2803200012907	2,777.07	50,208.39	52,985.46	5.24	175	921,653.99	1,038,624.18
2803200011504	43,569.96	83,278.04	126,848.00	34.35	1,335	14,459,998.32	16,295,165.04
2803200011345	9,543.12	13,282.72	22,825.84	41.81	348	3,167,170.67	3,569,126.88
2803200011097	19,773.73	59,175.34	78,949.07	25.05	556	6,562,505.51	7,395,375.02
2803200010436	63,283.62	78,281.46	141,565.08	44.70	1,301	21,002,567.81	23,668,073.88
2803200011241	5,688.22	31,562.54	37,250.76	15.27	221	1,887,806.45	2,127,394.28
2803200011538	3,178.06	42,857.03	46,035.09	6.90	36	1,054,734.55	1,188,594.44
2803200011576	5,255.81	69,076.33	74,332.14	7.07	111	1,744,298.22	1,965,672.94
2803200011434	11,639.83	50,494.32	62,134.15	18.73	341	3,863,026.78	4,353,296.42
2803200012502	40,641.53	298.92	40,940.45	99.27	1,524	13,488,110.98	15,199,932.22
280320001249A	47,884.82	2,104.99	49,989.81	95.79	1,757	15,892,014.06	17,908,922.68
2803200012131	57,523.61	5,259.48	62,783.09	91.62	1,804	19,090,935.69	21,513,830.14
2803200012146	48,764.12	6,749.66	55,513.78	87.84	2,043	16,183,836.15	18,237,780.88
2803200011966	49,636.28	2,889.44	52,525.72	94.50	2,384	16,473,288.61	18,563,968.72
2803200011909	24,597.42	11,560.28	36,157.70	68.03	1,150	8,163,391.75	9,199,435.08
2803200011928	45,056.98	5,072.60	50,129.58	89.88	1,795	14,953,510.52	16,851,310.52
2803200013106	5,214.91	8,174.14	13,389.05	38.95	3	1,730,724.33	1,950,376.34
2803200012409	31,735.31	21,598.03	53,333.34	59.50	834	10,532,314.68	11,869,005.94
2803200013356	28,839.76	63,713.91	92,553.67	31.16	15	9,571,339.55	10,786,070.24
2803200013322	1,746.58	9,696.62	11,443.20	15.26	159	579,654.97	653,220.92
2803200013229	1,038.49	1,863.02	2,901.51	35.79	0	344,654.06	388,395.26
2803200011491	30,578.42	85,059.04	115,637.46	26.44	602	10,148,366.03	11,436,329.08
2803200010845	130,878.20	98,893.27	229,771.47	56.96	3,062	43,435,857.02	48,948,446.80
2803200012771	1,810.34	32,095.15	33,905.49	5.34	3	600,815.64	677,067.16
2803200013498	45,536.82	30,974.50	76,511.32	59.52	2,333	15,112,759.82	17,030,770.68
2803200012837	97,578.38	23,619.86	121,198.24	80.51	1,492	32,384,312.75	36,494,314.12
2803200013426	42,523.33	16.69	42,540.02	99.96	810	14,112,642.76	15,903,725.42
2803200013178	24,213.27	18,567.34	42,780.61	56.60	274	8,035,900.05	9,055,762.98
2803200011010	1,238.48	43,341.60	44,580.08	2.78	67	411,026.74	463,191.52
2803200010991	60,984.06	69,141.49	130,125.55	46.87	1,810	20,239,389.83	22,808,038.44
2803200011025	830.41	81,300.73	82,131.14	1.01	8	275,596.47	310,573.34
2803200011006	61,933.71	41,729.84	103,663.55	59.74	2,615	20,554,559.67	23,163,207.54
280320001320A	431.30	7,785.88	8,217.18	5.25	0	143,139.84	161,306.20
280320001313A	7,367.62	78,860.57	86,228.19	8.54	714	2,445,165.73	2,755,489.88
2803200013089	4,246.17	37,300.32	41,546.49	10.22	309	1,409,218.90	1,588,067.58
2803200013286	2,668.77	33,221.32	35,890.09	7.44	129	885,711.39	998,119.98
2803200011044	6,564.95	81,249.21	87,814.16	7.48	64	2,178,775.61	2,455,291.30
2803200013252	12,571.56	7.73	12,579.29	99.94	195	4,172,249.33	4,701,763.44
280320001263A	108,999.68	183.68	109,183.36	99.83	2,376	36,174,813.80	40,765,880.32
2803200012292	21,427.18	567.60	21,994.78	97.42	197	7,111,252.50	8,013,765.32
280320001231A	15,029.60	10,176.23	25,205.83	59.63	172	4,988,023.65	5,621,070.40
2803200012625	85,122.27	42,389.85	127,512.12	66.76	800	28,250,378.97	31,835,728.98
280320001110A	13,261.86	65,967.74	79,229.60	16.74	340	4,401,346.10	4,959,935.64
2803200012023	99,529.59	17,954.83	117,484.42	84.72	1,947	33,031,880.33	37,224,066.66

2803200012019	59,934.98	31,666.65	91,601.63	65.43	2,002	19,891,221.16	22,415,682.52
2803200012856	60,891.57	48,124.10	109,015.67	55.86	1,519	20,208,694.25	22,773,447.18
2803200012150	63,664.33	6,395.81	70,060.14	90.87	2,369	21,128,917.84	23,810,459.42
2803200012790	40,847.01	2,339.23	43,186.24	94.58	1,350	13,556,305.68	15,276,781.74
2803200012095	40,150.96	725.66	40,876.62	98.22	1,703	13,325,300.60	15,016,459.04
280320001288A	4,787.63	53,523.31	58,310.94	8.21	363	1,588,918.64	1,790,573.62
2803200012875	46,492.67	36,185.38	82,678.05	56.23	2,561	15,429,987.32	17,388,258.58
2803200012860	65,556.38	25,135.88	90,692.26	72.28	2,916	21,756,851.39	24,518,086.12
2803200011896	32,470.34	12,457.00	44,927.34	72.27	927	10,776,256.44	12,143,907.16
2803200011400	3,107.02	91,939.61	95,046.63	3.27	64	1,031,157.80	1,162,025.48
2803200011307	526.90	68,219.49	68,746.39	0.77	9	174,867.57	197,060.60
2803200011203	42.52	58,878.78	58,921.30	0.07	1	14,111.54	15,902.48
2803200011222	682.76	118,875.81	119,558.57	0.57	7	226,594.39	255,352.24
2803200011449	7,354.10	26,851.26	34,205.36	21.50	184	2,440,678.71	2,750,433.40
2803200011364	11,281.75	47,833.85	59,115.60	19.08	203	3,744,187.19	4,219,374.50
2803200011519	18,199.49	98,381.92	116,581.41	15.61	238	6,040,046.74	6,806,609.26
2803200011379	1,167.79	62,745.90	63,913.69	1.83	22	387,566.15	436,753.46
2803200011805	83,920.09	57,727.27	141,647.36	59.25	1,043	27,851,399.47	31,386,113.66
2803200012682	25,186.80	30,537.13	55,723.93	45.20	494	8,358,995.18	9,419,863.20
2803200011720	52,355.74	16,492.37	68,848.11	76.05	1,282	17,375,822.99	19,581,046.76
2803200013182	18,421.78	145.56	18,567.34	99.22	206	6,113,820.35	6,889,745.72
2803200013572	82,695.17	5,300.34	87,995.51	93.98	837	27,444,873.02	30,927,993.58
2803200013040	80,566.12	4,493.32	85,059.44	94.72	747	26,738,283.91	30,131,728.88
2803200011754	38,189.47	27,041.36	65,230.83	58.55	892	12,674,321.30	14,282,861.78
2803200010807	82,347.14	22,753.45	105,100.59	78.35	1,509	27,329,368.82	30,797,830.36
2803200011947	32,585.53	17,057.69	49,643.22	65.64	901	10,814,485.70	12,186,988.22
2803200011190	45,261.09	76,614.76	121,875.85	37.14	1,387	15,021,250.55	16,927,647.66
2803200011218	12,289.51	26,944.45	39,233.96	31.32	346	4,078,642.58	4,596,276.74
2803200011171	6,326.49	41,686.48	48,012.97	13.18	248	2,099,635.50	2,366,107.26
2803200011148	2,496.50	56,706.93	59,203.43	4.22	52	828,538.42	933,691.00
2803200012428	1,630.61	11,121.87	12,752.48	12.79	264	541,166.85	609,848.14
2803200012979	2,908.45	106,599.10	109,507.55	2.66	104	965,256.39	1,087,760.30
2803200011646	49,056.18	44,765.20	93,821.38	52.29	1,289	16,280,765.02	18,347,011.32
2803200013591	14,595.98	73,620.58	88,216.56	16.55	198	4,844,113.84	5,458,896.52
2803200012324	71,663.53	23.37	71,686.90	99.97	1,142	23,783,692.34	26,802,160.22
2803200012042	58,387.35	34,490.26	92,877.61	62.86	1,451	19,377,593.72	21,836,868.90
2803200011453	12,092.64	77,179.41	89,272.05	13.55	400	4,013,305.36	4,522,647.36
280320001352A	3,586.93	78,825.19	82,412.12	4.35	134	1,190,430.33	1,341,511.82
2803200011699	55,368.44	21,233.89	76,602.33	72.28	507	18,375,677.87	20,707,796.56
2803200011612	21,874.91	7,100.67	28,975.58	75.49	826	7,259,845.13	8,181,216.34
2803200010794	62,672.70	21,307.42	83,980.12	74.63	760	20,799,815.68	23,439,589.80
2803200011701	57,278.23	15,378.09	72,656.32	78.83	1,153	19,009,498.97	21,422,058.02
2803200013587	1,257.84	75,266.19	76,524.03	1.64	52	417,451.94	470,432.16
2803200013163	35,997.85	52.16	36,050.01	99.86	1,051	11,946,966.46	13,463,195.90
2803200013708	10,036.16	68,142.19	78,178.35	12.84	528	3,330,800.78	3,753,523.84
2803200012343	897.97	14.99	912.96	98.36	150	298,018.28	335,840.78
2803200011580	12,841.66	48,874.38	61,716.04	20.81	460	4,261,890.12	4,802,780.84
2803200013553	88,940.56	909.46	89,850.02	98.99	1,379	29,517,593.05	33,263,769.44
2803200013500	2,675.19	58,793.50	61,468.69	4.35	118	887,842.06	1,000,521.06
2803200012729	7,639.04	83,950.51	91,589.55	8.34	390	2,535,244.60	2,857,000.96

