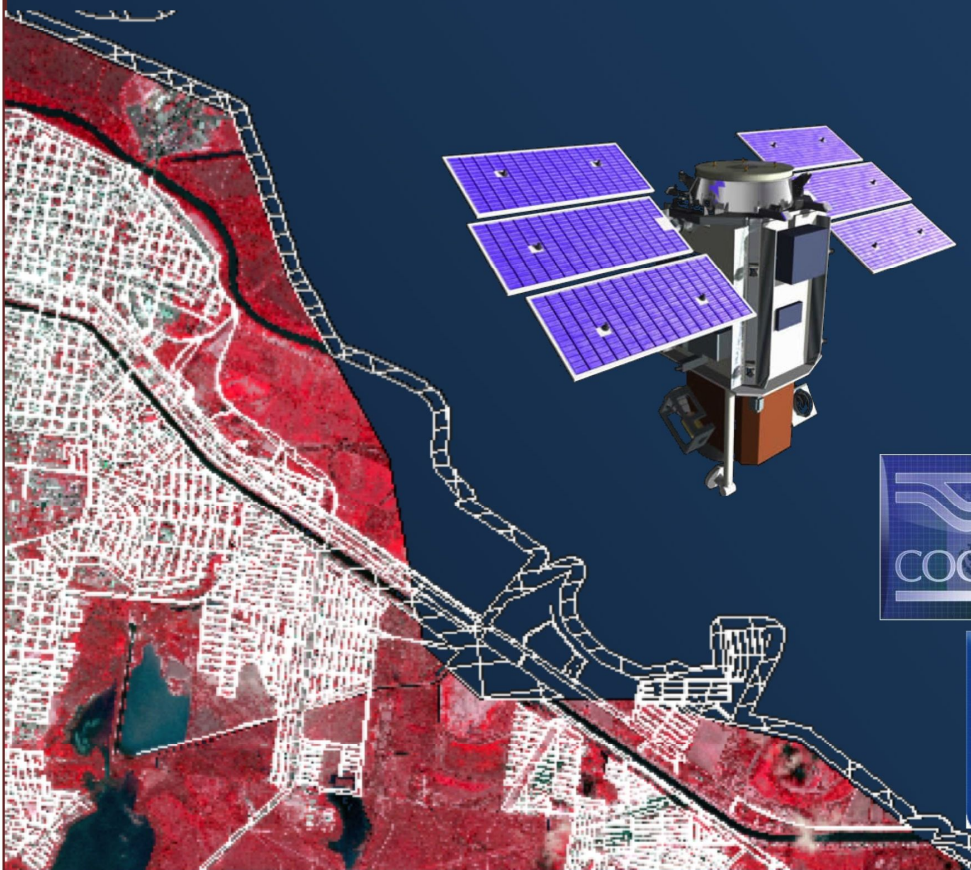


Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para San Luis Rio Colorado, Sonora.

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)
Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUR), Gob. Edo. de Sonora



Diagnósticos de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para San Luis Río Colorado, Sonora.

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: 978-607-8021-29-1



© 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

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza

Diagnósticos de necesidades de pavimentación por imágenes satelitales para San Luis Río Colorado, Sonora / 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. Edición. Ciudad Juárez, Chihuahua: COCEF, 2011.
54 páginas; 27 cm + 1 disco compacto

Incluye bibliografía

ISBN: 978-607-8021-29-1



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 San Luis Río Colorado. 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 – San Luis Río Colorado, Sonora - Diagnósticos
2. Pavimentación – San Luis Río Colorado, Sonora - Inversiones
3. Pavimentación – San Luis Río Colorado, Sonora – Planificación

HT169.S35 S6558 2011

Contenido

	<i>Pag.</i>
Introducción	5
Principales hallazgos del diagnóstico	5
Objetivos	8
San Luis Rio Colorado, Sonora	9
Antecedentes sobre pavimentación	12
Impactos	13
Metodología	16
Resumen de Resultados	22
Resultados: Costos y Estadísticas	23
Tablas de resultados por Colonia	25
Estadísticas por AGEB	28
Costos de pavimentación por Colonia	38
Estimación de precios unitarios	42
Conclusiones y consideraciones finales	45
Referencias Bibliográficas	47
Anexo Mapas Pavimentación	49

INTRODUCCIÓN

El presente “Diagnóstico de Necesidades de Pavimentación por Imágenes Satelitales para la ciudad de **“San Luis Rio Colorado, Sonora”**”; forma parte del Programa Estatal de Diagnósticos Satelitales para Necesidades de Pavimentación del estado de Sonora; que es producto de la coordinación interinstitucional entre la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Gobierno del Estado de Sonora para conocer las necesidades de pavimentación y establecer estrategias con un alto nivel de precisión, utilizando herramientas tecnológicas de última generación como lo son las imágenes satelitales. Este programa incluye las ciudades que espacialmente se ubican dentro del territorio y ámbito de acción binacional de la COCEF, mismo que para el caso de México cubre hasta 300 kilómetros al sur de la línea divisoria con los Estados Unidos. Este “Programa Estatal de Diagnósticos Satelitales para Necesidades de Pavimentación” del estado de Sonora incluye 12 ciudades inicialmente, que son: Hermosillo; Nogales; Agua Prieta; Cananea; San Luis Río Colorado; Sonoyta; Magdalena; Puerto Peñasco; Caborca; Santa Ana; Nacozari de García e Imuris.

El programa fue financiado a partes iguales por la COCEF y el Gobierno del estado de Sonora; este esquema permitió la programación exclusiva de la toma de imágenes satelitales con fecha muy reciente, algunas de ellas incluso del año 2011, lográndose así, un análisis actual e innovador en la ejecución de este programa. 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 (v.gr. tratados de límites y aguas, 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 oeste de la frontera hasta el caso de las ciudades de Matamoros/Brownsville al este (ver Figura 1).

En la frontera Sonora-Arizona, Destacan por su tamaño poblacional y su condición de ciudades geográficamente ligadas a ciudades estadounidenses, las ciudades de Nogales y Agua Prieta, Sonora. En el Estado de Chihuahua se ubican dos fronteras importantes, ciudad Juárez/ El Paso, Texas y Ojinaga/Presidio, Texas.

En la actualidad, otra frontera que destaca por su actividad comercial y turística es la ciudad de San Luis Rio Colorado, debido a su posición geográfica, en donde se ha desarrollado potencialmente el sector de agricultura, ganadería, industria y servicios, cumpliendo un desempeño gradual de importancia al ser la conexión de Sonora al mercado Estadounidense. El caso de San Luis Rio Colorado, ciudad y cabecera del municipio homónimo se encuentra ubicado al este del Rio Colorado y del municipio de Mexicali en el estado mexicano de Sonora, se considera la segunda ciudad más grande de la zona fronteriza después de Nogales.

De tal suerte que la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora queda dentro de los objetivos y lineamientos de proyectos relacionados al mejoramiento de indicadores ambientales y sociales con certificación de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y financiamiento por el North American Development Bank (NadBank).

Uno de los problemas ambientales más importantes 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 propone realizar un inventario del estado actual de

pavimentación en las calles de la ciudad de San Luis Rio Colorado. Dicho inventario de calles con su estatus de pavimentación contará con sub-unidades espaciales conocidas como Áreas Geoestadísticas Básicas así como por Colonias. Para lograrlo, se utilizará una imagen satelital del sensor de alta resolución espacial (50 cm./pixel) conocido como World View 2 en combinación de un algoritmo de Sistemas de Información Geográfica, mismo que fue desarrollado originalmente para la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, también ya aplicado en Matamoras, Nuevo Laredo, Ciudad Victoria y Hermosillo, Sonora.

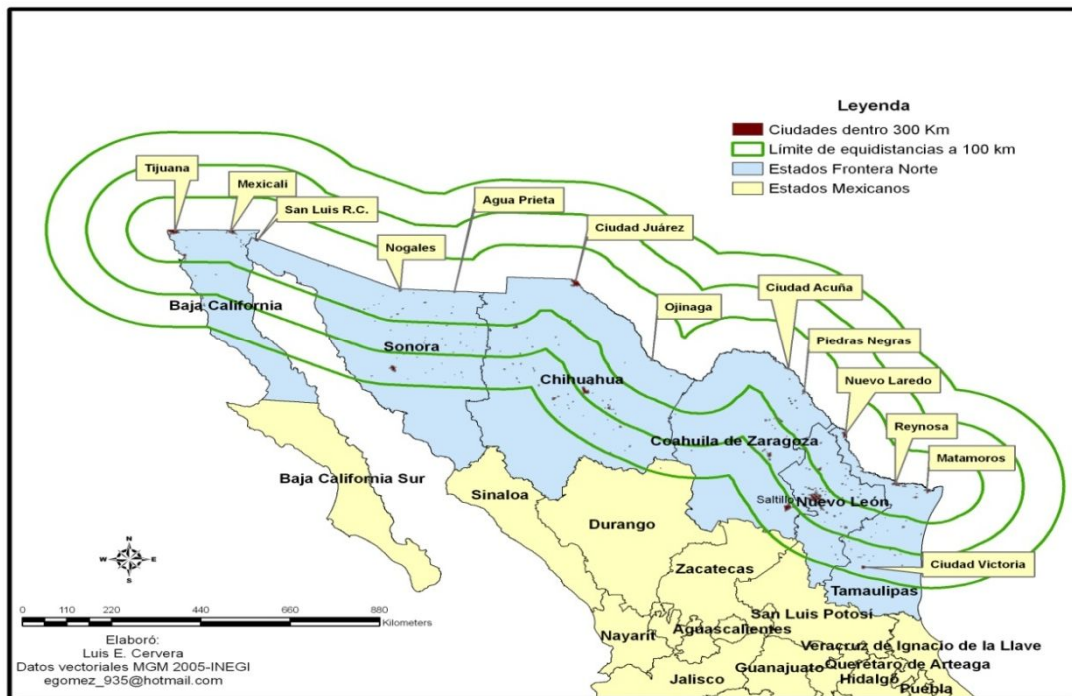


Figura 1. Frontera México Estados Unidos, Ciudades Fronterizas

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL DIAGNOSTICO

Los resultados principales indican que San Luis Rio Colorado, Sonora cuenta con una superficie total de calles estimada en **20,930,240.59** metros cuadrados, de las cuales un total de **4,955,989.44** tienen algún tipo de carpeta ya sea asfáltica o de concreto hidráulico. Se calculó que un **24 %** de las calles están pavimentadas. Debido al análisis

que se presenta en lo extenso del reporte, se estima que para el **76%** restante, se indica que no presenta ningún tipo de cobertura de pavimentación, dando como resultado una inversión de **6.3** mil millones de pesos en el caso de la opción de pavimentación de asfalto y de **9.6** mil millones de pesos utilizando cobertura de concreto hidráulico.

Las calles sin pavimentar totalizan una superficie de **15,974,251.15** metros cuadrados, representando ésta cifra un 76 % de la superficie total de calles. Considerando la población proyectada al 2010 de 165,661 habitantes, con estas cifras se puede estimar un indicador de 126.34 m² de superficie pavimentada por habitante.

OBJETIVOS

Objetivo principal:

Estimar las superficies total de calles sin pavimentar y pavimentadas en la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora; con los resultados identificar las necesidades de pavimentación en metros cuadrados y que monto de inversión en pesos representa su costo. Para lograr el objetivo se utiliza una imagen satelital de alta resolución espacial, relacionando los resultados tanto, con la población beneficiada como con los costos asociados de pavimentación con asfalto ó concreto hidráulico.

Los objetivos específicos son:

- Aplicar un algoritmo que estime indicador urbano de superficies pavimentadas y sin pavimentar en un período corto de tiempo y sin supervisión de campo. Esto último se suple con una precisa supervisión sobre la imagen satelital.
- Los polígonos base para extraer superficies, resultados y estadísticas de la clasificación son: el “Área Geo-estadística Básica...AGEB” y las Colonias. El primero para establecer relaciones con variables censales y el segundo para el manejo de estadísticas de superficies y costos.

- Relacionar resultados finales de superficies sin pavimentar con costos de pavimentación de: Asfalto y Concreto Hidráulico.

- Generar cartografía digital en ambiente de Sistemas de Información Geográfica que se convierta en una herramienta de ayuda tanto para la actualización de los inventarios de calles como para los programas de pavimentación en la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora.

- Proveer una metodología replicable que permita estimaciones de superficies no pavimentadas en otras ciudades.

