

- Uso de Modelos Digitales de Elevación (DEM) para generar Modelos Digitales de Terreno (MDT).
- Aplicación de filtros de posproceso para limpiar y homogeneizar la información

## IMÁGENES LANDSAT

Los procedimientos de adquisición de imágenes de la superficie terrestre, a través de la teledetección, se basan en la utilización de dos tipos de plataformas que llevan distintos tipos de sensores: plataformas aerotransportadas (globos, helicópteros y aviones) y plataformas espaciales (satélites). Las diferentes orbitas, junto con las distintas características técnicas de los sensores, en términos de resolución espacial, espectral y radiométrica, proporcionan varios tipos de imágenes. Este estudio se basa en el uso de imágenes multisectoriales, derivadas del satélite *Landsat*, gestionado por Estados Unidos.

Las imágenes *Landsat*, cuyo nombre deriva de la suma de Land (tierra) + Satellite (satélite), están disponibles desde 1972 a través el uso de siete satélites de la serie Landsat. De hecho, los satélites van del 1 a 8 (Landsat 8 ha sido lanzado en 2013), pero la misión 6, lanzada en 1993, no logró alcanzar la órbita. Estos satélites, que han sido una componente importante del programa de monitoreo de la superficie terrestre gestionado por la NASA, utilizan cuatro sensores primarios que han ido evolucionando a lo largo de más de treinta años: MSS (*Multi-espectral Scanner*), TM (*Thematic Mapper*), ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), y OLI (*Operational Land Imager*). La misión Landsat proporciona imágenes, a través de escenas de tamaño de alrededor de 185 x 185 km, de media resolución espacial, y para bandas en el espectro del visible y del infrarrojo (hasta 30 m). Imágenes térmicas (de resolución espacial de hasta 60 m) y una imagen pancromática de 15 m de resolución están disponibles para los sensores ETM+, y OLI, mientras que el sensor TM sólo lleva una imagen térmica, además de la imagen multiespectral.

La tabla a continuación muestra un resumen de las principales características técnicas de las misiones Landsat

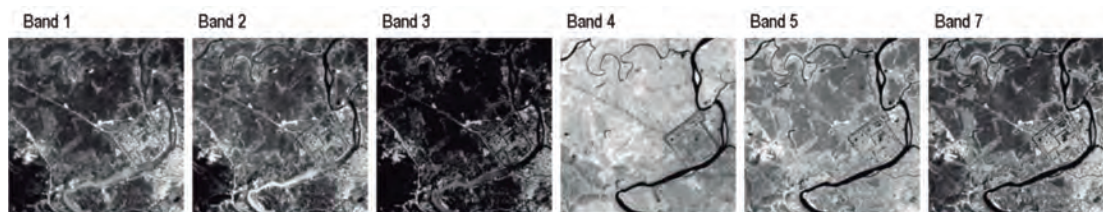
LANDSAT MISSION SATELLITE	Sensor	Band Number	Spectral Range $\mu\text{m}$	Scene Size km	Spatial Resolution meter/pixel	Temporal Resolution
L 7	ETM+ multi-spectral	1,2,3,4,5,7	0.450 - 2.35	=185 X 185	30	16 days
L 7	ETM+thermal	6.1, 6.2	10.40 - 12.50		60	
L 8	OLI spectral bands	1,2,3,4,5,6,7,9	0.43 - 2.30		30	16 days
L 8	TIRS Thermal	10, 11	10,30 - 12,50		100 (resampled 30)	
Panchromatic L7	ETM+	8	0.52 - 0.90		15	16 days
Panchromatic L8	OLI	8	0.50 - 0.68		15	

La colección de Landsat, disponible a través de varias plataformas informáticas, como USGS (*U.S. Geological Survey*) o GLCF (*Global Land Cover Facility*), está dirigida al análisis de coberturas del suelo en sus fases temporales, ya que proporciona datos históricos desde los años setenta hasta la actualidad, estando en continua actualización.