2803200013407	5,794.34	47,804.13	53,598.47	10.81	218	1,923,025.56	2,167,083.16
2803200012803	13,257.05	53.07	13,310.12	99.60	588	4,399,749.75	4,958,136.70
2803200012748	65,266.98	46,407.57	111,674.55	58.44	1,286	21,660,805.32	24,409,850.52
2803200013017	54,847.79	1,254.00	56,101.79	97.76	1,421	18,202,884.55	20,513,073.46
2803200013074	16,435.12	57,007.88	73,443.00	22.38	150	5,454,487.63	6,146,734.88
2803200013549	47,881.57	97,333.55	145,215.12	32.97	901	15,890,935.45	17,907,707.18
2803200010898	6,890.86	62,142.78	69,033.64	9.98	0	2,286,938.62	2,577,181.64
2803200011294	16,095.83	33,231.16	49,326.99	32.63	635	5,341,884.06	6,019,840.42
2803200011326	15,174.85	67,636.00	82,810.85	18.32	574	5,036,229.22	5,675,393.90
2803200013568	60,666.99	8,885.17	69,552.16	87.23	1,114	20,134,160.64	22,689,454.26
2803200013604	10,063.75	44,945.88	55,009.63	18.29	490	3,339,957.35	3,763,842.50
2803200012644	20,951.79	72,557.38	93,509.17	22.41	756	6,953,480.07	7,835,969.46
2803200011557	72,683.00	19,597.85	92,280.85	78.76	1,193	24,122,034.04	27,183,442.00
2803200011608	45,016.54	22,974.55	67,991.09	66.21	644	14,940,089.30	16,836,185.96
2803200013638	7,549.73	65,696.70	73,246.43	10.31	226	2,505,604.39	2,823,599.02
2803200013233	1,524.21	83,794.74	85,318.95	1.79	143	505,854.81	570,054.54
2803200012339	27,539.37	51,048.34	78,587.71	35.04	137	9,139,766.12	10,299,724.38
2803200011311	18,346.23	59,686.35	78,032.58	23.51	395	6,088,746.81	6,861,490.02
2803200011237	49,771.08	94,640.85	144,411.93	34.46	518	16,518,026.03	18,614,383.92
2803200013661	25,110.04	93,792.35	118,902.39	21.12	951	8,333,520.08	9,391,154.96
2803200013657	65,658.58	37,722.66	103,381.24	63.51	2,490	21,790,769.53	24,556,308.92
2803200012945	73,675.88	21,558.29	95,234.17	77.36	3,271	24,451,551.05	27,554,779.12
2803200011627	6,758.44	20,741.95	27,500.39	24.58	160	2,242,991.07	2,527,656.56
2803200011561	10,968.53	78,523.33	89,491.86	12.26	249	3,640,235.74	4,102,230.22
2803200012983	1,869.40	54,667.02	56,536.42	3.31	105	620,416.47	699,155.60
2803200013623	21,049.18	35,454.27	56,503.45	37.25	1,198	6,985,801.86	7,872,393.32
2803200011542	47,260.02	43,745.63	91,005.65	51.93	1,300	15,684,655.44	17,675,247.48
2803200012269	1,931.91	1.10	1,933.01	99.94	129	641,162.29	722,534.34
2803200012061	32,042.83	61,521.12	93,563.95	34.25	166	10,634,374.42	11,984,018.42
2803200011078	36.79	45,204.11	45,240.90	0.08	0	12,209.87	13,759.46
2803200011063	4,443.15	55,549.76	59,992.91	7.41	74	1,474,592.62	1,661,738.10
280320001103A	2,930.82	50,441.58	53,372.40	5.49	89	972,680.54	1,096,126.68
2803200011858	38,957.38	27,153.22	66,110.60	58.93	1,079	12,929,175.27	14,570,060.12
2803200012004	51,582.76	21,473.03	73,055.79	70.61	1,723	17,119,286.39	19,291,952.24
2803200012076	89,352.64	9,777.82	99,130.46	90.14	2,971	29,654,354.16	33,417,887.36
2803200013159	61,096.57	84.46	61,181.03	99.86	2,068	20,276,729.65	22,850,117.18
280320001306A	16,525.13	39.33	16,564.46	99.76	407	5,484,360.14	6,180,398.62
2803200013036	3,632.45	85,059.44	88,691.89	4.10	5	1,205,537.51	1,358,536.30
2803200011256	206.27	55,197.76	55,404.03	0.37	4	68,456.89	77,144.98
2803200011260	13.76	61,323.67	61,337.43	0.02	0	4,566.67	5,146.24
2803200013515	2,490.88	55,069.51	57,560.39	4.33	100	826,673.25	931,589.12
2803200012911	3,394.44	33,138.05	36,532.49	9.29	278	1,126,546.75	1,269,520.56
2803200011468	7,879.97	101,152.25	109,032.22	7.23	256	2,615,204.44	2,947,108.78
2803200011275	24,312.59	93,058.14	117,370.73	20.71	292	8,068,862.37	9,092,908.66
2803200011415	41,978.81	46,200.82	88,179.63	47.61	1,390	13,931,927.46	15,700,074.94
280320001128A	3,998.05	85,300.65	89,298.70	4.48	42	1,326,872.83	1,495,270.70
2803200012926	5,602.21	43,528.85	49,131.06	11.40	397	1,859,261.45	2,095,226.54
280320001135A	13,782.90	42,284.02	56,066.92	24.58	532	4,574,268.85	5,154,804.60
2803200010703	47,726.03	50,591.74	98,317.77	48.54	499	15,839,314.84	17,849,535.22
2803200013303	2,505.24	20,140.94	22,646.18	11.06	132	831,439.05	936,959.76

	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
2803200012432	47,362.84	133.68	47,496.52	99.72	1,529	15,718,779.34	17,713,702.16
2803200012447	36,379.62	20,352.87	56,732.49	64.12	155	12,073,668.29	13,605,977.88
2803200013695	13,845.50	93,051.00	106,896.50	12.95	388	4,595,044.54	5,178,217.00
2803200012536	60,051.79	16,221.02	76,272.81	78.73	1,718	19,929,988.07	22,459,369.46
2803200013394	2,787.57	22,831.58	25,619.15	10.88	0	925,138.73	1,042,551.18
2803200013290	8,005.61	20,580.87	28,586.48	28.00	388	2,656,901.85	2,994,098.14
2803200012305	20,392.46	1,186.21	21,578.67	94.50	528	6,767,849.62	7,626,780.04
2803200012288	54,995.81	5,218.45	60,214.26	91.33	2,122	18,252,009.42	20,568,432.94
2803200013248	27,301.86	56,026.22	83,328.08	32.76	932	9,060,941.30	10,210,895.64
2803200013318	1,861.58	51,161.24	53,022.82	3.51	4	617,821.17	696,230.92
2803200011684	21.52	2,582.86	2,604.38	0.83	17	7,142.06	8,048.48
2803200013337	13,406.21	128,952.46	142,358.67	9.42	0	4,449,252.97	5,013,922.54
2803200011631	42,374.69	50,153.92	92,528.61	45.80	1,830	14,063,312.12	15,848,134.06
2803200012396	23,575.52	144,683.38	168,258.90	14.01	1,032	7,824,243.58	8,817,244.48
2803200012362	11,778.17	83,451.38	95,229.55	12.37	0	3,908,939.06	4,405,035.58
2803200012998	228.05	12,150.72	12,378.77	1.84	174	75,685.23	85,290.70
2803200013680	5,932.77	106,896.50	112,829.27	5.26	299	1,968,967.71	2,218,855.98
2803200013411	2,871.98	17,942.06	20,814.04	13.80	457	953,152.72	1,074,120.52
2803200011186	286.65	52,602.10	52,888.75	0.54	9	95,133.40	107,207.10
2803200011383	17,807.97	74,312.11	92,120.08	19.33	221	5,910,109.08	6,660,180.78
2803200011523	9,366.22	78,875.98	88,242.20	10.61	296	3,108,461.09	3,502,966.28
280320001181A	78,116.18	14,514.82	92,631.00	84.33	2,204	25,925,197.82	29,215,451.32
2803200011769	57,563.85	21,622.59	79,186.44	72.69	887	19,104,290.54	21,528,879.90
2803200011788	79,359.97	33,886.90	113,246.87	70.08	1,537	26,337,986.84	29,680,628.78
2803200011792	62,222.96	13,564.14	75,787.10	82.10	1,793	20,650,555.96	23,271,387.04
2803200011650	13,854.54	56,868.40	70,722.94	19.59	307	4,598,044.74	5,181,597.96
280320001167A	29,211.34	23,228.00	52,439.34	55.71	770	9,694,659.52	10,925,041.16
2803200012678	30,641.42	17,028.37	47,669.79	64.28	1,048	10,169,274.47	11,459,891.08
2803200011735	38,012.77	9,213.11	47,225.88	80.49	1,828	12,615,678.11	14,216,775.98
2803200011152	7.87	70,353.35	70,361.22	0.01	0	2,611.90	2,943.38
2803200010421	468.03	101,427.44	101,895.47	0.46	10	155,329.80	175,043.22
2803200011129	5,830.97	73,431.12	79,262.09	7.36	99	1,935,182.32	2,180,782.78
2803200011082	384.92	88,507.77	88,892.69	0.43	6	127,747.25	143,960.08
2803200010351	3,010.87	70,557.13	73,568.00	4.09	72	999,247.54	1,126,065.38
2803200010332	1,302.29	61,137.96	62,440.25	2.09	56	432,204.01	487,056.46
2803200010347	690.46	61,937.48	62,627.94	1.10	18	229,149.86	258,232.04
2803200012822	100,803.65	39,223.09	140,026.74	71.99	2,231	33,454,715.36	37,700,565.10
2803200011133	16,299.16	76,141.01	92,440.17	17.63	279	5,409,365.22	6,095,885.84
2803200011716	29,530.89	6,390.17	35,921.06	82.21	1,296	9,800,711.77	11,044,552.86
2803200011665	18,777.28	18,882.77	37,660.05	49.86	925	6,231,803.69	7,022,702.72
2803200012841	63,083.11	34,308.39	97,391.50	64.77	1,334	20,936,022.55	23,593,083.14
2803200011487	8,381.14	37,728.97	46,110.11	18.18	193	2,781,532.74	3,134,546.36
2803200010830	59,140.58	27,055.74	86,196.32	68.61	3,010	19,627,575.69	22,118,576.92
2803200012697	60,462.96	741.25	61,204.21	98.79	2,515	20,066,447.16	22,613,147.04
2803200012786	26,266.13	5,829.02	32,095.15	81.84	714	8,717,203.22	9,823,532.62
2803200012517	61,434.90	4,517.63	65,952.53	93.15	2,297	20,389,014.61	22,976,652.60
280320001217A	39,687.51	2,225.86	41,913.37	94.69	1,466	13,171,490.82	14,843,128.74
280320001270A	46,357.15	490.30	46,847.45	98.95	2,000	15,385,010.94	17,337,574.10
2803200012184	78,658.18	21,207.73	99,865.91	78.76	2,611	26,105,076.78	29,418,159.32