San Luis Rio Colorado, Sonora

San Luis Rio Colorado Municipio número 55 del Estado de Sonora, ocupa el 5% de la superficie del Estado. Se encuentra localizado en la zona noroeste del estado de Sonora dentro del distrito de Altar, colinda al norte con el estado de Baja California y Estados Unidos de América, al este con Estados Unidos de América y el municipio de Puerto Peñasco, al sur con el municipio de Puerto Peñasco y Golfo de California, al oeste con el Golfo de California y el estado de Baja California (ver Figura 2).

Por sus coordenadas geográficas se localiza en el paralelo 32° 30' de latitud norte, al este 113° 32' y el meridiano 115° 03' de longitud oeste de Greenwich. Se encuentra a una elevación 40 metros sobre el nivel del mar.

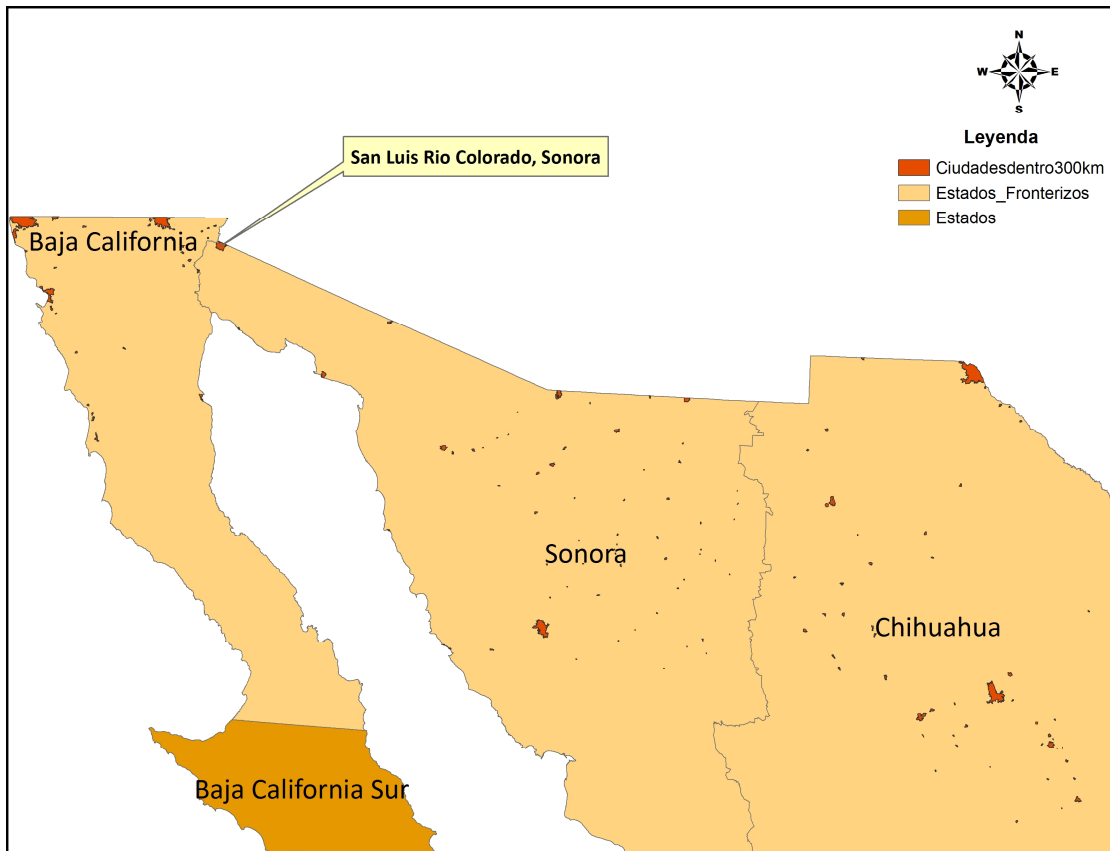


Figura 2. Localización de San Luis Rio Colorado, Sonora.

Demografía, equipamiento y servicios

De acuerdo con el último conteo de Población y Vivienda (2005), la Ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora contaba con una población de 158,154 habitantes. En la proyección de población hecha por CONAPO se deduce que al año 2010 la población aproximada sería estimada en 165,661 habitantes. Dada las tasas de crecimiento La misma proyección indica un aumento de población aproximado a 181,060 habitantes al año 2030. La población estimada al año 2010 es de 178,376 y reside en un total de 47,873 viviendas habitadas; con una densidad de 3.73 habitantes por vivienda (Censo Población y Vivienda 2010).

En materia de infraestructura urbana y equipamiento de servicios en las viviendas, del SINCE 2005 se tiene que en la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora un 0.07144% de

las viviendas habitadas no disponen de agua entubada en la red pública, estas viviendas se encuentran principalmente ubicadas al sur, siendo crítico el AGEB 2550, así como los AGEB's 1232, 1980, 1995, 1694, 1957, 289A, 2527, en el margen sur poniente de la mancha urbana. Se estima además que un 1.42% de las viviendas habitadas no disponen de drenaje. Son los AGEB's 2531, 2031, 2103 y 1938 en el extremo sur urbano con mayor déficit de este servicio.

Otras cifras indican que el 21.54% de las viviendas disponen de energía eléctrica. En general el 20% de las viviendas habitadas disponen de agua entubada a la red pública, drenaje y energía eléctrica. En términos del espacio urbano, la cobertura de servicios es mala y las zonas con déficits están localizadas principalmente en la parte sur-este, sur centro y al sur-oriente.

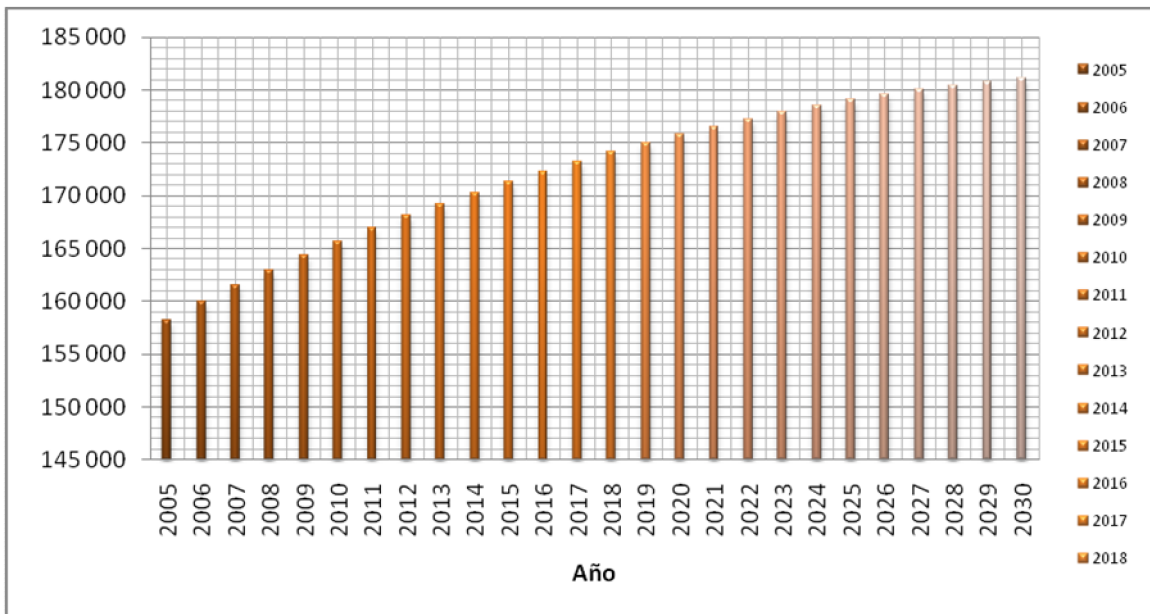


Figura 3. Proyección de población para la Ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora

Fuente: Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre 2010)

Conformación urbana: Colonias y AGEB's

La ciudad de San Luis Rio Colorado se encuentra conformada por 185 polígonos diseñados para levantamiento censal y son conocidos como Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's). Sin embargo, la cartografía de AGEB's fue creada entre el 2004 y 2005.

Existe un desfase temporal importante en la conformación de los polígonos de Colonias. El archivo de colonias reportada por el INEGI se ha quedado rezagado en cuanto al gran crecimiento o expansión de la mancha urbana. De tal manera que la cartografía del año 2005 reporta un total de 39 colonias con nomenclatura.

En este proyecto se tuvo la necesidad de crear nuevos polígonos de crecimiento urbano para las estimaciones de superficies pavimentadas y sin pavimentar, así como sus costos. En total se poligonizaron 4 nuevos asentamientos urbanos; estos quedaron distribuidos de la siguiente manera:

- Nuevo Desarrollo Este
- Nuevo Desarrollo Norte
- Nuevo Desarrollo Oeste
- Nuevo Desarrollo Sur

Para la creación de estos polígonos de crecimiento solo se utilizó como criterio la poligonización de los límites del nuevo asentamiento, esto es, no necesariamente corresponden a límites de colonias oficiales.

ANTECEDENTES SOBRE PAVIMENTACIÓN

La aplicación de técnicas de percepción remota y el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial permiten la extracción de información sobre las manchas urbanas 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 actualizar inventarios de calles y estimar costos con una buena aproximación.

Para el caso específico de pavimentación, está más que probado que las técnicas de Percepción Remota (PR) tienen 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 geo-referenciada, 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 más 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 %. 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 del tránsito 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 Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP) reportan un 40% sin pavimentar. Sumado a esto, Ciudad Juárez tiene una carga vehicular muy alta, del orden de más de 366, 739 vehículos. Hernández et al (2000), reportan que se han presentado niveles de contaminación de hasta $378 \mu m/m^3$ de PM_{10} . Del mismo estudio de salud realizado en Ciudad Juárez encontraron asociaciones positivas entre las concentraciones de PM_{10} y el número de consultas por asma y enfermedades respiratorias.

Los caminos no pavimentados normalmente propician tiempos de traslado más elevados para la ciudadanía. Afectando el desplazamiento diario hacia centros escolares, zonas comerciales, parques industriales, parques, etc. Estas condiciones se exacerban 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.

Un estudio realizado por la COCEF denominado, **Proyecto de Calidad del Aire y Pavimentación** en la ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora, propone reducir la contaminación del aire por medio de la pavimentación de calles localizadas dentro de la mancha urbana de la ciudad, esto con el fin de reducir las partículas de polvo suspendidas de un diámetro menor a 10 mm (PM10) y de esta manera mejorar la calidad del aire en la cuenca atmosférica, especificando que el proyecto comprende la pavimentación de un total de 1,602,900 m² de vialidades existentes.

El proyecto planea la pavimentación de calles en diferentes sectores de la zona urbana de la ciudad, estableciendo limitantes geográficas en el proyecto desde la propia ciudad de San Luis Río Colorado y a zonas vecinas de San Luis, Arizona, debido a que las ciudades hermanas comparten la misma cuenca atmosférica.

Los beneficios en las áreas para este proyecto comprenden vialidades altamente transitadas localizadas en zonas residenciales y comerciales, que debido a su estado actual generan un alto índice de contaminantes ambientales, en particular de partículas de polvo suspendidas.

La propuesta de pavimentación la integran 14 vialidades, de las cuales seis se encuentran en el sector central, cuatro en el sector oeste-suroeste, tres en el sector este-noreste y una en el sector este-sureste.

El proyecto considera la pavimentación de 369,000 m² (aproximadamente 41 km con un ancho de calle promedio de 8 m) durante el primer año, o bien, cerca del 5 % del total de las vialidades de la zona urbana. El proyecto en su totalidad se implementará en un período de 3 años. (2006-2008)

Se utilizara un método de pavimentación en esta primera etapa de concreto asfáltico flexible sobre una capa de relleno compactado, incluyendo la instalación de guarniciones en las vialidades por pavimentar.

METODOLOGÍA

Para la estimación de los indicadores de pavimentación que involucran superficie y longitud de calles, así como costos se requiere de la adquisición de imágenes con las características de alta resolución espacial y espectral, ésta metodología se aplicó con éxito en cuatro ciudades de Tamaulipas y utilizando imágenes del sensor satélite Quick Byrd. Estos datos nos brindan un tamaño de pixel de .61 metros; resolución espacial ya probada para el análisis de calles pavimentadas.

Para el caso de San Luis Rio Colorado, Sonora y gracias a los rápidos avances tecnológicos se tuvo la ventaja de un incremento en la resolución espacial con el satélite recién lanzado el 2009, se trata del **World View 2 (WV2)**. La resolución se incrementó a 50 centímetros por pixel. Con este tamaño de píxel se posibilita la aplicación de un algoritmo que puede operar de manera semi-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. Considerando una calle terciaria promedio de 12 metros de ancho por 100 de largo, o bien 1,200 m², con la Imagen WV2 se tienen un total de 24 pixeles de ancho por 200 pixeles de largo, esto es, un total de 4,800 pixeles por calle. El resultado, un valor muy aproximado en la superficie estimada contra la real.