Las imágenes Landsat, disponibles en formato GEOTIFF a 8 bits, y de acuerdo con el sistema de proyección geográfica UTM (*Universal Transverse Mercator*), wgs (World Geodetic System) 84, prevén un preprocesamiento de primer nivel para corregir los errores derivados de la curvatura de la Tierra y la topología del terreno. Un proceso de calibración, para conseguir valores de reflectancia para cada pixel, y un proceso de corrección atmosférica necesario para eliminar errores por el efecto de scattering de las radiaciones solares a través de la atmósfera, preceden el proceso de clasificación apto a cuantificar la

solares a través de la atmósfera, preceden el proceso de clasificación apto a cuantificar la composición del paisaje en términos de cubiertas de suelo. Un proceso de limpieza automática para quitar nubes y sombras correspondientes, y el reemplazo de información “útil” ha sido desarrollado por LEAPFROG con el fin de conseguir imágenes satelitales “limpias”, siendo que la realidad de la superficie terrestre resulta a menudo ser bastante compleja.

Debido a las características espectrales, de reflectancia y longitud de onda, cada banda puede proporcionar distintas informaciones sobre las características de las cubiertas de suelo. Es así que, dependiendo de los objetivos, hay que tener en cuenta que: La banda 1 (desde 0.45 hasta 0.52  $\mu\text{m}$ ), es la banda azul-verde. Debido a que esta longitud de onda corta de luz penetra mejor que las otras bandas, a menudo es la banda elegida para marcar los ecosistemas acuáticos. Se utiliza para controlar los sedimentos en el agua, o las profundidades, por ejemplo. Desafortunadamente, esta banda es la que genera más “ruido”, en relación con las otras bandas de Landsat, ya que la luz de longitud de onda corta azul se dispersa más que las otras. La banda 2 (0.52-0.60  $\mu\text{m}$ , verde) tiene cualidades similares a la banda 1, pero coincide con la longitud de onda del verde que vemos al mirar la vegetación. La banda 3 (0.63 hasta 0.69  $\mu\text{m}$ , rojo), desde la vegetación absorbe casi toda la luz roja (a veces se le llama la banda de absorción de clorofila). Esta banda puede ser útil para distinguir entre vegetación y suelo. En la banda 4 (0.76 a 0.90  $\mu\text{m}$ , infrarrojo cercano), dado que el agua absorbe casi toda la luz en esta longitud de onda, los cuerpos de agua aparecen muy oscuros. Esto contrasta con la reflexión luminosa del suelo y de la vegetación, por lo que es una buena banda para la definición de la interacción agua/tierra. La banda 5 (1.55-1.75  $\mu\text{m}$ , infrarrojo medio) es una banda muy sensible a la humedad y por tanto se utiliza para controlar la vegetación y la humedad del suelo. También resulta útil para diferenciar entre las nubes y la nieve. La banda 7 (2.8-2.35  $\mu\text{m}$  infrarrojo medio) también se utiliza para marcar la humedad de la vegetación, aunque en general la banda 5 resulta más eficaz para esa aplicación, así como para analizar el suelo y las características geológicas. En la imagen se muestra un ejemplo de cómo aparecen las bandas 1, 2, 3, 4, 5, y 7, que son las que se utilizarán para este proyecto.



Las bandas se pueden combinar para visualizar, en tres canales RGB, una imagen de color. Este proceso resulta útil a la hora de elegir las categorías que vamos a clasificar a través de las técnicas de teledetección. A continuación, algunas de las combinaciones más utilizadas para visualizar imágenes multispectrales de Landsat.

Las bandas se pueden combinar para visualizar, en tres canales RGB, una imagen de color. Este proceso resulta útil a la hora de elegir las categorías que vamos a clasificar a través de las técnicas de teledetección. A continuación, algunas de las combinaciones más utilizadas para visualizar imágenes multispectrales de Landsat.