2803200012964	58,786.08	2,770.32	61,556.40	95.50	2,586	19,509,924.23	21,985,993.92
2803200011824	87,731.45	36,209.19	123,940.64	70.79	1,479	29,116,313.63	32,811,562.30
2803200011839	60,829.56	18,098.58	78,928.14	77.07	1,475	20,188,114.37	22,750,255.44
2803200012080	27,734.48	12,490.45	40,224.93	68.95	1,022	9,204,519.22	10,372,695.52
280320001295A	73,859.05	482.36	74,341.41	99.35	3,383	24,512,341.51	27,623,284.70
280320001338A	430.78	14,070.64	14,501.42	2.97	0	142,967.27	161,111.72
2803200010370	17,891.79	110,183.33	128,075.12	13.97	302	5,937,927.27	6,691,529.46
2803200011059	3,379.43	64,659.66	68,039.09	4.97	46	1,121,565.23	1,263,906.82
2803200011398	5,437.15	59,533.34	64,970.49	8.37	101	1,804,481.34	2,033,494.10
280320001142A	21,949.02	30,225.67	52,174.69	42.07	469	7,284,440.76	8,208,933.48
2803200011877	54,639.31	31,951.06	86,590.37	63.10	1,239	18,133,694.20	20,435,101.94
2803200011843	54,576.32	2,718.76	57,295.08	95.25	1,391	18,112,789.08	20,411,543.68
2803200012038	32,311.80	60,349.93	92,661.73	34.87	606	10,723,640.18	12,084,613.20
	Sin Pav	Pav	Total Calles	Porcentaje promedio	Pob Expuest a SP	Costo Total	
Totales	7,157,962.42	9,060,366.77	16,218,329.19	45.48	195,618	2,375,584,567	2,677,077,945

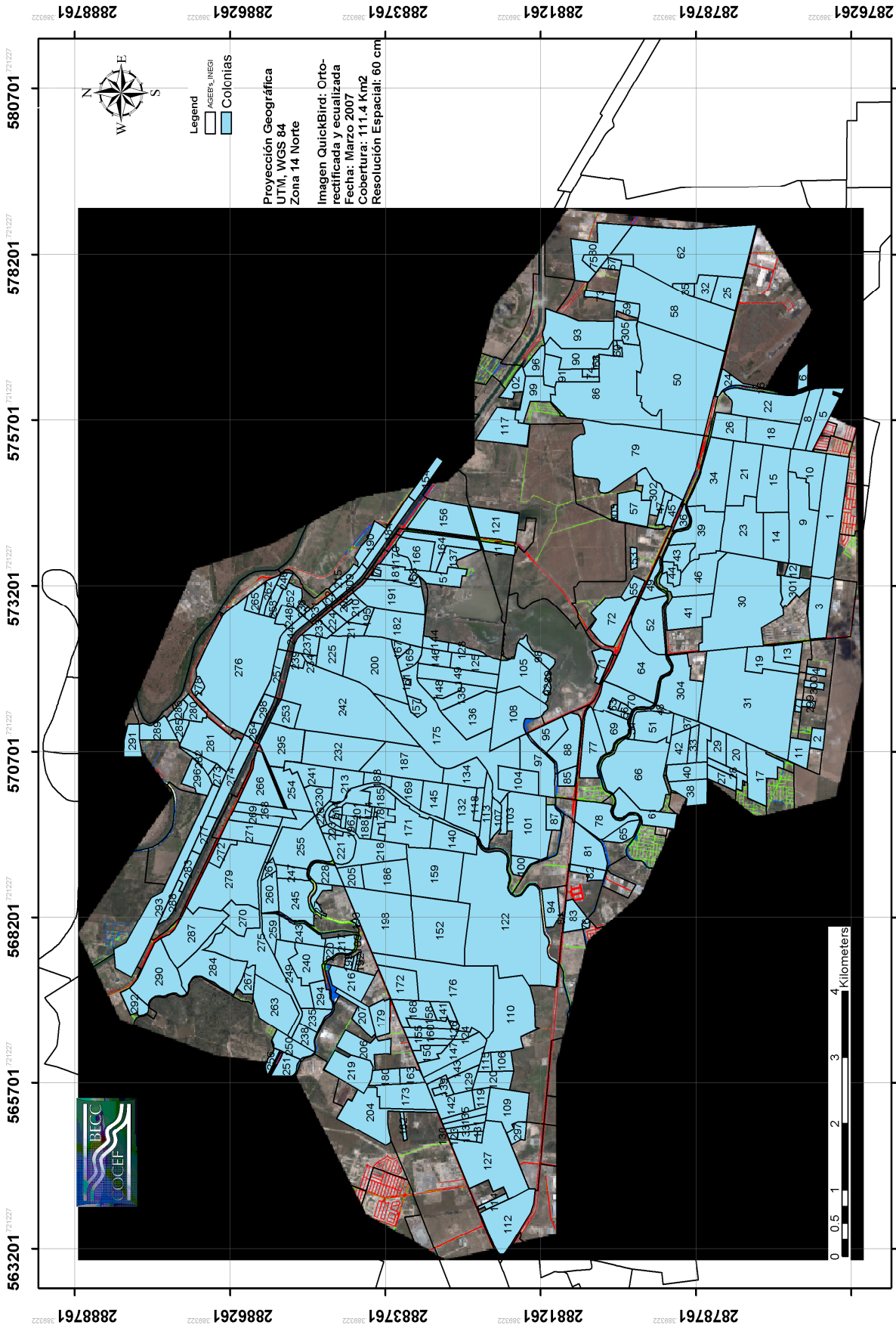
COSTOS ESTIMADOS POR COLONIAS

El análisis por colonias quedó limitado a la conformación de tan solo 305 polígonos de un total de 389 que están registradas en el mapa de la ciudad de Reynosa y que opera el municipio. Sin embargo, es de gran utilidad el resultado dado que se puede identificar en esas unidades espaciales las necesidades de pavimentación. En las 305 colonias presentadas en el mapa X. Destacan un total, de 98 colonias con más del 95 % de su superficie en calles sin pavimentar. Ubicadas en su gran mayoría en la zona sur y sur oriente de la ciudad. Así como al Norte de la misma. De esta información se tiene que el total de calles es de 16,061,806.74 m², de las cuales el 44.5 por ciento (7,146,959.47 m²) está sin pavimentar y el restante 55.5 % totalizando 8914847.27 m² cuenta con calles pavimentadas.

Cuadro 9. Estadísticas de paviementación por Colonias en Reynosa, Tamaulipas

Total Colonias	Total calles m ²	Sin Pavimentar (m ²)	Pavimentadas (m ²)	Porcentaje sin Pavimentar	Costos con Asfalto
305	16,061,806	7,146,959	8,914,847	44.5	2,061,952,438

Fuente: Elaboración propia con imagen satelital de marzo del 2007.



Legend
 ACEB's INEGI
 Colonias

Proyección Geográfica
 UTM, WGS 84
 Zona 14 Norte

Imagen QuickBird: Orto-
 rectificada y eucalizada
 Fecha: Marzo 2007
 Cobertura: 111.4 Km2
 Resolución Espacial: 60 cm



Elaboró:
 Luis E. Cervera Gómez y Hugo Luis Rojas Villalobos
 Algoritmo de procesamiento y clasificación espacial de IMAGEN con ENVI 4.4
 Cálculo de área y perímetro con ArcGIS 9.3.1
 Responsable: Luis E. Cervera Gómez, Candidato a Doctor
 QUANTUM GIS/INFORMACIÓN S. DE RL. DE CV.

563201 565701 568201 573201 575701 580701
 2888761 2886261 2883761 2881261 2878761 2876261
Mapa 5. Colonias en Reynosa consideradas con Imagen Satelital QuickBird 2007

Cuadro 10. Estimación de estadísticos de pavimentación por Colonia para la Ciudad de Reynosa, Tamaulipas.

Superficie de calles en metros cuadrados (m²)

Costo en pesos

<i>Colonia</i>	<i>Sin Pavimento</i>	<i>Pavimentado</i>	<i>Area Total Calles</i>	<i>% Sin Pavimentar</i>	<i>Costo Asfalto</i>	<i>Costo Cemento Asfalto</i>
1	18,186.79	158,338.41	176,525.20	10.30	6,035,831.87	6,801,859.46
2	14,658.13	0.00	14,658.13	100.00	4,864,740.18	5,482,140.62
3	2,179.02	10,789.23	12,968.25	16.80	723,173.16	814,953.48
4	74.29	0.00	74.29	100.00	24,655.37	27,784.46
5	1,676.27	29,954.71	31,630.98	5.30	556,320.49	626,924.98
6	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
7	688.23	3,871.61	4,559.84	15.09	228,409.77	257,398.02
8	4,336.23	31,162.50	35,498.73	12.22	1,439,108.01	1,621,750.02
9	114,859.50	4,082.86	118,942.36	96.57	38,119,570.86	42,957,453.00
10	53,654.15	572.74	54,226.89	98.94	17,806,739.30	20,066,652.10
11	26,365.51	70.69	26,436.20	99.73	8,750,185.46	9,860,700.74
12	5,537.46	1,164.29	6,701.75	82.63	1,837,772.22	2,071,010.04
13	23,502.83	15,391.68	38,894.51	60.43	7,800,119.22	8,790,058.42
14	69,033.97	8,793.56	77,827.53	88.70	22,910,993.96	25,818,704.78
15	94,225.72	5,138.33	99,364.05	94.83	31,271,631.95	35,240,419.28
16	1,627.19	42.28	1,669.47	97.47	540,031.82	608,569.06
17	72,934.09	260.14	73,194.23	99.64	24,205,365.79	27,277,349.66
18	7,774.57	70,818.23	78,592.80	9.89	2,580,224.29	2,907,689.18
19	38,145.61	11,010.58	49,156.19	77.60	12,659,765.05	14,266,458.14
20	10,895.65	33.17	10,928.82	99.70	3,616,048.32	4,074,973.10
21	92,931.18	1,010.45	93,941.63	98.92	30,842,000.02	34,756,261.32
22	22,049.21	91,255.37	113,304.58	19.46	7,317,691.81	8,246,404.54
23	99,420.06	12,739.27	112,159.33	88.64	32,995,529.51	37,183,102.44
24	11,241.36	6,730.64	17,972.00	62.55	3,730,782.56	4,204,268.64
25	14,021.16	14,338.76	28,359.92	49.44	4,653,342.58	5,243,913.84
26	8,185.94	50,849.16	59,035.10	13.87	2,716,749.77	3,061,541.56
27	26,070.07	16.69	26,086.76	99.94	8,652,134.83	9,750,206.18
28	22,244.25	0.00	22,244.25	100.00	7,382,421.69	8,319,349.50
29	17,606.17	0.00	17,606.17	100.00	5,843,135.70	6,584,707.58
30	203,711.20	55,825.70	259,536.90	78.49	67,607,673.06	76,187,988.80
31	351,016.50	129,025.23	480,041.73	73.12	116,495,356.02	131,280,171.00
32	16,769.63	5,693.49	22,463.12	74.65	5,565,504.80	6,271,841.62
33	17,065.26	31.97	17,097.23	99.81	5,663,618.49	6,382,407.24
34	86,308.74	32,500.81	118,809.55	72.64	28,644,144.63	32,279,468.76
35	981.14	11,541.67	12,522.81	7.83	325,620.74	366,946.36
36	7,409.06	641.71	8,050.77	92.03	2,458,918.83	2,770,988.44
37	33,358.46	70.71	33,429.17	99.79	11,071,005.70	12,476,064.04
38	13,364.19	0.00	13,364.19	100.00	4,435,307.38	4,998,207.06
39	74,538.90	3,632.34	78,171.24	95.35	24,737,970.13	27,877,548.60