Las estimaciones se realizaron por polígonos de Colonias y por polígonos de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's). La imagen inicial requirió un proceso 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, estos son: Proyección Geográfica UTM, WGS 1984, Zona 12 Norte.

Un paso importante consiste en crear máscaras que permitan quedarnos con solo la parte de la imagen correspondiente a calles. Este paso es posible después de ajustar espacialmente el archivo vectorial de manzanas con la imagen satelital. Una vez ajustadas se produce un archivo binario (dos valores) donde lo que está dentro de manzanas adquiere el valor de “cero”, quedando con valor de “uno” correspondiente a calles. Por último, se multiplica el archivo binario por la imagen, dando como resultado una imagen de calles para la ciudad.

El procedimiento anterior elimina drásticamente el ruido que se genera al clasificar mediante procesos de clasificación supervisada a la imagen completa. Dado que evita confundir los valores de píxeles al interior de las manzanas con los píxeles de calles. La aplicación de clasificación y post-clasificación a la imagen de calles, produjo como resultado clases muy entendibles y que en primera instancia correspondieron a Pavimentación, Sin Pavimentación, Vegetación y Otros. El ambiente o sistema raster a utilizar se conoce como ENVI en su versión 4.5, software muy avanzado para efectos de clasificación espectral y generación de mapas temáticos. La figura 6 resume el algoritmo para pavimentación.

Satélite/sensor: World View 2

El satélite denominado World View 2 (WV-2) y que fue lanzado el 8 de octubre del año 2009 se considera como el satélite comercial (multiespectral) de la más alta resolución espacial. Opera a una altitud de 770 kilómetros. Las imágenes pancromáticas tiene una resolución de 46 centímetros y 1.84 cm de resolución multiespectral. Sin embargo, para uso comercial fuera del gobierno de los estados unidos, la resolución es re-muestreada a 50 cm. El sistema World View ofrece una alta precisión, agilidad, capacidad y diversidad espectral. Es comercializada por DIGITAL GLOBE.

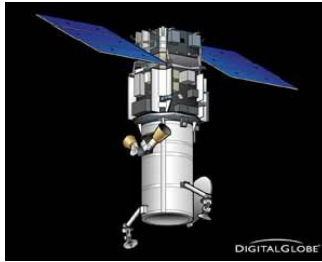


Figura 4. Satélite World View 2

Tomada de: <http://digitalglobe.com>

La imagen trabajada en este proyecto fue programada a solicitud de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza por la empresa Digital Globe para registrar la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora el 24 de abril del 2010. Está conformada por un mosaico de tres escenas cubriendo una superficie total de 150 kilómetros cuadrados (ver Figura 5). El algoritmo general de trabajo se expresa de forma sintetizada en el Figura 6.

La Figura 7, es obtenida de la imagen anteriormente mostrada y nos exhibe un mosaico de la diversidad de condiciones en las calles de San Luis Rio Colorado, vigentes al mes de abril del 2010. Se muestra la información por pares de imágenes que conforman la imagen cruda contra la imagen procesada. La metodología propuesta en este trabajo da como resultado la clasificación de calles igual a las mostradas en la Figura 7. Una vez que el usuario cuente con toda la información digital y los sistemas apropiados, se cuenta con un proceso de supervisión práctico de los resultados y en su caso su edición y corrección. El proyecto de Arc GIS, puede ser consultado en conjunto con la imagen y los resultados de clasificación satelital. Es posible detectar como la alta resolución espacial de la imagen (4,800 pixeles por calle) ayudó a conformar la calle.

Figura 5. Cobertura de imagen World View de San Luis Rio Colorado, Sonora. 24 de Abril 2010.



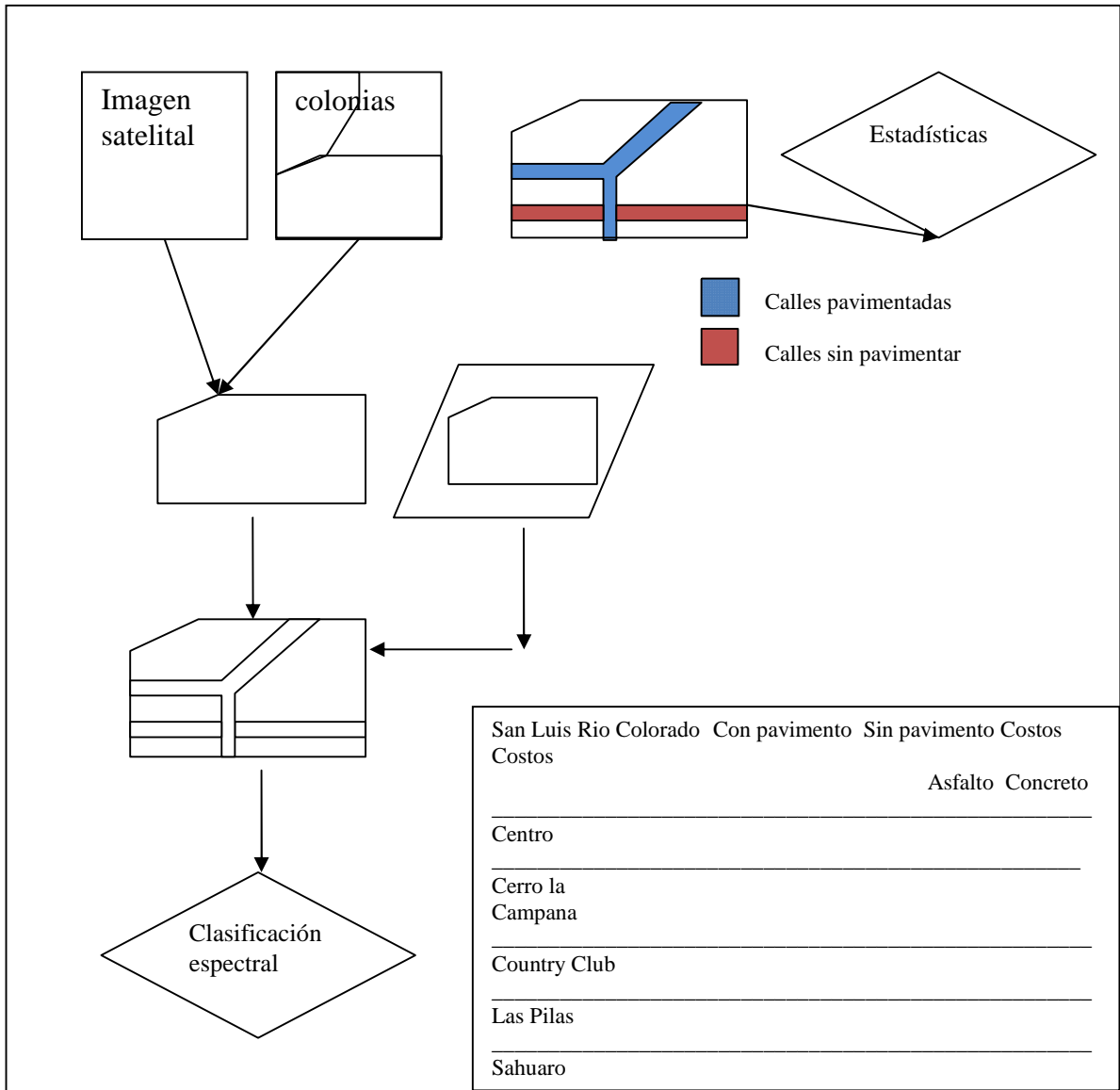
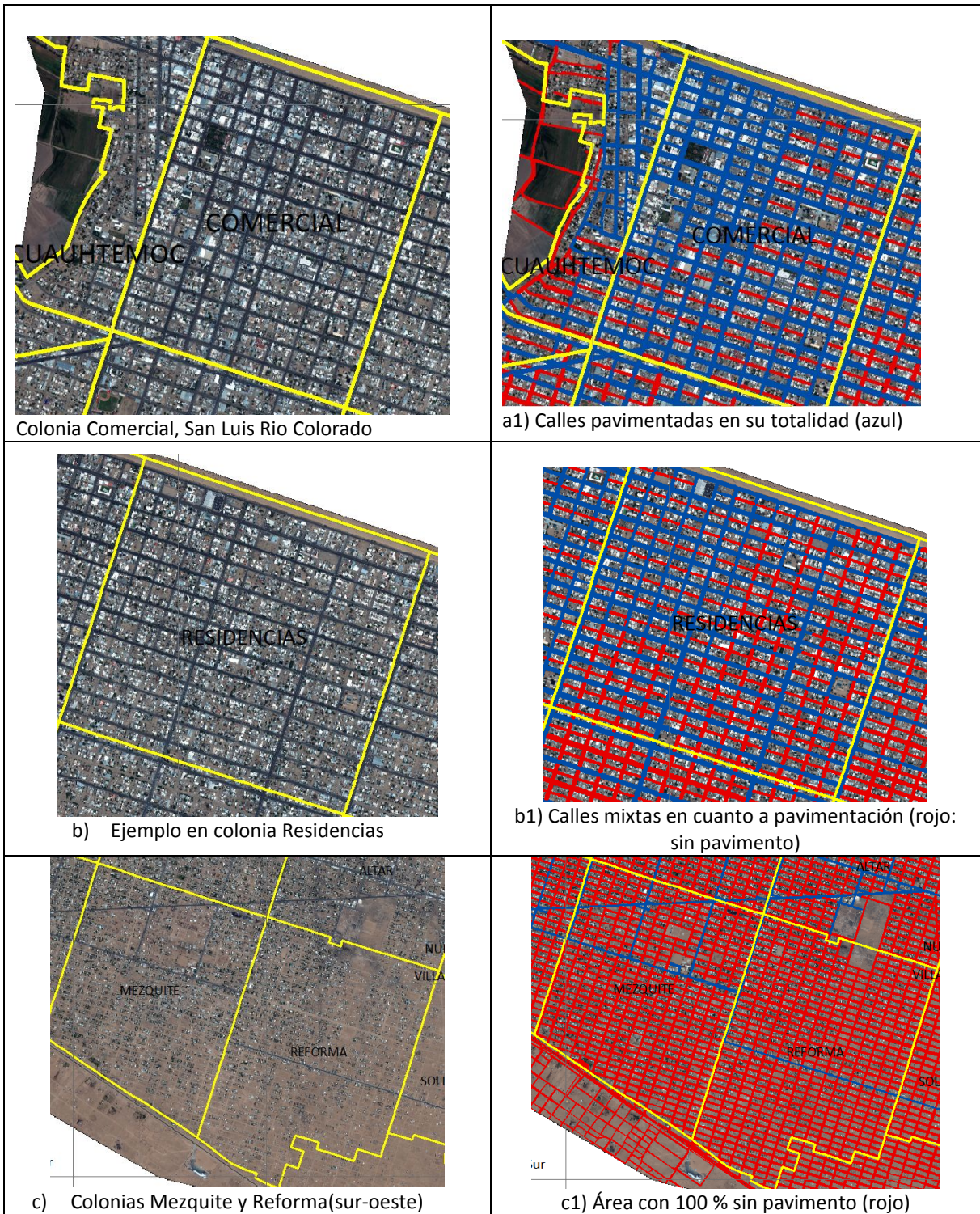


Figure 6. Algoritmo propuesto para clasificación de pavimentación

Figura 7. Ejemplos de la diversidad del estatus de pavimentación en Luis Rio Colorado, Sonora.



RESUMEN DE RESULTADOS

El actual diagnóstico de pavimentación de la Ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora realizado en este proyecto, puede ser considerado de vanguardia en el uso de la tecnología de percepción remota y de técnicas de análisis espacial aplicadas a una problemática específica urbana. La posibilidad de contar con una imagen satelital de alta resolución espacial (50 cm/pixel) programada para una fecha reciente (24 de abril de 2010) hizo posible realizar un inventario de calles muy reciente y estimarlo en un corto plazo de tiempo (un mes). La resolución del pixel de 50 centímetros permite una conformación de las calles con muy alta aproximación a sus medidas reales. De tal manera que en una calle promedio de 12 metros de ancho por 100 metros de largo se tienen un total de 24 pixeles de información por 200 pixeles de largo. Esto es 4,800 pixeles por calle. Esta situación nos conduce a precisiones mayores al 95 por ciento.