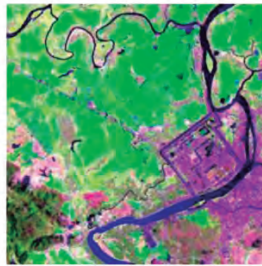
RGB Combination 3,2,1



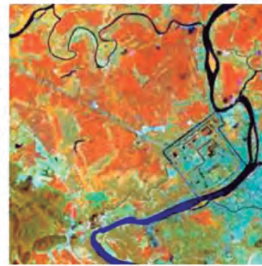
4,3,2



7,4,2



4,5,3



## 2.1.0 Preproceso 2014

Landsat 8 OLI 15 m/pixel

### LANDSAT 8 OLI

El satélite Landsat 8 incorpora dos instrumentos de barrido: Operational Land Imager (OLI) y un sensor térmico infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor (TIRS). Las bandas espectrales del sensor OLI, aunque similares a el sensor Landsat 7 ETM+, proporcionan una mejora de los instrumentos de las misiones Landsat anteriores, debido a la incorporación de dos nuevas bandas espectrales: un canal profundo en el azul visible (banda 1), diseñado específicamente para los recursos hídricos e investigación en zonas costeras, y un nuevo canal infrarrojo (banda 9) para la detección de nubes cirrus. Adicionalmente, una nueva banda de control de calidad se incluye con cada producto de datos generado. Esto proporciona información más detallada sobre la presencia de características, como las nubes, agua y nieve. Por otra parte, el sensor TIRS recoge dos bandas espectrales en longitudes de onda incluidas por la misma banda en los anteriores sensores TM y ETM+. Las imágenes Landsat 8 obtenidas por el sensor (OLI) y (TIRS) constan de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9. Una banda nueva (1) (azul-profundo) es útil para estudios costeros y aerosoles. La nueva banda (9) es útil para la detección de cirrus. La resolución para la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Dos bandas térmicas 10 y 11 son útiles para proporcionar temperaturas más precisas de la superficie y se toman a 100 metros de resolución. El tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte-sur por 183 kilómetros de este a oeste (106 km por 114 km).

Para la generación de la imagen para el periodo de 2014 se utilizaron las siguientes imágenes:

LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00  
 LC8 020046 2013 226 LGN00