40	5,511.09	0.00	5,511.09	100.00	1,829,020.55	2,061,147.66
41	52,283.50	24,287.22	76,570.72	68.28	17,351,847.98	19,554,029.00
42	31,432.75	25.44	31,458.19	99.92	10,431,901.07	11,755,848.50
43	23,392.10	84.62	23,476.72	99.64	7,763,370.15	8,748,645.40
44	5,948.38	29.58	5,977.96	99.51	1,974,148.35	2,224,694.12
45	9,692.13	7,446.11	17,138.24	56.55	3,216,624.10	3,624,856.62
46	71,790.77	2,252.79	74,043.56	96.96	23,825,920.75	26,849,747.98
47	9,202.35	1,434.02	10,636.37	86.52	3,054,075.92	3,441,678.90
48	7,484.16	862.13	8,346.29	89.67	2,483,843.02	2,799,075.84
49	4,299.75	2,836.61	7,136.36	60.25	1,427,001.03	1,608,106.50
50	68,978.37	121,264.08	190,242.45	36.26	22,892,541.44	25,797,910.38
51	74,582.58	8,837.66	83,420.24	89.41	24,752,466.65	27,893,884.92
52	58,154.82	22,009.04	80,163.86	72.54	19,300,421.66	21,749,902.68
53	6,169.74	63.27	6,233.01	98.98	2,047,613.31	2,307,482.76
54	5,816.67	0.00	5,816.67	100.00	1,930,436.44	2,175,434.58
55	5,119.43	9.78	5,129.21	99.81	1,699,036.43	1,914,666.82
56	4,336.56	130.05	4,466.61	97.09	1,439,217.53	1,621,873.44
57	45,654.11	301.52	45,955.63	99.34	15,151,686.03	17,074,637.14
58	113,518.25	50,485.39	164,003.64	69.22	37,674,436.81	42,455,825.50
59	5,376.62	13,327.06	18,703.68	28.75	1,784,392.65	2,010,855.88
60	2,978.58	0.00	2,978.58	100.00	988,531.13	1,113,988.92
61	52,562.53	3,398.26	55,960.79	93.93	17,444,452.46	19,658,386.22
62	20,816.19	63,433.10	84,249.29	24.71	6,908,477.14	7,785,255.06
63	3,886.81	20.10	3,906.91	99.49	1,289,954.50	1,453,666.94
64	133,241.32	29,618.02	162,859.34	81.81	44,220,129.28	49,832,253.68
65	18,696.91	177.00	18,873.91	99.06	6,205,130.49	6,992,644.34
66	200,902.85	12,881.15	213,784.00	93.97	66,675,637.86	75,137,665.90
67	1,095.82	10,071.84	11,167.66	9.81	363,680.74	409,836.68
68	33.02	0.00	33.02	100.00	10,958.68	12,349.48
69	26,797.54	9,109.90	35,907.44	74.63	8,893,567.58	10,022,279.96
70	27,662.40	544.95	28,207.35	98.07	9,180,597.31	10,345,737.60
71	2,650.85	2,207.74	4,858.59	54.56	879,764.10	991,417.90
72	41,915.09	1,901.29	43,816.38	95.66	13,910,780.07	15,676,243.66
73	10,198.05	6.47	10,204.52	99.94	3,384,528.83	3,814,070.70
74	411.73	4,665.21	5,076.94	8.11	136,644.95	153,987.02
75	709.49	10,684.08	11,393.57	6.23	235,465.54	265,349.26
76	1,618.29	1,069.26	2,687.55	60.21	537,078.09	605,240.46
77	37,874.83	6,588.19	44,463.02	85.18	12,569,898.58	14,165,186.42
78	40,578.99	7,766.20	48,345.19	83.94	13,467,355.20	15,176,542.26
79	8,754.09	9,661.43	18,415.52	47.54	2,905,307.39	3,274,029.66
80	4,909.29	28,849.10	33,758.39	14.54	1,629,295.17	1,836,074.46
81	51,629.65	2,953.53	54,583.18	94.59	17,134,848.24	19,309,489.10
82	876.54	7,263.64	8,140.18	10.77	290,906.10	327,825.96
83	19,747.82	13,532.41	33,280.23	59.34	6,553,906.50	7,385,684.68
84	0.00	4.68	4.68	0.00	0.00	0.00
85	17,264.87	1,134.32	18,399.19	93.83	5,729,865.06	6,457,061.38
86	133,596.27	31,155.93	164,752.20	81.09	44,337,930.09	49,965,004.98

87	18,266.64	882.95	19,149.59	95.39	6,062,332.48	6,831,723.36
88	48,637.01	9,507.66	58,144.67	83.65	16,141,650.88	18,190,241.74
89	1,051.00	77.86	1,128.86	93.10	348,805.88	393,074.00
90	13,482.01	42,844.89	56,326.90	23.94	4,474,409.48	5,042,271.74
91	37,985.22	11,968.00	49,953.22	76.04	12,606,534.81	14,206,472.28
92	2,501.46	29.08	2,530.54	98.85	830,184.54	935,546.04
93	5,113.39	38,563.47	43,676.86	11.71	1,697,031.87	1,912,407.86
94	10,814.79	18,752.61	29,567.40	36.58	3,589,212.51	4,044,731.46
95	33,504.88	7,153.83	40,658.71	82.41	11,119,599.57	12,530,825.12
96	21,684.66	4,598.24	26,282.90	82.50	7,196,704.96	8,110,062.84
97	39,251.58	22,147.20	61,398.78	63.93	13,026,814.37	14,680,090.92
98	14,168.49	1,689.02	15,857.51	89.35	4,702,238.46	5,299,015.26
99	40,965.73	10,760.86	51,726.59	79.20	13,595,706.47	15,321,183.02
100	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
101	64,936.19	26,001.57	90,937.76	71.41	21,551,022.74	24,286,135.06
102	22,416.15	722.29	23,138.44	96.88	7,439,471.86	8,383,640.10
103	7,578.79	1,382.64	8,961.43	84.57	2,515,248.83	2,834,467.46
104	4,781.50	32,673.98	37,455.48	12.77	1,586,884.22	1,788,281.00
105	70,741.83	22,566.55	93,308.38	75.82	23,477,798.54	26,457,444.42
106	534.33	23,784.16	24,318.49	2.20	177,333.44	199,839.42
107	14,067.88	10,495.16	24,563.04	57.27	4,668,848.01	5,261,387.12
108	71,700.72	46,254.60	117,955.32	60.79	23,796,034.95	26,816,069.28
109	4,268.23	89,324.46	93,592.69	4.56	1,416,540.17	1,596,318.02
110	83,926.81	68,802.41	152,729.22	54.95	27,853,629.70	31,388,626.94
111	10,314.59	42.32	10,356.91	99.59	3,423,206.13	3,857,656.66
112	4,004.97	26,531.18	30,536.15	13.12	1,329,169.44	1,497,858.78
113	17,762.68	17,296.36	35,059.04	50.67	5,895,078.24	6,643,242.32
114	0.60	0.27	0.87	68.97	199.13	224.40
115	1,105.10	8,699.88	9,804.98	11.27	366,760.59	413,307.40
116	537.85	194.52	732.37	73.44	178,501.66	201,155.90
117	70,082.88	1,339.76	71,422.64	98.12	23,259,106.21	26,210,997.12
118	259.26	16,841.15	17,100.41	1.52	86,043.21	96,963.24
119	18,924.90	482.10	19,407.00	97.52	6,280,795.81	7,077,912.60
120	11,551.91	38,180.48	49,732.39	23.23	3,833,847.89	4,320,414.34
121	12,402.25	13,217.59	25,619.84	48.41	4,116,058.73	4,638,441.50
122	19,735.51	474,215.86	493,951.37	4.00	6,549,821.06	7,381,080.74
123	656.59	11,364.31	12,020.90	5.46	217,909.09	245,564.66
124	4,516.53	8,319.01	12,835.54	35.19	1,498,945.98	1,689,182.22
125	8,148.07	25,343.52	33,491.59	24.33	2,704,181.47	3,047,378.18
126	523.84	3,000.70	3,524.54	14.86	173,852.02	195,916.16
127	131,525.61	52,106.91	183,632.52	71.62	43,650,719.45	49,190,578.14
128	985.67	13,112.12	14,097.79	6.99	327,124.16	368,640.58
129	314.56	28,462.46	28,777.02	1.09	104,396.17	117,645.44
130	293.02	1,970.57	2,263.59	12.94	97,247.48	109,589.48
131	1,175.63	15,994.58	17,170.21	6.85	390,168.08	439,685.62
132	10,007.07	50,070.49	60,077.56	16.66	3,321,146.39	3,742,644.18
133	1,497.57	12,974.21	14,471.78	10.35	497,013.53	560,091.18