El presente diagnóstico indica que la Ciudad de San Luis Rio Colorado cuenta con una superficie total de calles estimada en **20, 930,240.59** metros cuadrados; de los cuales un **76%** no cuenta con ningún tipo de pavimento en su superficie. Un **24%** cuenta con algún tipo de revestimiento (cuadro 1). Los resultados se presentan en tablas estadísticas relacionadas a un total de 185 Áreas Geo-estadísticas Básicas y a un total de 39 polígonos de colonias.

Cuadro 1. Estadísticas de superficie en calles y su cobertura en San Luis Rio Colorado, Sonora (Noviembre, 2010)

Condición	Superficie en m ²	Porcentaje de cobertura
Sin pavimentar	15,974,251.15	76%
Pavimentadas	4,955,989.44	24%
Total	20,930,240.59	100%

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (Noviembre, 2010)

La superficie de calles sin pavimentar que quedan dentro de polígonos de colonias establecidas es de un total de **14,903,749.00** m², adicionalmente existen un total de 1,070,502.00 m² de calles sin pavimentar fuera de estos límites, o bien consideradas en este análisis como asentamientos nuevos (4 en total).

El costo de pavimentar con asfalto fue estimado en 395.10 pesos por metro cuadrado y de 605.00 pesos por metro cuadrado con concreto hidráulico. Considerando las estadísticas de superficie de calles y los costos de pavimentación tenemos los siguientes montos requeridos para pavimentación de San Luis Rio Colorado (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Costos por tipo de pavimentación para San Luis Rio Colorado, Sonora (noviembre, 2010)

Cobertura	Asfalto (pesos)	Concreto Hidráulico (pesos)
Polígonos de colonias	\$6,311,426,498.68	\$ 9,664,421,745.64

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2010)

El algoritmo y los procesos de clasificación espectral de pavimentación se realizaron en dos plataformas de Sistemas de Información Geográfica: ENVI 4.5 y Arc GIS 9.3. El conjunto de datos generados se encuentran en versión digital y podrán ser utilizados para su actualización de superficies y en costos para la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora.

El algoritmo y los procesos de clasificación espectral de pavimentación se realizaron en dos plataformas de Sistemas de Información Geográfica: ENVI 4.5 y Arc GIS 9.3. El conjunto de datos generados se encuentran en versión digital y podrán ser utilizados para su actualización de superficies y en costos para la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora.

RESULTADOS: COSTOS y ESTADÍSTICAS

Los costos fueron calculados por la Dirección de Infraestructura Urbana y Obras Públicas de la Ciudad de San Luis Rio Colorado y representa los costos actualizados al mes de noviembre del año 2010 (cuadro 3).

Cuadro 3. Costo del asfalto y el concreto hidráulico; estimado en pesos por metro cuadrado y vigente al 10 de noviembre del 2010.

Costo promedio en pesos por metro cuadrado Fuente:	Asfalto (pesos)	Concreto (pesos)
Costo promedio zona fronteriza	\$451.40	\$669.52
Dirección General de Costos, Gobierno del Estado de Sonora	\$374.00	\$608.49
H. Ayuntamiento de Nogales, Sonora		\$523.00
Dirección General de Costos del Estado de Sonora: San Luis Rio Colorado	\$425.00	\$695.00
Dirección General de Costos del Estado de Sonora: Hermosillo, Sonora	\$330.00	\$529.00
Costo Promedio	\$395.10	\$605.00

Fuente: Dirección de Infraestructura Urbana y Obras Públicas, Dir. Ing. Edgar Tepezano, Proyectos de la Iniciativa privada.

Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2010)

Con los costos descritos en el cuadro anterior se procedió a calcular los costos de pavimentación para la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora. En el escenario de pavimentar el 100 por ciento de las calles sin algún tipo de cubierta los costos se requeriría una inversión total de **\$6,311,426,498.68** de pesos con la opción de asfalto contra **\$9,664,421,745.64** de pesos con concreto hidráulico. El escenario de pavimentar con concreto hidráulico es poco factible, los programas de pavimentación normalmente para calles dentro de colonias o de nivel secundario o terciario normalmente se considera asfalto, pavimentando con concreto hidráulico solo las calles de primer orden o primarias.

En resumen, la gran diferencia entre los costos de pavimentación entre el asfalto y el concreto normalmente hace que las autoridades decidan por la primera opción. Sin embargo, es necesario considerar algunas diferencias técnicas importantes entre los dos materiales.

Asfalto

- Se deteriora más rápido con el tiempo
- Requiere reparaciones y re-carpeteos constantes
- Alto costo de mantenimiento

- Deformación en su superficie ofreciendo un manejo irregular, o bajo índice de servicio.
Concreto
- Deterioro mínimo durante su vida útil
- Duración de 20 a 30 años
- Mantenimiento mínimo
- Deformación mínima de su superficie
- Índice de servicio alto durante su vida útil
- Mayor velocidad de construcción
- Disminución de costos de operación
- Mejor drenaje superficial
- Mayor reflexión de luz
- Requiere menor estructura de soporte

TABLA DE RESULTADOS POR COLONIAS

De los mapas contenidos en los archivos proyecto creados en el Sistema de Información Geográfica se extrae un resumen de las tablas relacionales, éstas son exportadas de su formato original a una hoja de Excel. En primer orden se presentan las estadísticas principales de cobertura de calles con o sin carpeta asfáltica (ver tabla 1). Los datos son presentados por colonia, con el fin de que el usuario(a) pueda entender y discernir la información por esta entidad urbana, además de que se convierte en un elemento importante de ayuda en la priorización de los programas de pavimentación y en la toma de decisiones sobre la materia.

El mapa de colonias queda representado por un total de 39 polígonos relacionados a una colonia con nomenclatura, además con 4 polígonos más considerados como “asentamientos nuevos” y en los que aparentemente no cuentan con nomenclatura de colonia. En total se encontró una superficie de **20, 930,240.59** m² de calles, de las cuales **15, 974,251.15** m² no cuentan con ningún tipo de pavimento y un total de **4, 955,989.44** m² están pavimentados. En total, la ciudad de San Luis Rio Colorado cuenta con el 24% de

sus calles con pavimento y un 76 % de sus calles están sin pavimentar. El mapa 1 (anexo) muestra la distribución de calles pavimentadas y sin pavimentar.

Destacan con un alto porcentaje sin pavimentación (por arriba del 70% y menos del 100%) las colonias: Jalisco, 10 de Abril, Del Bosque, Ruiz Cortinez, Federal, Aviación, Campestres, Desarrollos Oeste, Altar, Libertad, Aeropuerto, Mezquite, México, Progreso, Solidaridad, Reforma y Topahue.

Destacan con bajo porcentaje sin pavimentación (por abajo del 70%) las colonias: Cuauhtémoc, Hacienda Las Palmas, Nueva Palmira, Chula Vista, Comercial, Nuevo San Luis, Villa Colonial, Parque Industrial, Villa Las Flores, Misión del Sol, Los Portales, Cuauhtémoc, Joyas del Parque, Residencias, Del Parque, Paraíso del Bosque, Sonora, Burócrata, La Mesa, Desarrollos Este e Industrial.

Tabla 1. Estadísticas por polígonos de Colonias de San Luis Rio Colorado, Sonora (noviembre, 2010)

Colonia	Pavimentado (M2)	Sin Pavimentar (M2)	Pavimenta do (%)	Sin Pavimen tar (%)	Superficie Total De Calles
10 De Abril	165,612.71	471,472.31	26%	74%	637,085.03
Aeropuerto	104,973.48	762,025.55	12%	88%	866,999.03
Altar	142,407.64	949,330.81	13%	87%	1,091,738.46
Aviación	131,679.79	666,456.36	16%	84%	798,136.15
Burócrata	414,274.05	615,774.25	40%	60%	1,030,048.30
Campestre	160,058.01	908,159.98	15%	85%	1,068,217.99
Chula Vista	40,151.70	4,445.14	90%	10%	44,596.84
Comercial	672,359.44	82,552.86	89%	11%	754,912.29
Cuauhtémoc	152,870.40	61,514.59	71%	29%	214,385.00
Cuauhtémoc			100%	0%	

Colonia	Pavimentado (M2)	Sin Pavimentar (M2)	Pavimenta do (%)	Sin Pavimen tar (%)	Superficie Total De Calles
	13.73	-			13.73
Del Bosque	120,209.03	400,663.97	23%	77%	520,873.00
Del Parque	3,636.96	4,440.17	45%	55%	8,077.13
Desarrollos Este	138,330.63	241,224.84	36%	64%	379,555.46
Desarrollos Oeste	7,897.23	46,332.19	15%	85%	54,229.42
Desarrollos Sur	-	782,945.06	0%	100%	782,945.06
Federal	162,247.57	731,255.98	18%	82%	893,503.55
Hacienda Las Palmas	2,100.21	54.29	97%	3%	2,154.50
Industrial	146,088.71	308,880.59	32%	68%	454,969.30
Jalisco	347,450.50	913,187.62	28%	72%	1,260,638.12
Joyas Del Parque	8,566.66	3,993.70	68%	32%	12,560.36
La Mesa	122,059.81	189,620.34	39%	61%	311,680.15
Libertad	94,168.05	650,440.56	13%	87%	744,608.61
Los Portales	4,951.12	1,954.01	72%	28%	6,905.13
México	49,095.71	606,316.23	7%	93%	655,411.94
Mezquite	130,818.92	1,384,499.08	9%	91%	1,515,318.00
Misión Del Sol	28,232.07	11,009.92	72%	28%	39,241.99
Nueva Palmira	30,374.04	2,004.06	94%	6%	32,378.10
Nuevo San Luis	38,605.24	6,698.88	85%	15%	45,304.13
Paraíso Del Bosque	3,715.39	5,151.52	42%	58%	8,866.91
Parque Industrial	139,860.11	50,212.66	74%	26%	190,072.77
Progreso	39,032.18	515,020.61	7%	93%	554,052.79

Colonia	Pavimentado (M2)	Sin Pavimentar (M2)	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Superficie Total De Calles
Reforma	42,635.46	1,629,293.28	3%	97%	1,671,928.74
Residencias	681,278.38	325,431.11	68%	32%	1,006,709.50
Ruiz Cortinez	160,137.23	635,041.34	20%	80%	795,178.58
Solidaridad	32,561.65	697,775.20	4%	96%	730,336.85
Sonora	390,819.07	572,069.05	41%	59%	962,888.11
Topahue	4,518.94	722,315.68	1%	99%	726,834.62
Villa Colonial	24,807.94	8,030.04	76%	24%	32,837.99
Villa Las Flores	17,389.34	6,656.95	72%	28%	24,046.29
Polígonos Por Colonias	4,955,989.11	15,974,250.82			20,930,239.92
Asentamientos Nuevos					
Desarrollo Este	137,188.49	232,825.28	37%	63%	370,013.77
Desarrollo Norte	5,982.78	29,070.82	17%	83%	35,053.60
Desarrollo Oeste	843.42	9,321.86	8%	92%	10,165.28
Desarrollo Sur	-	653,396.25	0%	100%	653,396.25
Gran Total	4,955,989.11	15,974,250.82	25%	75%	20,930,239.92

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2010)

ESTADÍSTICAS POR ÁREAS GEOESTADÍSTICA BÁSICA (AGEB)

Resulta importante considerar a esta unidad espacial definida por el INEGI, por las siguientes razones:

- Permite conocer la cantidad de población total afectada por superficies no pavimentadas y viviendo en superficies pavimentadas. Los datos de población total no

existen por Colonias en los datos censales del II conteo del 2005 y registrados en el sistema IRIS-SCINCE del INEGI para la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora.

- El AGEB ayuda a generar un indicador de Total de Habitantes/Superficie de calles no pavimentadas.
- El AGEB permite asociar el conjunto de variables censales que incluye datos socio-demográficos y socio-económicos. En total se cuenta con 170 variables censales.

El espacio urbano de la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora está subdividido para efectos censales en un total de 184 AGEB's. Existe una diferencia importante entre la población por AGEB y la Población Total. En la cartografía de AGEB se reporta un total de 138,796 habitantes contra un aproximado de 158,154 habitantes registrados en el último conteo de población y vivienda (2005). En conclusión, la estadística poblacional representada por AGEB, solo representa al 98.8 % de la población de la ciudad, estimada al año 2005. Sin embargo, este problema no afecta de ninguna manera el presente estudio. Porque para los espacios que no cuenten con estos datos poblacionales se pueden utilizar otros criterios de priorización.

La superficie estimada por AGEB, coincide con la calculada por Colonias, se tiene que un total de 15, 974,251.15 m² de calles sin pavimentar y 4,955,989.44 m² de calles pavimentadas. Las cifras anteriores hacen un total de calles de 20, 930,240.59 m² de calles, de los cuales un 24 por ciento se encuentra pavimentado. Ver resultados de clasificación de calles en Mapa 2 (anexo). La tabla siguiente tiene la utilidad de ayudar a priorizar que áreas deben ser primero pavimentadas en función del número de habitantes relacionados a superficie no pavimentada.