## Landsat 8 Marzo 2014. 30m/pixel







## Los Mochis 15m

Landsat8 OLI 15 m/pixel

IMAGEN LANDSAT 8 15 m/pixel.  
Marzo 2014

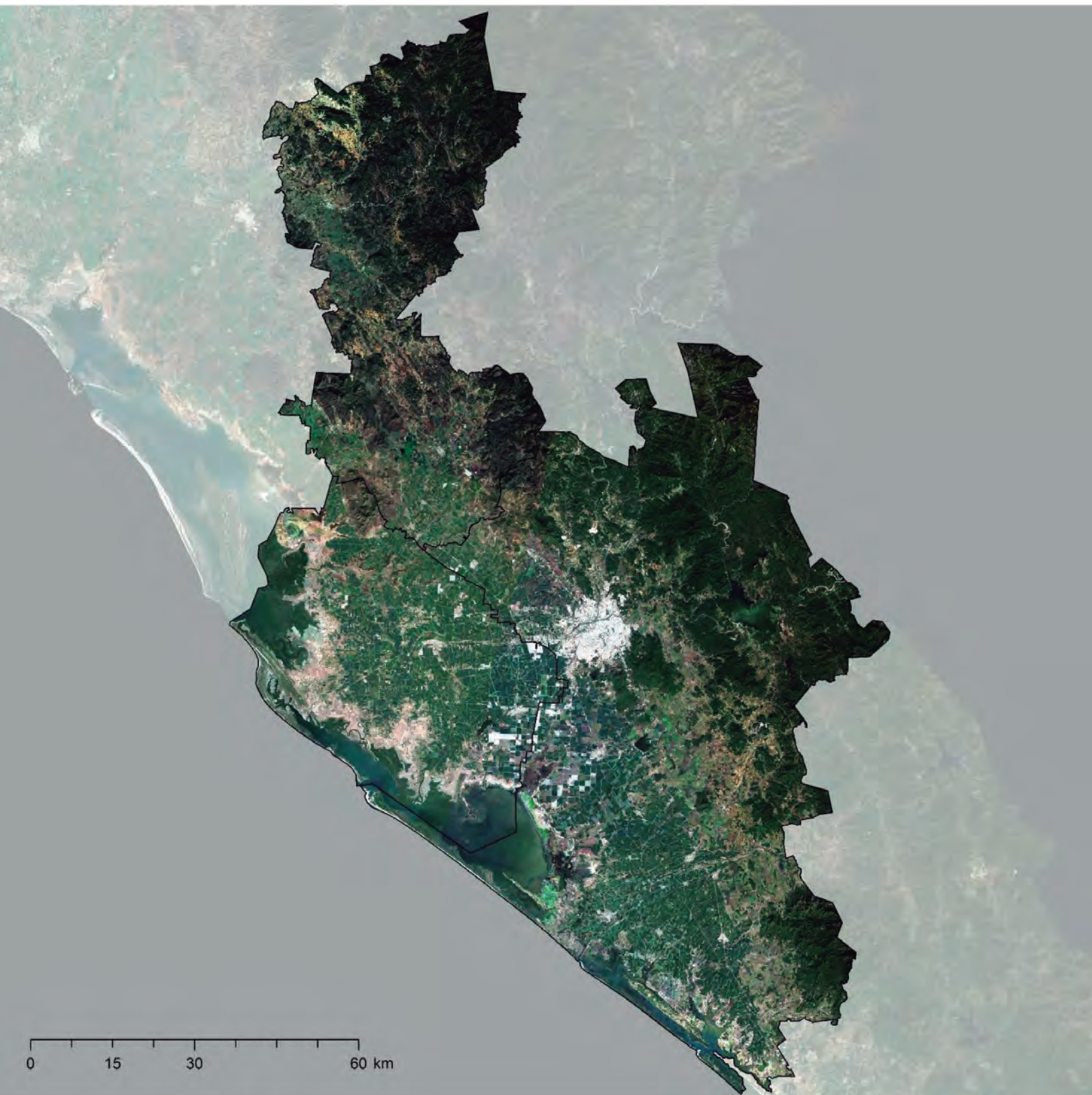


0 12.5 25 50 km



## Culiacán 15m

IMAGEN LANDSAT 8 15 m/pixel. Marzo 2014





## Mazatlán 15m

IMAGEN LANDSAT 8 15 m/pixel. Marzo 2014



## Categorías de cobertura de suelo

El mapa de cubiertas del suelo es una cartografía temática de alta resolución de los principales tipos de cubiertas del suelo (sistema natural/bosques, zonas agrícolas, áreas artificializadas y zonas hídricas). Es un producto digital que comprende los principales tipos de cubiertas del suelo, con una leyenda que corresponden a cuatro categorías. El mismo se basa en la clasificación del mapa de cubiertas del CORINE Land Cover y el de usgs. La delimitación de las áreas se hace a partir de técnicas de teledetección con un proceso semiautomático, mediante el análisis por pixel, con una metodología propia. El material de base de la clasificación son las imágenes satelitales Landsat, para los periodos 2000 y 2014, donde la escala de trabajo válida es 1:100.000. Se describe la información general de las bases citadas:

CLC (CORINE Land Cover), es un proyecto de la Agencia Europea de Medioambiente que tiene como objetivo fundamental la captura de datos de tipo numérico y geográfico para crear una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la Cobertura o Uso del Territorio (Ocupación del suelo). Debido al seguimiento por los países de la Unión Europea de una serie de directrices comunitarias (relativas especialmente a aspectos técnicos, como son la escala, resolución, nomenclatura, etc.) a la hora de realizar este proyecto se cuenta con una información perfectamente comparable entre quince países, habiéndose constituido en una herramienta fundamental para la política medioambiental y estadística en el ámbito europeo. Las especificaciones básicas fueron definidas a lo largo del programa CORINE («CLC Technical Guide (CE 1993)» y «Technical Guide for Updating CORINE Land Cover Database (CE 1997)») y los tres elementos determinantes del proyecto son las siguientes: La escala cartográfica elegida es 1:100.000, la precisión cartográfica es por lo menos 100m para todos los productos europeos y utilizando IMAGE2000 como referencia geométrica para la base de datos CLC con una precisión mínima de 25 m. La unidad mínima superficial cartografiable es de 25 ha, la anchura mínima de los elementos lineales es de 100 m, la nomenclatura CLC europea es jerárquica y distingue 44 clases al tercer nivel, 15 en el segundo y 5 en el primero. En la actualidad hay datos disponibles para tres etapas temporales: 1990, 2000 y 2006.

USGS (United States Geological Survey es la agencia científica de Estados Unidos que provee una de las bases más importantes de información geográfica sobre ecosistemas y medio ambiente; poniendo énfasis en los fenómenos de riesgo natural, los impactos derivados del cambio climático y cuantificar los recursos naturales y el uso del suelo. Uno de los productos más relevantes proporcionado por el usgs es, sin duda, la Base de Datos Nacional sobre Cubiertas de Suelo (NLCD, National Land Cover Database). Esta base de datos ofrece una referencia espacial y los datos descriptivos sobre las principales clases temáticas, o sistemas de cobertura de suelo, como lo urbano, el agrícola, bosques, y aguas. La actual cartografía digital temática disponible tiene una resolución de 30 metros por pixel, derivada de imágenes de satélite Landsat, y se refiere al conjunto de datos a nivel de país para tres etapas temporal: 1990, 2000 y 2006, para todo el territorio nacional de Estados Unidos y Alaska. El sistema de clasificación NLCD se fundamenta en una leyenda jerárquica que define 21 clases de cobertura del suelo, de acuerdo con el trabajo proporcionado por Anderson, Hardy, Roach y Witmer, en 1976: A Land Use and Land Cover Classification System for use with Remote Sensing Data; publicado por el

Departamento del Interior de los Estados Unidos. La cartografía temática resultante del NLCD proporciona información viable, sobre todo para el análisis tanto regional, como nacional, debido a la resolución de las imágenes primarias utilizadas (Landsat 30 m) que entrega resultados a resolución espacial media y que se pueden referir a escalas operativas de alrededor de 1:200.000.

LEAPFROG realiza una clasificación que se divide en un total de cuatro categorías que corresponden a:

### **Cuerpos de Agua**

Áreas de aguas abiertas, por lo general con cubiertas menores al 25% de la vegetación o suelo.

### **Natural / Forestal**

Forestal: Áreas dominadas por árboles de más de 5 m de altura y mayores al 20% de cobertura de vegetación total.

Vegetación secundaria: En general, la vegetación representa menos del 15% de la cobertura total. Áreas de roca, pavimento desértico, material volcánico, arena, minas a cielo abierto, graveras y otras acumulaciones de material de tierra.

### **Agropecuario**

Pastizales: áreas de gramíneas, leguminosas o mezclas de gramíneas y leguminosas sembradas para el pastoreo o la producción de semillas, o cultivos de heno, por lo general en un ciclo perenne. La vegetación de pastizal representa una superficie mayor al 20% de la vegetación total.

Cultivos: Áreas utilizadas para la producción de cultivos anuales, como maíz, soja, vegetales, tabaco y algodón, así como los cultivos leñosos perennes, como huertos y viñedos. Vegetación de cultivos representa mayor que 20% de la vegetación total. Esta clase también incluye toda la tierra labrada.