134	9,006.42	45,510.56	54,516.98	16.52	2,989,050.67	3,368,401.08
135	0.00	1,047.91	1,047.91	0.00	0.00	0.00
136	4,254.73	75,530.21	79,784.94	5.33	1,412,059.79	1,591,269.02
137	26,418.52	3,302.04	29,720.56	88.89	8,767,778.42	9,880,526.48
138	3,474.93	29,150.10	32,625.03	10.65	1,153,259.77	1,299,623.82
139	1,234.82	5,377.72	6,612.54	18.67	409,812.06	461,822.68
140	32,568.47	32,218.40	64,786.87	50.27	10,808,823.82	12,180,607.78
141	11,559.29	12,738.08	24,297.37	47.57	3,836,297.17	4,323,174.46
142	979.84	12,830.46	13,810.30	7.09	325,189.30	366,460.16
143	3,505.09	32,798.65	36,303.74	9.65	1,163,269.27	1,310,903.66
144	1,167.52	11,878.25	13,045.77	8.95	387,476.54	436,652.48
145	3,366.15	26,948.64	30,314.79	11.10	1,117,157.86	1,258,940.10
146	8,461.75	17,693.07	26,154.82	32.35	2,808,285.59	3,164,694.50
147	18,710.21	61,823.89	80,534.10	23.23	6,209,544.49	6,997,618.54
148	3,258.06	21,251.01	24,509.07	13.29	1,081,284.95	1,218,514.44
149	8,440.83	42,485.56	50,926.39	16.57	2,801,342.66	3,156,870.42
150	67.23	3,468.43	3,535.66	1.90	22,312.29	25,144.02
151	15,063.43	16,937.69	32,001.12	47.07	4,999,251.15	5,633,722.82
152	17,465.83	163,900.81	181,366.64	9.63	5,796,559.66	6,532,220.42
153	0.00	1,649.69	1,649.69	0.00	0.00	0.00
154	8,407.83	147.18	8,555.01	98.28	2,790,390.62	3,144,528.42
155	2,003.13	17,038.21	19,041.34	10.52	664,798.78	749,170.62
156	113,598.99	14,380.62	127,979.61	88.76	37,701,232.80	42,486,022.26
157	7,080.28	4,706.98	11,787.26	60.07	2,349,803.33	2,648,024.72
158	6,029.59	14,618.06	20,647.65	29.20	2,001,100.33	2,255,066.66
159	11,790.55	155,465.58	167,256.13	7.05	3,913,047.73	4,409,665.70
160	8,605.32	20,917.82	29,523.14	29.15	2,855,933.60	3,218,389.68
161	1,282.65	2,557.43	3,840.08	33.40	425,685.88	479,711.10
162	4,290.85	88.42	4,379.27	97.98	1,424,047.30	1,604,777.90
163	1,128.07	6,441.18	7,569.25	14.90	374,383.87	421,898.18
164	30,353.69	20,963.08	51,316.77	59.15	10,073,782.64	11,352,280.06
165	4,421.70	11,706.82	16,128.52	27.42	1,467,473.80	1,653,715.80
166	34,963.44	16,791.84	51,755.28	67.56	11,603,666.47	13,076,326.56
167	16.37	12,967.96	12,984.33	0.13	5,432.88	6,122.38
168	5,283.95	39,170.40	44,454.35	11.89	1,753,637.33	1,976,197.30
169	6,809.22	26,362.63	33,171.85	20.53	2,259,843.93	2,546,648.28
170	5,625.92	18,381.40	24,007.32	23.43	1,867,130.33	2,104,094.08
171	11,715.54	78,655.00	90,370.54	12.96	3,888,153.42	4,381,611.96
172	20,357.67	55,737.26	76,094.93	26.75	6,756,303.52	7,613,768.58
173	5,659.28	68,271.12	73,930.40	7.65	1,878,201.85	2,116,570.72
174	20.40	611.98	632.38	3.23	6,770.35	7,629.60
175	50,019.89	253,427.18	303,447.07	16.48	16,600,601.09	18,707,438.86
176	108,462.27	123,409.91	231,872.18	46.78	35,996,458.17	40,564,888.98
177	0.00	2,866.66	2,866.66	0.00	0.00	0.00
178	4,479.40	12,927.34	17,406.74	25.73	1,486,623.27	1,675,295.60
179	2,097.93	11,887.70	13,985.63	15.00	696,261.01	784,625.82
180	209.04	26,778.42	26,987.46	0.77	69,376.20	78,180.96

181	689.66	27,374.52	28,064.18	2.46	228,884.36	257,932.84
182	1,453.73	61,753.07	63,206.80	2.30	482,463.91	543,695.02
183	4,270.93	7,638.94	11,909.87	35.86	1,417,436.25	1,597,327.82
184	35,205.40	1,565.27	36,770.67	95.74	11,683,968.15	13,166,819.60
185	8,328.30	18,534.59	26,862.89	31.00	2,763,996.20	3,114,784.20
186	16,363.04	38,594.71	54,957.75	29.77	5,430,565.72	6,119,776.96
187	3,785.07	115,478.05	119,263.12	3.17	1,256,189.03	1,415,616.18
188	1,375.53	19,014.02	20,389.55	6.75	456,510.90	514,448.22
189	40.50	198.96	239.46	16.91	13,441.14	15,147.00
190	19,113.99	13,948.58	33,062.57	57.81	6,343,551.00	7,148,632.26
191	996.66	75,743.91	76,740.57	1.30	330,771.52	372,750.84
192	659.41	1,769.56	2,428.97	27.15	218,844.99	246,619.34
193	850.51	1,726.23	2,576.74	33.01	282,267.26	318,090.74
194	64.79	0.00	64.79	100.00	21,502.51	24,231.46
195	54.72	10,832.47	10,887.19	0.50	18,160.47	20,465.28
196	462.97	5,249.92	5,712.89	8.10	153,650.48	173,150.78
197	488.04	0.00	488.04	100.00	161,970.72	182,526.96
198	10,926.35	142,136.39	153,062.74	7.14	3,626,237.04	4,086,454.90
199	272.22	4,901.22	5,173.44	5.26	90,344.37	101,810.28
200	333.88	54,992.99	55,326.87	0.60	110,808.09	124,871.12
201	1,939.94	10,763.90	12,703.84	15.27	643,827.29	725,537.56
202	0.00	2,296.55	2,296.55	0.00	0.00	0.00
203	555.66	3,368.26	3,923.92	14.16	184,412.44	207,816.84
204	7,798.75	105,418.15	113,216.90	6.89	2,588,249.15	2,916,732.50
205	259.64	13,160.04	13,419.68	1.93	86,169.32	97,105.36
206	508.28	0.00	508.28	100.00	168,687.97	190,096.72
207	10,726.67	1,647.69	12,374.36	86.68	3,559,967.24	4,011,774.58
208	95.11	2,238.74	2,333.85	4.08	31,565.11	35,571.14
209	5,234.52	6,947.76	12,182.28	42.97	1,737,232.50	1,957,710.48
210	13.77	20,789.11	20,802.88	0.07	4,569.99	5,149.98
211	7.89	19,859.56	19,867.45	0.04	2,618.53	2,950.86
212	223.31	3,284.47	3,507.78	6.37	74,112.12	83,517.94
213	11,196.25	21,393.48	32,589.73	34.36	3,715,811.45	4,187,397.50
214	7.24	6,545.38	6,552.62	0.11	2,402.81	2,707.76
215	9,171.10	9,019.38	18,190.48	50.42	3,043,704.67	3,429,991.40
216	30,967.02	15,961.64	46,928.66	65.99	10,277,334.60	11,581,665.48
217	1,321.81	23,286.80	24,608.61	5.37	438,682.30	494,356.94
218	53,738.52	64,542.78	118,281.30	45.43	17,834,740.02	20,098,206.48
219	4,700.19	43,381.49	48,081.68	9.78	1,559,899.06	1,757,871.06
220	2,612.71	5,732.06	8,344.77	31.31	867,106.19	977,153.54
221	19,771.16	14,540.57	34,311.73	57.62	6,561,652.58	7,394,413.84
222	2,623.60	2,308.22	4,931.82	53.20	870,720.37	981,226.40
223	2,626.56	3,718.51	6,345.07	41.40	871,702.73	982,333.44
224	0.00	19,191.71	19,191.71	0.00	0.00	0.00
225	2.50	59,271.87	59,274.37	0.00	829.70	935.00
226	908.07	3,229.12	4,137.19	21.95	301,370.27	339,618.18
227	9,045.22	582.89	9,628.11	93.95	3,001,927.61	3,382,912.28