**Tabla 2. Estadísticas de pavimentación por AGEB en San Luis Rio Colorado, Sonora
(Noviembre, 2010)**

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
2605500010249	164,096.26	-	164,096.26	100%	0%	618
2605500010253	126,845.84	21,335.97	148,181.81	86%	14%	1285
2605500010268	114,801.92	19,725.15	134,527.07	85%	15%	849
2605500010272	95,089.94	37,417.64	132,507.58	72%	28%	988
2605500010287	90,775.83	54,233.34	145,009.17	63%	37%	1223
2605500010291	61,774.55	78,058.66	139,833.21	44%	56%	876
2605500010304	62,128.96	82,094.22	144,223.18	43%	57%	1237
2605500010323	94,354.56	6,146.07	100,500.64	94%	6%	696
2605500010338	92,897.48	19,831.85	112,729.33	82%	18%	1109
2605500010342	88,361.38	24,851.84	113,213.23	78%	22%	1018
2605500010357	66,139.70	42,248.84	108,388.54	61%	39%	946
2605500010361	79,503.18	65,852.55	145,355.73	55%	45%	2356
2605500010376	76,028.46	54,033.76	130,062.21	58%	42%	1258
2605500010380	38,858.78	94,059.92	132,918.71	29%	71%	1243
2605500010412	121,230.98	25,294.06	146,525.04	83%	17%	1028
2605500010427	112,685.99	34,599.36	147,285.35	77%	23%	1228
2605500010431	88,473.90	70,684.70	159,158.60	56%	44%	1192
2605500010446	81,401.51	67,215.29	148,616.81	55%	45%	1034
2605500010450	66,095.89	86,521.99	152,617.88	43%	57%	1304
2605500010465	27,920.24	126,196.98	154,117.22	18%	82%	1963
260550001047A				40%	60%	986

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	49,797.29	74,022.68	123,819.97			
2605500010484	64,810.31	73,212.65	138,022.96	47%	53%	1033
2605500010499	89,691.98	54,147.77	143,839.75	62%	38%	1219
2605500010501	73,332.42	86,074.69	159,407.10	46%	54%	1474
2605500010516	47,608.47	110,828.44	158,436.91	30%	70%	1357
2605500010520	44,698.30	106,231.88	150,930.18	30%	70%	1284
2605500010535	37,048.00	108,016.51	145,064.51	26%	74%	1210
260550001054A	23,774.31	118,345.69	142,120.01	17%	83%	1152
2605500010554	26,935.30	137,415.23	164,350.53	16%	84%	1197
2605500010573	30,338.72	73,166.78	103,505.50	29%	71%	655
2605500010588	35,502.71	97,314.46	132,817.16	27%	73%	815
2605500010592	30,288.57	92,261.58	122,550.15	25%	75%	1191
2605500010605	73,326.52	106,223.00	179,549.52	41%	59%	1217
260550001061A	57,568.30	105,451.83	163,020.13	35%	65%	1453
2605500010624	42,583.30	115,993.53	158,576.83	27%	73%	1210
2605500010639	36,324.14	113,099.48	149,423.62	24%	76%	1432
2605500010643	42,959.66	137,624.77	180,584.42	24%	76%	1147
2605500010681	48,203.08	95,097.74	143,300.81	34%	66%	960
2605500010696	31,528.51	107,736.96	139,265.47	23%	77%	1282
2605500010709	7,461.98	86,024.50	93,486.48	8%	92%	861
2605500010713	16,268.19	138,504.88	154,773.07	11%	89%	1392
2605500010728	50,070.46	118,726.79	168,797.25	30%	70%	1534
2605500010732				20%	80%	1498

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	33,751.57	132,153.32	165,904.88			
2605500010747	36,227.80	116,827.51	153,055.32	24%	76%	1148
2605500010751	49,515.15	110,297.65	159,812.79	31%	69%	2441
2605500010785	1,797.17	96,389.69	98,186.86	2%	98%	208
260550001079A	35,615.26	128,170.17	163,785.42	22%	78%	1005
2605500010817	45,723.46	123,513.72	169,237.18	27%	73%	1500
2605500010821	34,764.50	115,107.19	149,871.69	23%	77%	1173
2605500010836	35,759.02	119,108.70	154,867.72	23%	77%	1314
2605500010893	38,845.82	101,663.22	140,509.04	28%	72%	791
2605500010906	32,705.45	124,076.59	156,782.03	21%	79%	1129
2605500010910	16,454.36	59,136.65	75,591.00	22%	78%	349
2605500010997	12,761.94	122,721.77	135,483.70	9%	91%	602
2605500011001	21,085.79	95,554.17	116,639.96	18%	82%	1396
2605500011139	10,379.43	141,569.67	151,949.10	7%	93%	1348
2605500011143	4,625.49	158,264.38	162,889.86	3%	97%	1212
2605500011158	17,535.96	144,076.54	161,612.50	11%	89%	1067
2605500011162	14,916.78	139,900.71	154,817.49	10%	90%	1087
2605500011177	7,416.64	145,776.95	153,193.59	5%	95%	1132
2605500011181	28,993.15	109,297.41	138,290.56	21%	79%	1632
2605500011196	35,821.72	114,615.97	150,437.69	24%	76%	998
2605500011209	17,997.13	89,256.35	107,253.48	17%	83%	840
2605500011213	17,466.78	117,354.46	134,821.24	13%	87%	820
2605500011228				15%	85%	1556

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	19,843.95	114,853.07	134,697.02			
2605500011232	10,365.49	141,240.15	151,605.64	7%	93%	1234
2605500011247	40,862.43	112,028.09	152,890.51	27%	73%	1085
2605500011548	23,137.08	141,839.36	164,976.44	14%	86%	1184
2605500011603	44,149.37	91,330.93	135,480.30	33%	67%	1545
2605500011618	12,186.02	157,169.22	169,355.24	7%	93%	1096
2605500011622	6,487.23	127,422.10	133,909.33	5%	95%	874
2605500011637	8,415.23	172,312.90	180,728.13	5%	95%	1161
2605500011641	6,956.29	148,302.20	155,258.50	4%	96%	926
2605500011656	6,054.74	115,735.47	121,790.20	5%	95%	816
2605500011660	35,036.69	94,900.75	129,937.44	27%	73%	922
2605500011675	10,880.81	116,255.64	127,136.44	9%	91%	971
260550001168A	23,352.87	122,453.66	145,806.52	16%	84%	942
2605500011694	-	134,174.36	134,174.36	0%	100%	899
2605500011707	-	131,090.91	131,090.91	0%	100%	927
2605500011711	27,232.55	84,432.09	111,664.64	24%	76%	813
2605500011726	137,393.51	87,285.74	224,679.26	61%	39%	7
2605500011730	2,894.70	157,941.09	160,835.79	2%	98%	246
2605500011745	11,990.92	167,973.05	179,963.97	7%	93%	1257
260550001175A	12,000.19	106,269.42	118,269.61	10%	90%	1044
2605500011764	61,525.00	76,458.69	137,983.70	45%	55%	2025
2605500011779	62,921.02	115,017.50	177,938.52	35%	65%	749
2605500011783				75%	25%	1166

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	75,423.57	24,502.38	99,925.94			
2605500011798	62,152.72	30,267.94	92,420.67	67%	33%	1194
2605500011800	29,804.33	78,597.18	108,401.51	27%	73%	1120
2605500011815	9,775.97	101,347.68	111,123.65	9%	91%	949
260550001182A	8,972.54	118,810.04	127,782.58	7%	93%	861
2605500011834	21,546.33	85,351.15	106,897.49	20%	80%	717
2605500011849	6,660.33	143,117.52	149,777.84	4%	96%	987
2605500011853	79,736.38	43,044.42	122,780.80	65%	35%	1570
2605500011868	71,022.77	59,635.95	130,658.73	54%	46%	1413
2605500011872	12,188.24	96,969.55	109,157.79	11%	89%	911
2605500011887	13,343.26	97,783.47	111,126.73	12%	88%	874
2605500011891	9,295.91	86,404.24	95,700.15	10%	90%	808
2605500011904	29,298.94	98,075.96	127,374.90	23%	77%	933
2605500011919	21,634.01	87,556.83	109,190.84	20%	80%	872
2605500011923	33,133.28	76,973.36	110,106.64	30%	70%	891
2605500011938	30,281.05	118,727.67	149,008.72	20%	80%	705
2605500011942	30,016.32	141,051.57	171,067.89	18%	82%	365
2605500011957	1,653.47	199,646.63	201,300.10	1%	99%	1093
2605500011961	16,821.52	135,558.54	152,380.07	11%	89%	583
2605500011976	16,457.67	124,985.00	141,442.67	12%	88%	888
2605500011980	-	103,245.07	103,245.07	0%	100%	528
2605500011995	-	278,779.76	278,779.76	0%	100%	169
260550001200A				4%	96%	468

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	6,361.84	136,093.62	142,455.45			
2605500012014	-	1,021.06	1,021.06	0%	100%	55
2605500012029	-	8,044.55	8,044.55	0%	100%	79
2605500012033	24,427.98	111,597.41	136,025.40	18%	82%	2519
2605500012048	12,402.40	7,666.76	20,069.16	62%	38%	71
2605500012052	12,547.55	102,896.41	115,443.95	11%	89%	710
2605500012067	15,170.88	98,483.23	113,654.11	13%	87%	929
2605500012071	14,418.36	86,407.29	100,825.64	14%	86%	726
2605500012086	19,441.43	75,849.32	95,290.75	20%	80%	302
2605500012090	18,241.90	67,568.07	85,809.97	21%	79%	777
2605500012103	16,797.37	50,123.69	66,921.06	25%	75%	1366
2605500012118	-	61,447.17	61,447.17	0%	100%	428
2605500012122	-	23,757.52	23,757.52	0%	100%	188
2605500012137	-	1,206.58	1,206.58	0%	100%	57
2605500012141	-	65,301.41	65,301.41	0%	100%	245
2605500012156	-	79,038.57	79,038.57	0%	100%	8
2605500012160	15,017.80	76,423.00	91,440.81	16%	84%	755
2605500012175	1,779.27	174,903.56	176,682.82	1%	99%	434
260550001218A	-	2,961.01	2,961.01	0%	100%	0
2605500012194	-	12,695.72	12,695.72	0%	100%	6
2605500012207	-	17,560.76	17,560.76	0%	100%	68
2605500012226	14,961.08	6,201.45	21,162.53	71%	29%	0
260550001225A				0%	100%	529

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	-	79,460.04	79,460.04			
2605500012264	892.55	1,274.69	2,167.24	41%	59%	0
2605500012279	-	44,016.25	44,016.25	0%	100%	282
2605500012283	5,349.02	48,360.74	53,709.77	10%	90%	284
2605500012298	-	3,525.58	3,525.58	0%	100%	12
2605500012300	-	19,641.62	19,641.62	0%	100%	74
2605500012315	-	12,160.99	12,160.99	0%	100%	14
260550001232A	-	19,163.53	19,163.53	0%	100%	112
2605500012334	1,077.61	11,858.38	12,935.99	8%	92%	12
2605500012353	-	4,049.20	4,049.20	0%	100%	0
2605500012368	25.17	10,822.03	10,847.21	0%	100%	23
2605500012372	-	3,523.72	3,523.72	0%	100%	7
2605500012391	-	20,010.41	20,010.41	0%	100%	5
2605500012404	-	136,143.70	136,143.70	0%	100%	520
2605500012419	2,860.83	82,681.55	85,542.38	3%	97%	308
2605500012423	-	92,829.19	92,829.19	0%	100%	618
2605500012508	6,976.83	-	6,976.83	100%	0%	0
2605500012512	14,017.90	41,359.44	55,377.34	25%	75%	113
2605500012527	-	128,927.56	128,927.56	0%	100%	496
2605500012531	25,220.65	72,682.98	97,903.63	26%	74%	1181
2605500012546	-	167,106.08	167,106.08	0%	100%	735
2605500012550	-	182,448.92	182,448.92	0%	100%	450
2605500012565				22%	78%	10