228	3,695.22	13,240.92	16,936.14	21.82	1,226,369.61	1,382,012.28
229	333.89	1,508.81	1,842.70	18.12	110,811.41	124,874.86
230	3,392.36	19,511.17	22,903.53	14.81	1,125,856.44	1,268,742.64
231	626.01	4,694.77	5,320.78	11.77	207,760.20	234,127.74
232	732.79	121,653.83	122,386.62	0.60	243,198.35	274,063.46
233	0.00	18,683.47	18,683.47	0.00	0.00	0.00
234	0.00	7,160.40	7,160.40	0.00	0.00	0.00
235	1,249.58	14,832.10	16,081.68	7.77	414,710.61	467,342.92
236	355.25	7,562.37	7,917.62	4.49	117,900.37	132,863.50
237	0.00	22,659.99	22,659.99	0.00	0.00	0.00
238	20,400.53	115.83	20,516.36	99.44	6,770,527.90	7,629,798.22
239	0.00	10,780.73	10,780.73	0.00	0.00	0.00
240	26,435.12	44,489.43	70,924.55	37.27	8,773,287.63	9,886,734.88
241	325.93	37,453.50	37,779.43	0.86	108,169.65	121,897.82
242	997.47	338,072.79	339,070.26	0.29	331,040.34	373,053.78
243	6,927.53	29,882.52	36,810.05	18.82	2,299,108.66	2,590,896.22
244	5,040.30	14,841.97	19,882.27	25.35	1,672,774.76	1,885,072.20
245	13,078.91	50,946.88	64,025.79	20.43	4,340,628.65	4,891,512.34
246	1,412.41	2,597.54	4,009.95	35.22	468,750.63	528,241.34
247	2,549.66	22,295.40	24,845.06	10.26	846,181.16	953,572.84
248	4,062.33	18,589.73	22,652.06	17.93	1,348,206.08	1,519,311.42
249	41,606.39	18,675.18	60,281.57	69.02	13,808,328.71	15,560,789.86
250	1,884.99	47,009.77	48,894.76	3.86	625,590.48	704,986.26
251	650.31	20,533.13	21,183.44	3.07	215,824.88	243,215.94
252	1,467.35	9,035.46	10,502.81	13.97	486,984.12	548,788.90
253	20.17	34,926.61	34,946.78	0.06	6,694.02	7,543.58
254	2,629.94	55,575.45	58,205.39	4.52	872,824.49	983,597.56
255	22,747.48	86,317.50	109,064.98	20.86	7,549,433.66	8,507,557.52
256	8.07	1,896.60	1,904.67	0.42	2,678.27	3,018.18
257	385.45	25,936.61	26,322.06	1.46	127,923.15	144,158.30
258	885.61	11,375.35	12,260.96	7.22	293,916.25	331,218.14
259	28,675.91	76.63	28,752.54	99.73	9,516,961.01	10,724,790.34
260	13,272.38	24,797.60	38,069.98	34.86	4,404,837.47	4,963,870.12
261	1,257.78	7,820.36	9,078.14	13.86	417,432.03	470,409.72
262	352.09	11,298.72	11,650.81	3.02	116,851.63	131,681.66
263	1,500.92	78,725.83	80,226.75	1.87	498,125.33	561,344.08
264	1,529.08	10,432.99	11,962.07	12.78	507,471.07	571,875.92
265	98.80	16,817.05	16,915.85	0.58	32,789.74	36,951.20
266	775.49	73,644.65	74,420.14	1.04	257,369.62	290,033.26
267	10,771.81	8.52	10,780.33	99.92	3,574,948.30	4,028,656.94
268	1,355.65	18,465.79	19,821.44	6.84	449,913.12	507,013.10
269	1,253.78	16,713.70	17,967.48	6.98	416,104.51	468,913.72
270	58,776.15	1,309.59	60,085.74	97.82	19,506,628.66	21,982,280.10
271	9,016.79	45,071.65	54,088.44	16.67	2,992,492.27	3,372,279.46
272	15,876.86	47.68	15,924.54	99.70	5,269,212.30	5,937,945.64
273	14,050.31	650.72	14,701.03	95.57	4,663,016.88	5,254,815.94
274	21,881.51	32,242.93	54,124.44	40.43	7,262,035.54	8,183,684.74

275	34,790.05	19,737.70	54,527.75	63.80	11,546,121.79	13,011,478.70
276	8,698.09	296,850.04	305,548.13	2.85	2,886,722.11	3,253,085.66
277	9,089.96	11,899.40	20,989.36	43.31	3,016,775.92	3,399,645.04
278	265.40	8,567.00	8,832.40	3.00	88,080.95	99,259.60
279	144,206.33	48,817.40	193,023.73	74.71	47,859,196.80	53,933,167.42
280	18,244.67	3,720.17	21,964.84	83.06	6,055,041.08	6,823,506.58
281	36,992.51	40,667.74	77,660.25	47.63	12,277,074.22	13,835,198.74
282	15,218.94	368.65	15,587.59	97.63	5,050,861.81	5,691,883.56
283	14,527.48	5,127.93	19,655.41	73.91	4,821,380.06	5,433,277.52
284	62,426.32	95.64	62,521.96	99.85	20,718,047.08	23,347,443.68
285	12,557.85	418.27	12,976.12	96.78	4,167,699.26	4,696,635.90
286	13,496.12	538.60	14,034.72	96.16	4,479,092.31	5,047,548.88
287	83,961.65	13,249.48	97,211.13	86.37	27,865,192.40	31,401,657.10
288	16,728.38	5,190.67	21,919.05	76.32	5,551,814.75	6,256,414.12
289	13,564.66	98.45	13,663.11	99.28	4,501,839.36	5,073,182.84
290	49,350.23	53.49	49,403.72	99.89	16,378,354.33	18,456,986.02
291	2,827.22	0.00	2,827.22	100.00	938,297.77	1,057,380.28
292	2,058.26	104.08	2,162.34	95.19	683,095.33	769,789.24
293	45,993.99	2,539.46	48,533.45	94.77	15,264,485.40	17,201,752.26
294	22,054.57	80.97	22,135.54	99.63	7,319,470.69	8,248,409.18
295	135.28	86,749.53	86,884.81	0.16	44,896.73	50,594.72
296	28,742.37	654.45	29,396.82	97.77	9,539,017.76	10,749,646.38
297	15.58	16,784.69	16,800.27	0.09	5,170.69	5,826.92
298	1,086.57	14,286.30	15,372.87	7.07	360,610.85	406,377.18
299	155.12	5,484.71	5,639.83	2.75	51,481.23	58,014.88
300	2,046.72	8,229.61	10,276.33	19.92	679,265.43	765,473.28
301	26,055.22	50.68	26,105.90	99.81	8,647,206.41	9,744,652.28
302	31,222.28	3,287.03	34,509.31	90.47	10,362,050.29	11,677,132.72
303	3,898.63	0.00	3,898.63	100.00	1,293,877.32	1,458,087.62
304	127,059.74	22,301.22	149,360.96	85.07	42,168,586.51	47,520,342.76
305	28,114.34	3,407.99	31,522.33	89.19	9,330,587.16	10,514,763.16
TOTALES	6,212,945.76	7,382,621.44	13,595,567.20	45	2,061,952,438.83	2,323,641,714.24

CONSIDERACIONES SOBRE EL METODO Y EL USO DE LA IMAGEN

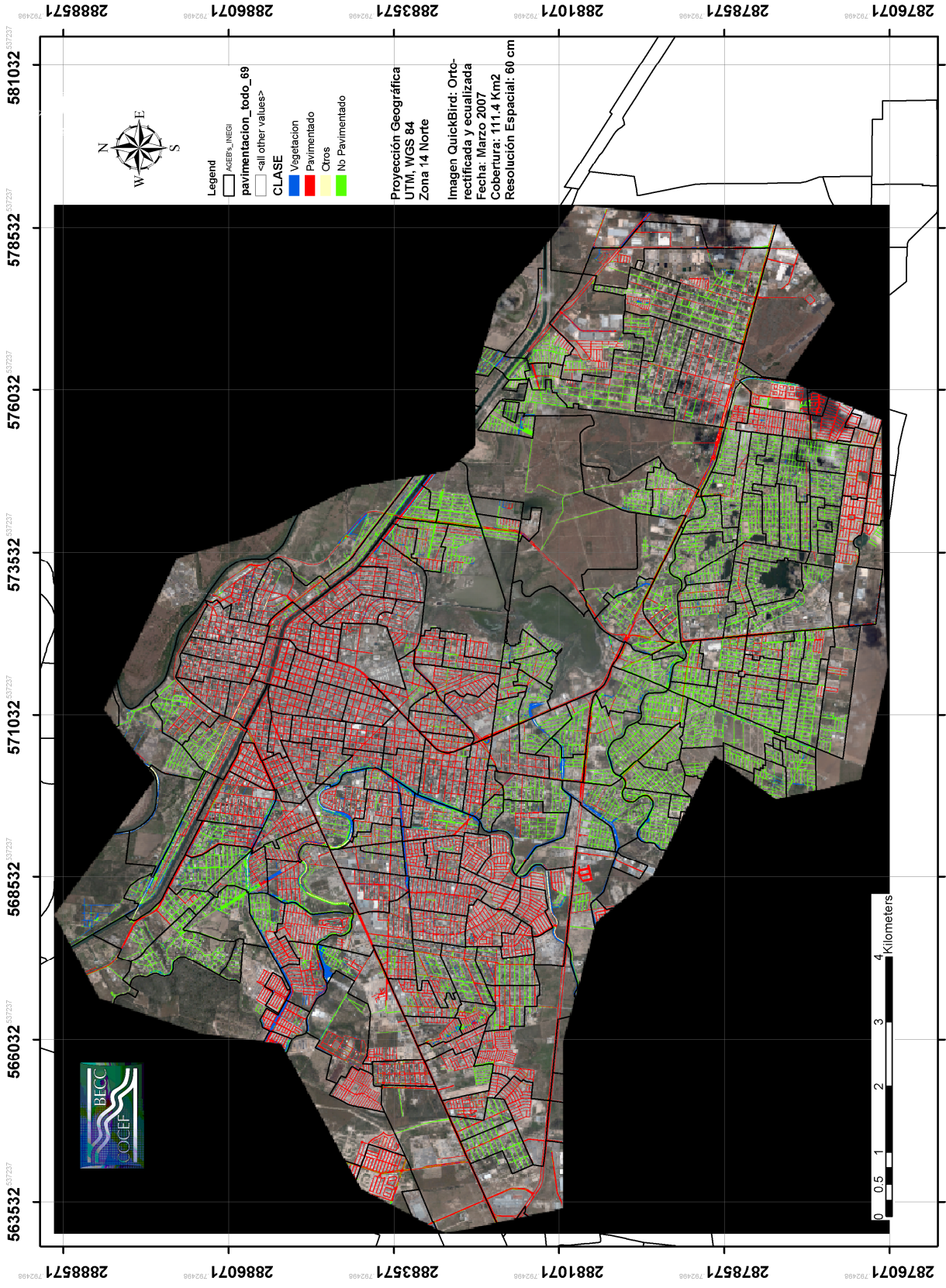
La implementación de la metodología, el uso del software, así como las características de la Imagen satelital y las condiciones geográficas de la Ciudad de Reynosa nos permite llegar a las siguientes conclusiones.

- La resolución espacial (60 centímetros) y radiométrica (4 bandas) del sensor Quick Bird para la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, permitió aplicar el algoritmo propuesto de clasificación espectral de calles pavimentadas y sin pavimentar. Además, esta alta resolución espacial permitió una supervisión visual entre la imagen y los resultados a fin de mejorar la aproximación del método.
- La plataforma de ENVI 4.4 cuenta con las rutinas necesarias para clasificar y post-clasificar la información
- La naturaleza de los datos tales como alto contenido de vegetación, confusión entre pavimentación y no pavimentado por una superficie heterogénea de las calles pavimentadas, la alta carga vehicular en algunos sectores generan un resultado de polígonos de gran tamaño (más de 157,000). El resultado tiene que ser filtrado para producir una cartografía más homogénea.
- En el ambiente vectorial y en la plataforma de Arc GIS se pudieron disolver los polígonos para homogenizar los resultados. Esto es, por ejemplo que la copa de árboles que esté sobre calle no pavimentada se convierta en esta última clase. Que los vehículos transitando por las calles adopten el valor del polígono mayor adyacente.
- El método propuesto en conjunto con la calidad de los datos brindan una buena aproximación del problema de pavimentación en su contexto

espacial, con la ventaja de que puede ser fácilmente actualizado, incluso recalculado.

- El ambiente de Sistemas de Información Geográfica brinda la posibilidad de generar más cartografía para la ciudad de Reynosa, así como la conexión de otros indicadores, socioeconómicos y ambientales en un ambiente geo-referenciado. Además de que el sistema está listo para seleccionar y recalcular sectores prospectos a ser pavimentados.
- La fecha de la imagen (marzo 2007), correspondió a la información disponible en la empresa proveedora. Sin embargo, la actualización de la información derivada es relativamente fácil de realizar.
- El método empleado es completamente replicable.

ANEXO
MAPAS FINALES



Legend

- AGEBN_INEGI
- pavimentacion_todo_69
- <all other values>

CLASE

- Vegetación
- Pavimentado
- Otros
- No Pavimentado

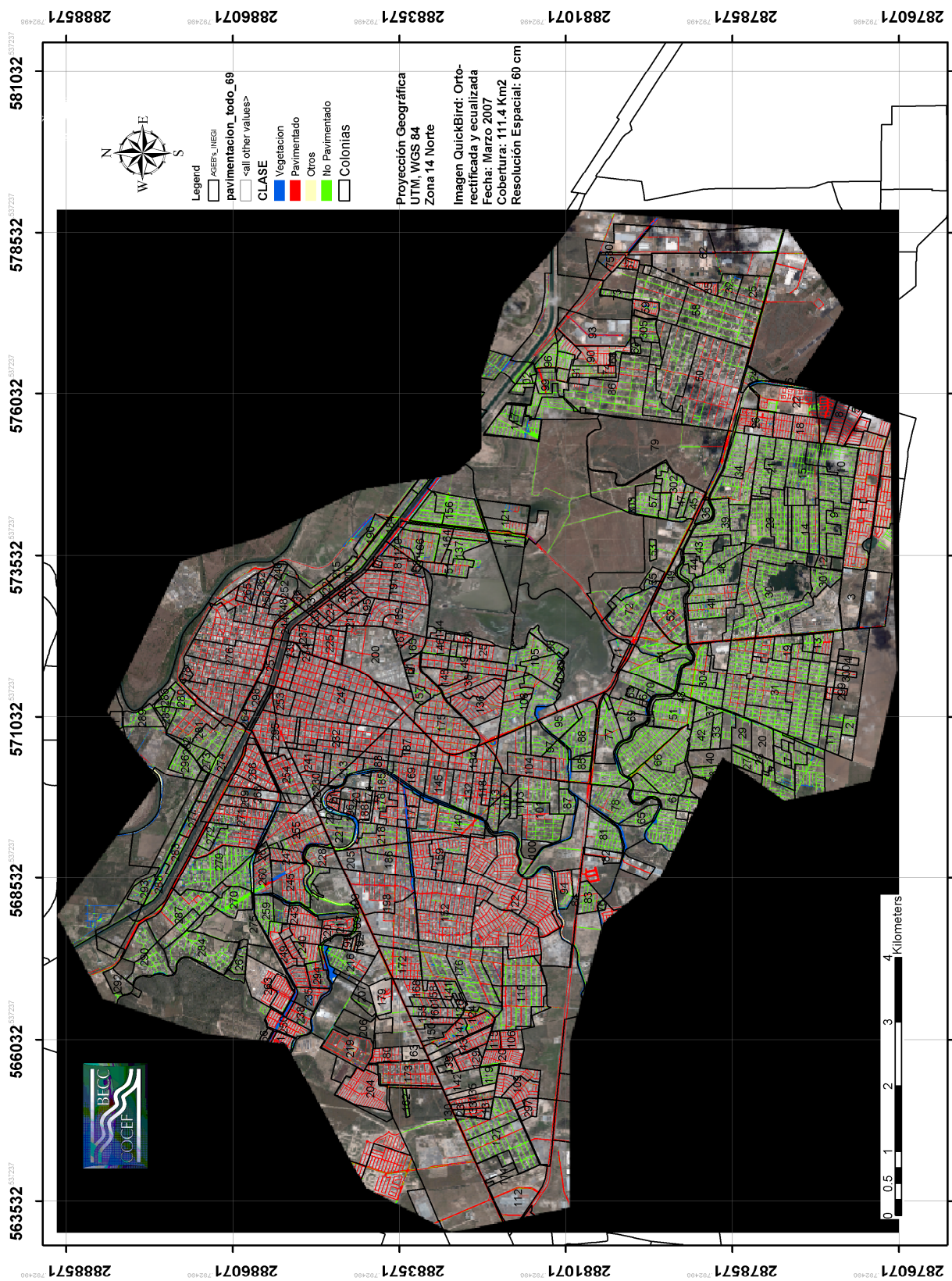
Proyección Geográfica
 UTM WGS 84
 Zona 14 Norte

Imagen QuickBird: Orto-
 rectificada y ecuilizada
 Fecha: Marzo 2007
 Cobertura: 111.4 Km2
 Resolución Espacial: 60 cm



Elaboró:
 Luis E. Cervera Gómez y Hugo Luis Rojas Villalobos
 Algoritmo de pavimentación y clasificación espectral de IMAGEN con ENVI 4.4
 Responsable: Luis E. Cervera Gómez, Candidato a Doctor
 QUANTUM TERRAPUBLICACION S. DE RL. DE CV.

Mapa 6. Condiciones de pavimentación por AGEB en Reynosa consideradas con Imagen Satelital QuickBird 2007



- Legend**
- ASEP_INEGI
 - pavimentación todo_69
 - <all other values>
- CLASE**
- Vegetación
 - Pavimentado
 - Otros
 - No Pavimentado
 - Colonias

Proyección Geográfica
 UTM, WGS 84
 Zona 14 Norte

Imagen QuickBird: Orto-
 rectificada y ecualizada
 Fecha: Marzo 2007
 Cobertura: 111,4 Km2
 Resolución Espacial: 60 cm

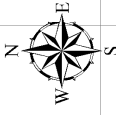
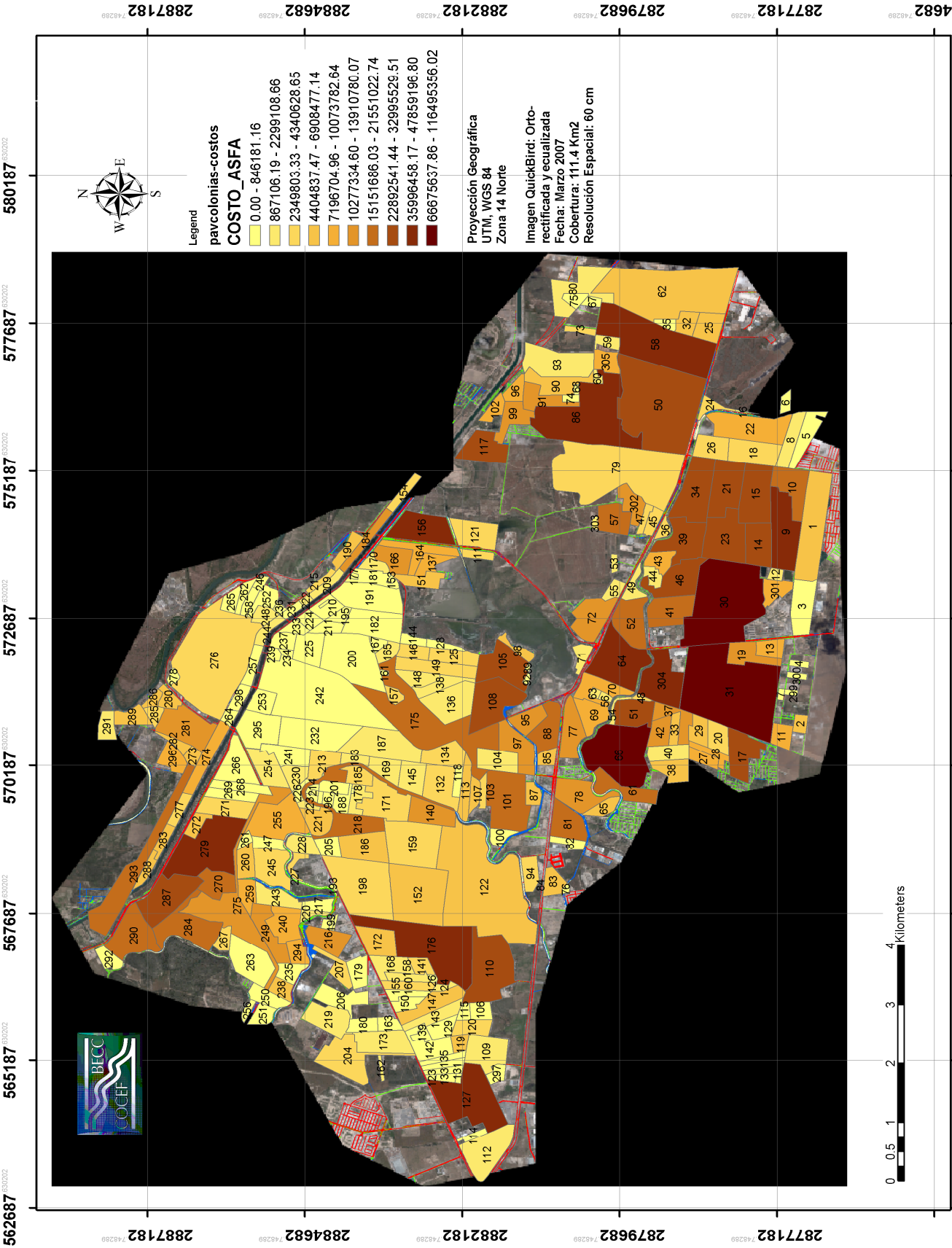


Elaboró:
 Luis E. Cabrera Gómez y Hugo Luis Rosas Villalobos
 Asesoría Técnica: Luis Rosas Villalobos
 Ciudad Juárez, Chihuahua. Tel. 01(656) 617-54-11
 Responsable: Luis E. Cabrera Gómez, Candidato a Doctor

Mapa 7. Condiciones de pavimentación por Colonias en Reynosa consideradas con Imagen Satelital QuickBird 2007