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	14,229.40	49,045.96	63,275.35			
260550001257A	742.63	65,277.37	66,020.00	1%	99%	1083
2605500012584	-	127,749.48	127,749.48	0%	100%	350
2605500012599	-	45,959.98	45,959.98	0%	100%	23
2605500012601	-	138,934.28	138,934.28	0%	100%	203
2605500012616	-	145,879.39	145,879.39	0%	100%	334
2605500012620	-	148,026.24	148,026.24	0%	100%	231
2605500012635	7,165.09	134,250.26	141,415.36	5%	95%	380
260550001264A	12,005.05	130,300.74	142,305.79	8%	92%	297
2605500012654	-	22,570.70	22,570.70	0%	100%	4
2605500012669	-	10,309.76	10,309.76	0%	100%	0
2605500012673	-	3,292.67	3,292.67	0%	100%	0
2605500012688	-	3,840.27	3,840.27	0%	100%	0
2605500012692	-	4,710.54	4,710.54	0%	100%	0
2605500012705	-	405.71	405.71	0%	100%	0
260550001271A	-	799.07	799.07	0%	100%	0
2605500012724	-	6,694.55	6,694.55	0%	100%	14
2605500012739	-	861.57	861.57	0%	100%	16
2605500012758	78,107.25	25,908.43	104,015.68	75%	25%	2367
2605500012847	6,771.66	3,509.92	10,281.58	66%	34%	231
260550001289A	8,054.56	152,529.64	160,584.20	5%	95%	109
2605500012902	9,828.07	154,662.84	164,490.91	6%	94%	71
2605500012917				0%	100%	16

AGEB	Pavimentado (m2)	Sin Pavimentar (m2)	Total	Pavimentado (%)	Sin Pavimentar (%)	Población por AGEB
	-	55,684.02	55,684.02			
2605500012921	3,070.11	74,673.95	77,744.05	4%	96%	11
260550001735	-	1.21	1.21	0%	100%	0
260550001901S	41,361.26	4,928.92	46,290.17	89%	11%	0
260550001902S	-	169,239.95	169,239.95	0%	100%	0
260550001903S	-	2,619.36	2,619.36	0%	100%	0
DESARROLLO ESTE	137,188.49	232,825.28	370,013.77	37%	63%	0
DESARROLLO NORTE	5,982.78	29,070.82	35,053.60	17%	83%	0
DESARROLLO OESTE	843.42	9,321.86	10,165.28	8%	92%	0
DESARROLLO SUR	-	653,396.25	653,396.25	0%	100%	0
Totales	4,955,989.11	15,974,250.82	20,930,239.93			137,794.00

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (Noviembre,2010)

COSTOS DE PAVIMENTACIÓN POR COLONIA

Dado que la unidad espacial conocida por la comunidad y las autoridades municipales es la “Colonia”, se decidió estimar los costos utilizando este polígono. Los costos finales resultan de multiplicar los costos promedio¹ por la superficie de calles sin pavimentar.

El desglose de costos por colonia queda como siguen en la Tabla 3. En este caso, se hace la aclaración de que existe el problema de falta de nombres de colonias aunque si se cuenta con los polígonos limítrofes de las mismas y que se poligonizaron 4 nuevos asentamientos urbanos que tendrán que cotejarse contra un mapa actualizado de colonias. Esto puede ser corroborado en el mapa digital, a fin de editarlo y hacer las correcciones en la

nomenclatura pertinentes. Sin embargo, cada polígono es independiente y corresponde a una colonia en la ciudad, por lo que las estimaciones no se ven afectadas.

Tabla 3. Costos de Pavimentación por Colonia en San Luis Rio Colorado, Sonora (noviembre, 2010)

Los costos de pavimentación que se utilizan en la tabla 3, son los costos promedio de la Zona Fronteriza desglosados en 395.10 pesos por metro cuadrado con asfalto y de 605.00 pesos por metro cuadrado de concreto hidráulico.

Colonia	Sin pavimentar (m2)	Costo Concreto Hidráulico (peso m2)	Costo Asfalto (peso m2)	Concreto Hidráulico (pesos)	Costo Asfalto(pesos)
10 De Abril	471,472.31	605.00	395.10	285,240,750.49	186,278,711.60
Aeropuerto	762,025.55	605.00	395.10	461,025,457.49	301,076,294.64
Altar	949,330.81	605.00	395.10	574,345,140.86	375,080,603.56
Aviación	666,456.36	605.00	395.10	403,206,098.81	263,316,908.49
Burócrata	615,774.25	605.00	395.10	372,543,420.43	243,292,405.64
Campestre	908,159.98	605.00	395.10	549,436,784.94	358,814,006.16
Chula Vista	4,445.14	605.00	395.10	2,689,311.30	1,756,275.86
Comercial	82,552.86	605.00	395.10	49,944,478.65	32,616,633.91
Cuauhtémoc	61,514.59	605.00	395.10	37,216,329.84	24,304,416.40
Cuauhtémoc	-	605.00	395.10	-	-
Del Bosque	400,663.97	605.00	395.10	242,401,702.64	158,302,335.06
Del Parque	4,440.17	605.00	395.10	2,686,304.84	1,754,312.46
Desarrollos Este	241,224.84	605.00	395.10	145,941,027.08	95,307,933.55
Desarrollos					

Colonia	Sin pavimentar (m2)	Costo Concreto Hidráulico (peso m2)	Costo Asfalto (peso m2)	Concreto Hidráulico (pesos)	Costo Asfalto(pesos)
Oeste	46,332.19	605.00	395.10	28,030,977.47	18,305,849.92
Desarrollos Sur	782,945.06	605.00	395.10	473,681,762.80	309,341,594.18
Federal	731,255.98	605.00	395.10	442,409,865.68	288,919,236.25
Hacienda Las Palmas	54.29	605.00	395.10	32,846.68	21,450.78
Industrial	308,880.59	605.00	395.10	186,872,757.63	122,038,721.55
Jalisco	913,187.62	605.00	395.10	552,478,508.03	360,800,427.31
Joyas Del Parque	3,993.70	605.00	395.10	2,416,186.93	1,577,909.84
La Mesa	189,620.34	605.00	395.10	114,720,305.00	74,918,995.87
Libertad	650,440.56	605.00	395.10	393,516,541.19	256,989,066.82
Los Portales	1,954.01	605.00	395.10	1,182,177.29	772,030.16
México	606,316.23	605.00	395.10	366,821,320.53	239,555,543.37
Mezquite	1,384,499.08	605.00	395.10	837,621,944.52	547,015,587.24
Misión Del Sol	11,009.92	605.00	395.10	6,661,002.03	4,350,019.67
Nueva Palmira	2,004.06	605.00	395.10	1,212,459.23	791,806.02
Nuevo San Luis	6,698.88	605.00	395.10	4,052,823.63	2,646,728.29
Paraíso Del Bosque	5,151.52	605.00	395.10	3,116,669.32	2,035,365.37
Parque Industrial	50,212.66	605.00	395.10	30,378,661.13	19,839,023.16
Progreso	515,020.61	605.00	395.10	311,587,469.36	203,484,643.21
Reforma	1,629,293.28	605.00	395.10	985,722,432.03	643,733,773.38
Residencias	325,431.11	605.00	395.10	196,885,824.24	128,577,833.32
Ruiz Cortinez	635,041.34	605.00	395.10	384,200,013.31	250,904,835.14
Solidaridad					

Colonia	Sin pavimentar (m2)	Costo Concreto Hidráulico (peso m2)	Costo Asfalto (peso m2)	Concreto Hidráulico (pesos)	Costo Asfalto(pesos)
	697,775.20	605.00	395.10	422,153,998.80	275,690,983.35
Sonora	572,069.05	605.00	395.10	346,101,773.66	226,024,480.62
Topahue	722,315.68	605.00	395.10	437,000,987.05	285,386,925.59
Villa Colonial	8,030.04	605.00	395.10	4,858,176.08	3,172,670.03
Villa Las Flores	6,656.95	605.00	395.10	4,027,454.67	2,630,160.89
Gran Total	15,974,250.82			9,664,421,745.64	6,311,426,498.68

Costos promedio zona fronteriza (395.10 asfalto; 605.00 concreto hidráulico)

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (noviembre, 2011)

Considerando un escenario donde se alcance la cobertura faltante de pavimentación para el 100 por ciento de las calles no pavimentadas para San Luis Rio Colorado, con costo promedio de 395.10 pesos/m² con asfalto y de 605.00 pesos/m² de concreto hidráulico y que fueron detectadas en la imagen satelital con fecha 24 de abril del 2010, las cifras totales requeridas serían las mostradas en el siguiente cuadro. Los mapas 4 y 5 (anexo) muestran una jerarquización de costos para asfalto y concreto respectivamente y estimado por colonia.

Cuadro 7. Escenarios de costos de pavimentación para San Luis Rio Colorado, Sonora

Fuente de información	Superficie en m2 sin pavimentar	Costo según Dirección de O. P. y D.U. de San L. Rio Colorado, Sonora	Costo promedio Zona Fronteriza	Costo Pesos Dirección de O.P y D.U. de San L. Rio Colorado, Sonora	Costo Pesos Zona Fronteriza
Asfalto	15,974,251.15	425.00	395.10	6,789,056,738.75	6,311,426,629.37
Concreto	15,974,251.15	695.00	605.00	11,102,104,549.25	9,664,421,945.75

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (Noviembre, 2010)

Queda la ciudad subdividida en 39 polígonos de colonias y 4 polígonos más detectados como nuevos desarrollos y que se consideran temporalmente como áreas fuera de colonias. La información desarrollada en este proyecto ayudará al desarrollo de diferentes escenarios de costos, así como en la priorización de los programas de pavimentación.

En este proyecto, uno de los objetivos es ayudar a las autoridades correspondientes a decidir sobre las áreas prioritarias para pavimentación en San Luis Ríos Colorado, Sonora, por lo que se generó toda la cartografía correspondiente a cada análisis; éstas son:

- Mapa de calles pavimentadas y no pavimentadas por Colonia;
- Mapa de calles pavimentadas y no pavimentadas por AGEB;
- Mapa de costos de pavimentación con asfalto por Colonia;
- Mapa de costos de pavimentación con concreto hidráulico por colonia y
- mapa de estadísticos de pavimentación por colonia.

Estos mapas se anexan en diversos formatos: shapes, proyectos ArcGIS (mxd), archivos jpg y archivos pdf.

ESTIMACION DE COSTOS UNITARIOS

A fin de estimar el presupuesto de pavimentación se desarrollaron dos tablas generadoras de costos (tablas 4 y 5); mismas que fueron calculadas con todos los conceptos que normalmente se consideran en los presupuestos presentados a las ciudades en el ejercicio o concurso para el desarrollo de obra (licitaciones públicas). Estas tablas de precios unitarios pueden ser utilizadas como una opción o modelo y posteriormente actualizadas para San Luis Rio Colorado, Sonora. El ejercicio de costos requiere del desarrollo de tablas para cada opción de carpeteo: Asfalto y Concreto Hidráulico. Los costos calculados son vigentes para San Luis Rio Colorado, Sonora.

Tabla 4. Tabla Generadoras de Costos para Asfalto

PAVIMENTACIÓN DE CALLE A BASE DE CARPETA ASFALTICA					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1.1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	ML	1	7.19	7.19
1.1.2	CORTE, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE PRODUCTO DE LA NIVELACIÓN CON ACARREO MÁXIMO A 10 KMS. DE LA OBRA, VOLUMEN MEDIDO COMPACTO	M3	1	9.30	9.30
1.1.3	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20 CMS. DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	1	300.00	300.00
1.1.4	FORMACIÓN 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	44.60	44.60
1.1.5	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA DE 5 CMS DE ESPESOR CON MEZCLA ELABORADA EN PLANTA Y EN CALIENTE DISEÑADA CON EL MÉTODO MARSHALL Y EXTENDIDA CON MAQUINA (FINISHER); SE UTILIZARA CEMENTO ASFÁLTICO AC-20 MODIFICADO TIPO I EN CANTIDAD APROXIMADA DE 120 Kg.	M2	1	280.12	280.12
	TOTAL				\$ 641.21

Tabla 5.Tabla Generadora de Costos para Concreto Hidráulico

PAVIMENTACIÓN DE CALLE A BASE DE CARPETA HIDRAULICA					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1.1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	ML	1	7.19	7.19
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1.1.2	CORTE, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL SOBRENTE PRODUCTO DE LA NIVELACIÓN CON ACARREO MÁXIMO A 10 KMS. DE LA OBRA, VOLUMEN MEDIDO COMPACTO	M3	1	9.30	9.30
1.1.3	TRATAMIENTO DE TERRACERIAS DE 20 CMS. DE ESPESOR COMPACTADAS AL 95% DE SU P.V.S.M.	M3	1	300.00	300.00
1.1.4	FORMACIÓN 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	44.60	44.60
1.1.5	ELABORACIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN LONGITUDINAL HECHO EN OBRA INCLUYE DISEÑO DE PROFUNDIDAD DE LA ZONA	ML	1	35.36	35.36
1.1.6	ELABORACIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL HECHO EN OBRA INCLUYE DISEÑO DE PROFUNDIDAD DE LA ZONA	ML	1	35.36	35.36
1.1.7	ELABORACIÓN DE JUNTA DE RETRACCIÓN HECHO EN OBRA INCLUYE DISEÑO DE PROFUNDIDAD DE LA ZONA	ML	1	35.36	35.36
1.1.8	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA A BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO SIMPLE A BASE DE CEMENTO PROTLAND Y AGUA POTABLE PARA UN DISEÑO PARA TRANSITO MEDIO SEGÚN LAS NORMAS Y LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DE ZONA CALIDA CON ESPESOR MÍNIMO DE LOSA 20 CM (MR) ESPERADA ENTRE 40 Y 50	M2	1	483.29	483.29
TOTAL					\$ 950.46

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

El algoritmo y metodología utilizados para extraer clasificación de calles pavimentadas y sin pavimentar en la ciudad de San Luis Rio Colorado, así como las características espectrales y espaciales de la imagen satelital programada para San Luis Rio Colorado, Sonora nos permite llegar a las siguientes conclusiones.

- Para la realización del diagnóstico se contrató la programación exclusiva de una imagen satelital para la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora con fecha 24 de abril de 2010, logrando un análisis con un alto nivel de precisión, donde expresa mediante datos calculados las condiciones de las vialidades de San Luis Rio Colorado, Sonora.
- El conjunto de vialidades de la ciudad de San Luis Rio Colorado, cuenta con un déficit importante de pavimentación. De tal manera que un 24 % de superficie en calles cuenta con algún tipo de carpeta y principalmente asfalto en vialidades secundarias y terciarias. El Concreto Hidráulico normalmente se encuentra en algunas vialidades principales. el 76 % de las vialidades no cuentan con ningún tipo de pavimentación. En síntesis, se contabilizó un total de 20.93 Mm² de calles, de los cuales 15.97 Mm² están sin pavimentar.
- En función de los costos promedio estimados (395.10 pesos/m² de asfalto y 605.00 pesos/m² de concreto hidráulico se estimó, que para pavimentar el 100 % de la superficie total de calles dentro de colonias se requerirían 6.3 mil millones de pesos en el caso de la opción de asfalto y de 9.6 mil millones de pesos para pavimentar con concreto hidráulico.
- El escenario de pavimentar en un 100 por ciento las vialidades es un escenario ideal difícil de alcanzar. Por lo que la metodología empleada en este proyecto, así como la cartografía de calles generada brindan la posibilidad de genera información que

sirva para priorizar los programas de pavimentación, mediante jerarquización en función de superficies, costos y población afectada (ver mapas 3 y 4).

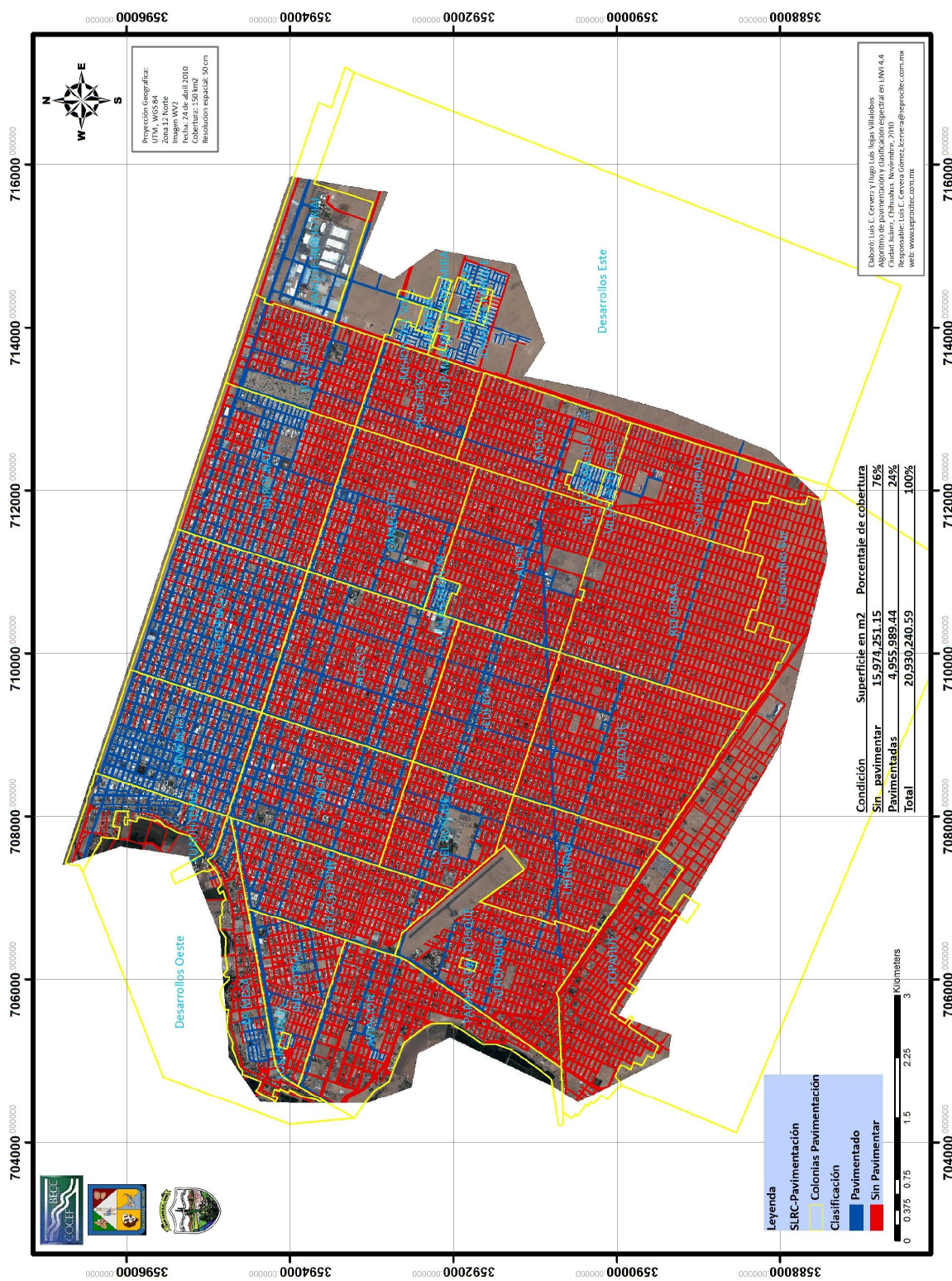
- La tecnología empleada en este proyecto, basada en el uso de una imagen satelital con fecha reciente y su tratamiento con programas especializados de Sistemas de Información Geográfica (Arc GIS 9.2 y ENVI 4.5) brindan fuertes posibilidades para que sean implementadas por la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora en sus programas de pavimentación así como en otros programas relacionados a infraestructura y equipamiento urbano.
- La resolución espacial de la imagen satelital de 50 cms por pixel y el uso de tres bandas espectrales permite una supervisión visual de la clasificación en calles. Por lo que no se requiere supervisión en campo. Con esta resolución y considerando una calle promedio de 12 metros de ancho por 100 de largo, se tendrían un total de 24 por 200 pixeles (4,800 pixeles por calle).
- El ambiente geo-referenciado y creado en una plataforma de Sistemas de Información Geográfica. Proveen un conjunto de datos vectoriales y raster que brindan la posibilidad tanto de actualizar como derivar más cartografía temática para la ciudad de San Luis Rio Colorado. Además de establecer relaciones con otras bases de datos como variables e indicadores socio-económicos, socio-demográficos y ambientales en un ambiente geo-referenciado. El sistema creado para San Luis Rio Colorado está listo para seleccionar y recalcular sectores prospectos a ser pavimentados.
- La calidad de la imagen aunada con las condiciones de poca vegetación en la ciudad y en conjunto buena traza de vialidades permitieron una rápida clasificación espectral para diferenciar las calles pavimentadas de las no pavimentadas.

Referencias

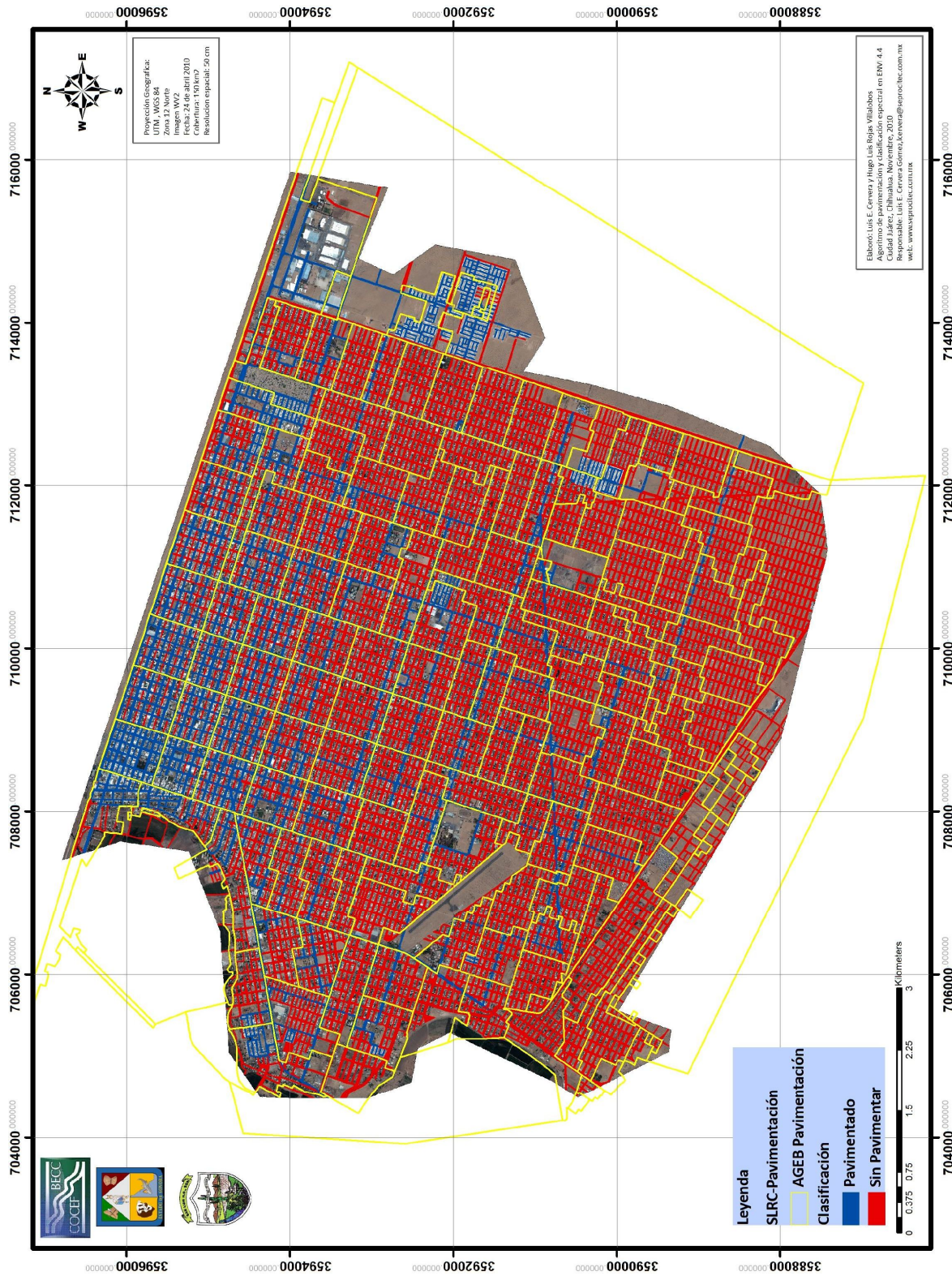
- 2006-2012. Plan de Desarrollo Urbano de San Luis Rio Colorado, Sonora.
- BECC-NADBank, 2008. Border Environment Cooperation Commission Air Quality and Street Paving Project in Nuevo Laredo, Tamaulipas. Board Document BD 2008-43; BECC Certification Document. December 16.
- Canada Center for Remote Sensing (2008). Optical Imaging Systems Information Extraction from High Resolution Satellite Images. Available in http://nrcan.gc.ca/optic/high/infoext_e.php
- COCEF, 2003. Proyecto Calidad del Aire y Pavimentación en San Luis Rio Colorado , Sonoradel. Documento disponible en: <http://www.cocef.org/aproyectos>
- 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
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). De la población en México 2005-2050. <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/pry/localidad.xls>
- 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 Zeland. jg.gao@auckland.ac.nz
- Guindon, B., 1997. Computers-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.
- Hernández 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>
- INEGI (2005). XVII Censo de Población y Vivienda. IRIS-SCINCE, San Luis Rio Colorado, Sonora.
- 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.