2888571 2886071 2883571 2881071 2878571 2876071

563532 566032 568532 571032 573532 576032 578532 581032



Legend

pavcolonias-costos

COSTO_ASFA

- 0.00 - 846181.16
- 867106.19 - 2299108.66
- 2349803.33 - 4340628.65
- 4404837.47 - 6908477.14
- 7196704.96 - 10073782.64
- 10277334.60 - 13910780.07
- 15151686.03 - 21551022.74
- 22892541.44 - 32995528.51
- 35998458.17 - 47859196.80
- 66675637.86 - 116495356.02

Proyección Geográfica
UTM, WGS 84
Zona 14 Norte

Imagen QuickBird: Orto-
rectificada y ecuilizada
Fecha: Marzo 2007
Cobertura: 11.4 Km2
Resolución Espacial: 60 cm

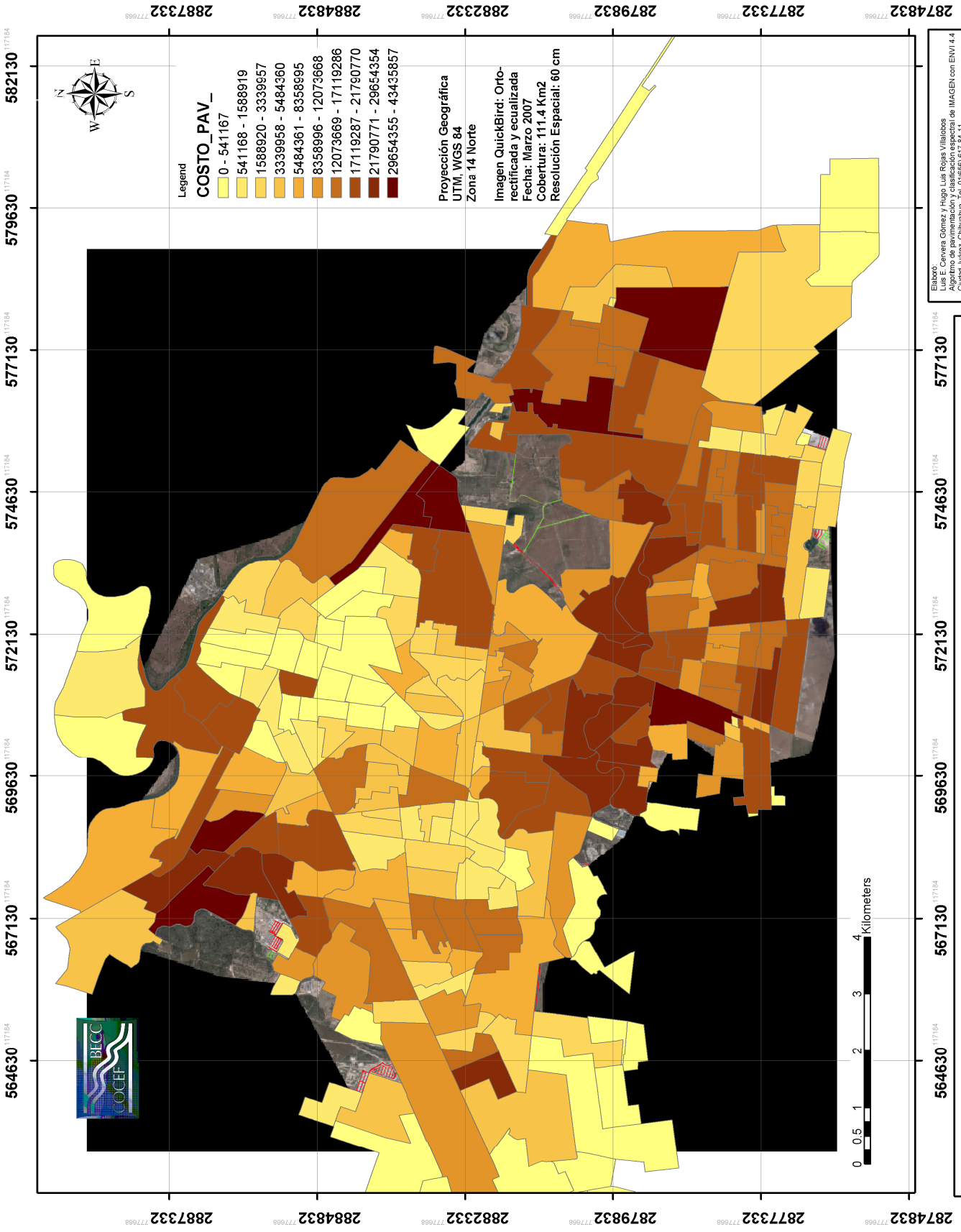


562687 565187 566787 570187 572687 575187 577687 580187

2887182 2884682 2882182 2879682 2877182 2874682

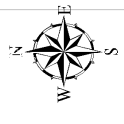
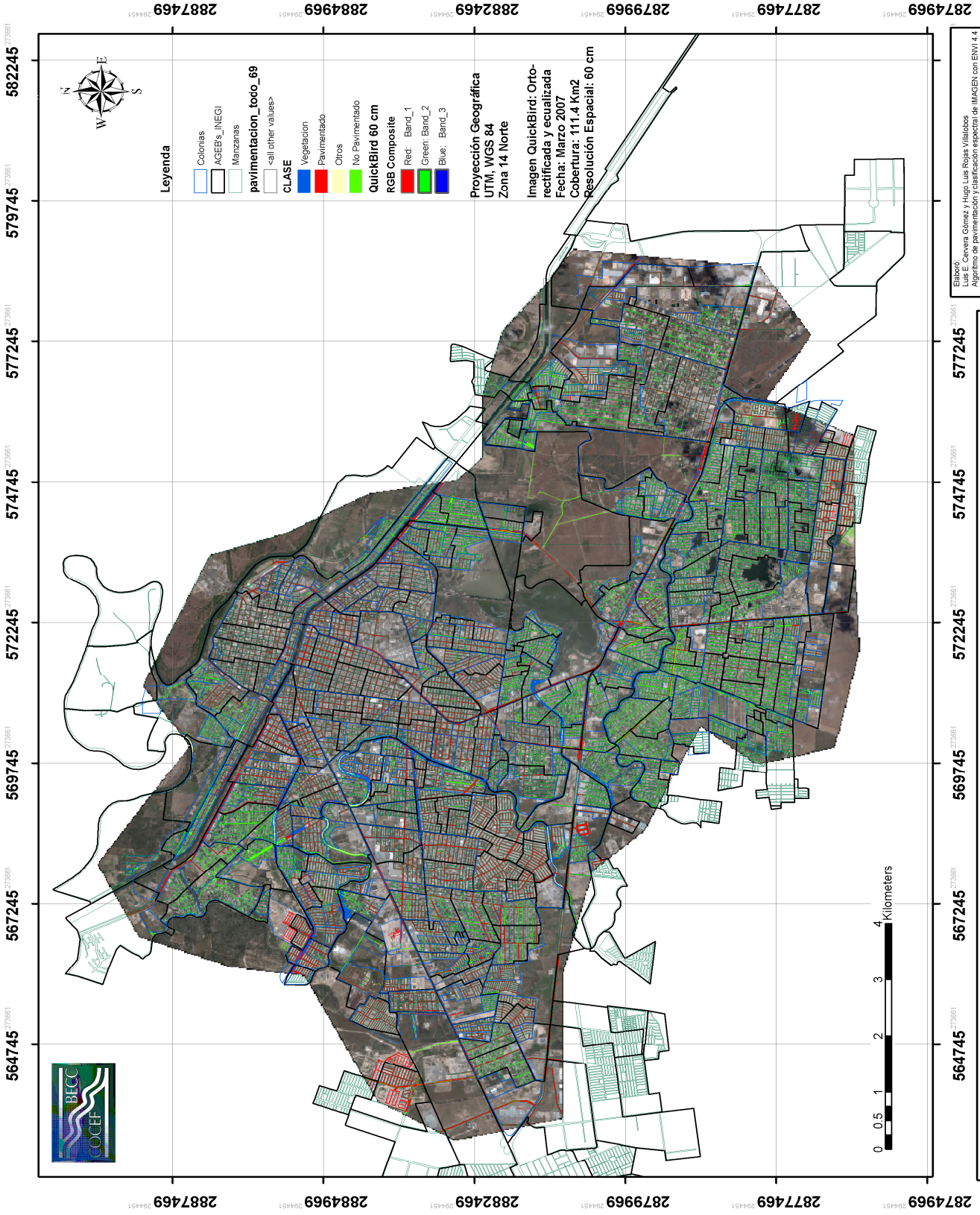
Mapa 8. Costos de pavimentación con asfalto en Colonias de Reynosa, Tamaulipas

Elaboró:
Luis E. Cervera Gómez y Hugo Luis Rojas Villalobos
Algoritmo de pavimentación y clasificación especial de IMAGEN con ENVI 4.4
Ciudad Juárez, Chihuahua. Tel. 01(56) 617-94-11
Responsable: Luis E. Cervera Gómez, Candidato a Doctor
© INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AUSTRIA S. R. L. S. R. L. S. R. L.



Elaboró:
Luis E. Cervera Gómez y Hugo Luis Rojas Villalobos
Algoritmo de pavimentación y clasificación de AGEBS con ENVI 4.4
y ArcGIS 10.2.2
Responsable: Luis E. Cervera Gómez, Candidato a Doctor
QUANTUM INTEROPERABILIDADES S. DE RL. DE CV.

Mapa 9. Costos de pavimentación con asfalto en AGEBS de Reynosa, Tamaulipas



- Leyenda**
- Colonias
 - AGEBS_INEGI
 - Manzanas
 - pavimentacion_toto_69**
 - <all other values>
 - CLASE**
 - Vegetacion
 - Pavimentado
 - Otros
 - No Pavimentado
 - QuickBird 60 cm**
 - RGB Composite**
 - Red: Band_1
 - Green: Band_2
 - Blue: Band_3

Proyección Geográfica
 UTM, WGS 84
 Zona 14 Norte

**Imagen QuickBird: Orto-
 rectificada y ecualizada**
 Fecha: Marzo 2007
 Cobertura: 111.4 Km2
 Resolución Espacial: 60 cm



Elaboró: **Becc**, **COCH** y **UgB Luis Reyes Velasco**
 Algoritmo de pavimentación (clasificación especial de IMAGEN con ENVI 4.4)
 Ciudad Juárez, Chihuahua. Tel. 01(656) 617-84-11
 Responsable: Luis E. Cervera Gómez, Candidato a Doctor

QUANTUM INFORMATION SYSTEMS, S.R.L. S.C.V.

Mapa Base de Pavimentación de Reynosa, Tamaulipas