- Quatrochi, 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.

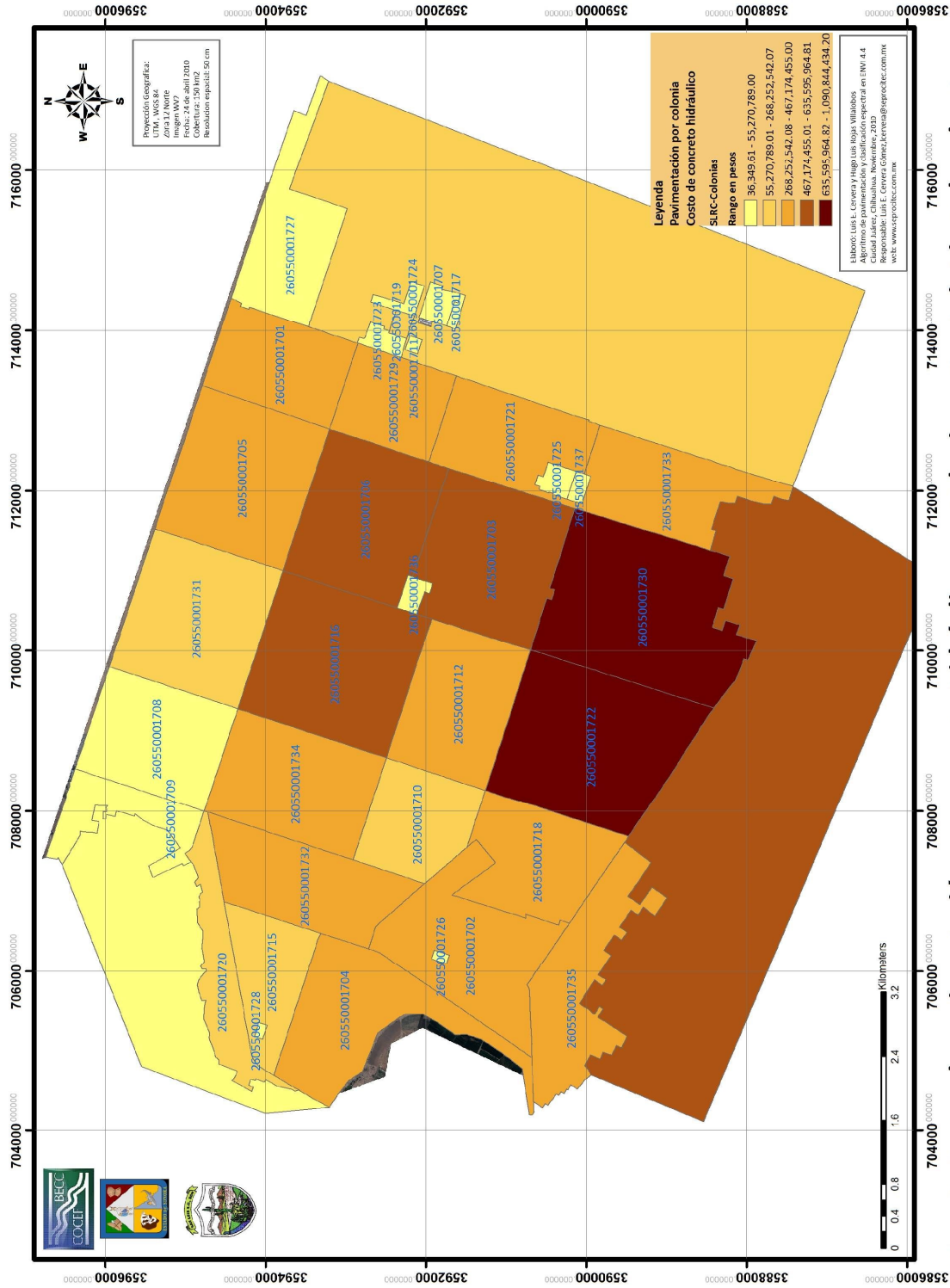
**ANEXO: MAPAS DE PAVIMENTACIÓN DE
SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA.**



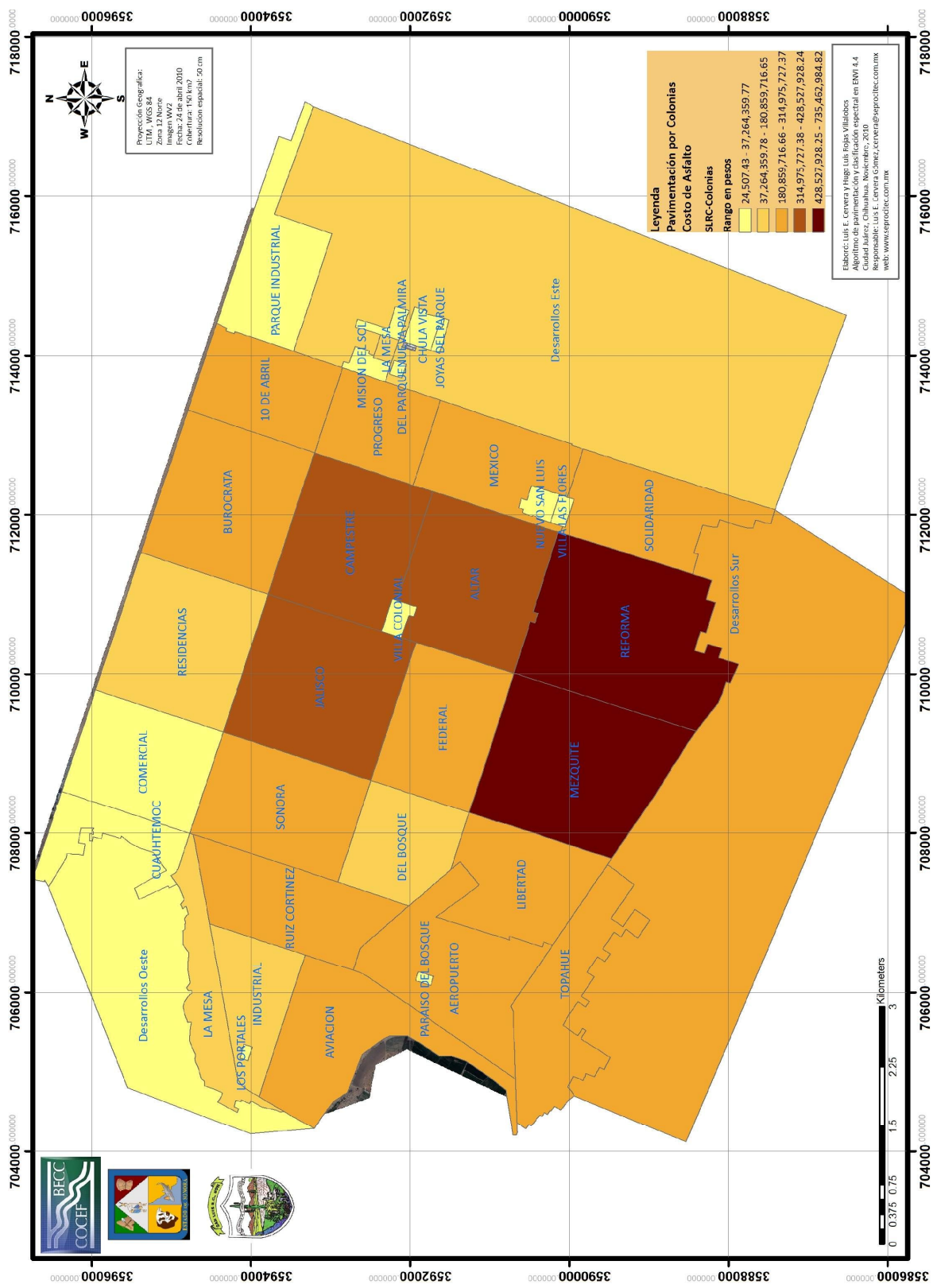
Mapa 1. Condiciones de Pavimentación por Colonia en San Luis Rio Colorado, Sonora.



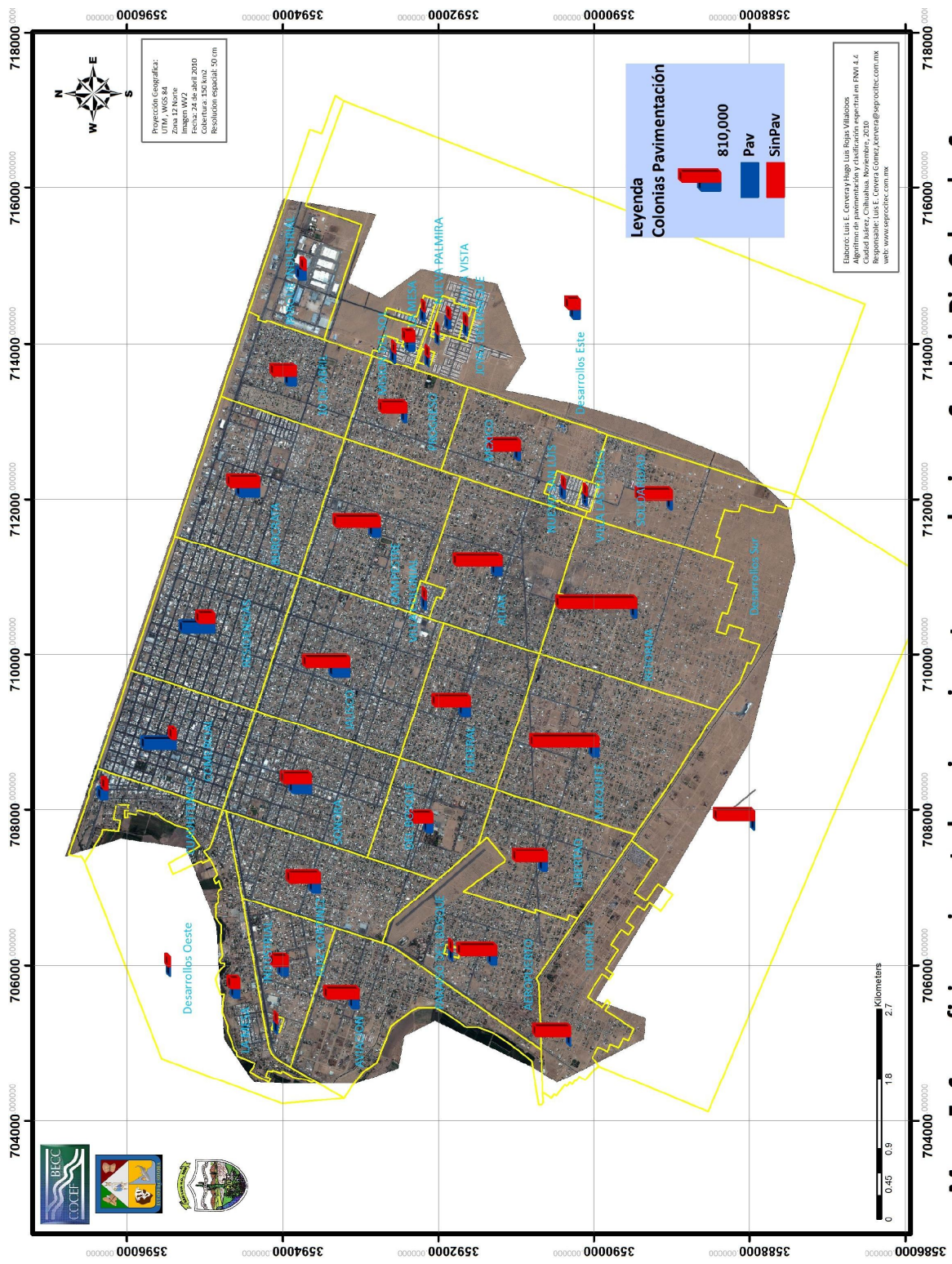
Mapa 2. Condiciones de Pavimentación por AGEB en San Luis Rio Colorado, Sonora.



Mapa 3. Costos de pavimentación con concreto Hidráulico por Colonia en San Luis Rio Colorado, Sonora.
 Costo promedio estimado en zona Fronteriza por m2 = 605.00 pesos



Mapa 4. Costos de pavimentación con Asfalto por Colonia en San Luis Rio Colorado, Sonora.
Costo promedio estimado en zona Fronteriza por m2 = 395.10 pesos



Mapa 5. Superficie pavimentada y sin pavimentar por colonia en San Luis Rio Colorado, Sonora.