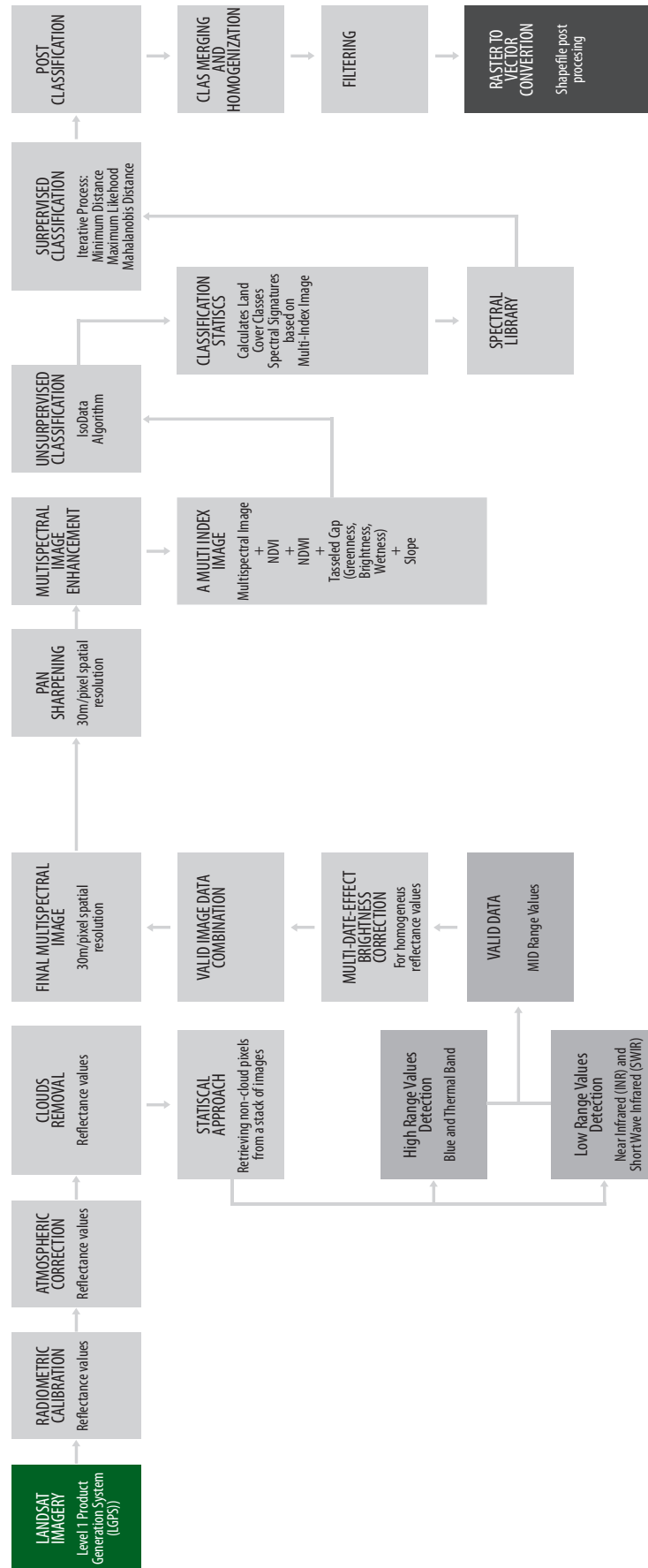
### **Superficies Artificiales**

Urbanos: Las zonas con una mezcla de materiales contruidos y vegetación. Las superficies impermeables representan el 20% y el 100% por ciento de la cobertura total.

Espacio Abierto, Verde Urbano: Áreas con una mezcla de algunos materiales contruidos, pero sobre todo la vegetación en forma de hierbas del césped. Las superficies impermeables representan menos del 20% de la cobertura total. Estas áreas más comúnmente incluyen a gran lote de unidades unifamiliares, viviendas, parques, campos de golf, y la vegetación plantada en los entornos desarrollados para la recreación, el control de la erosión o con fines estéticos.



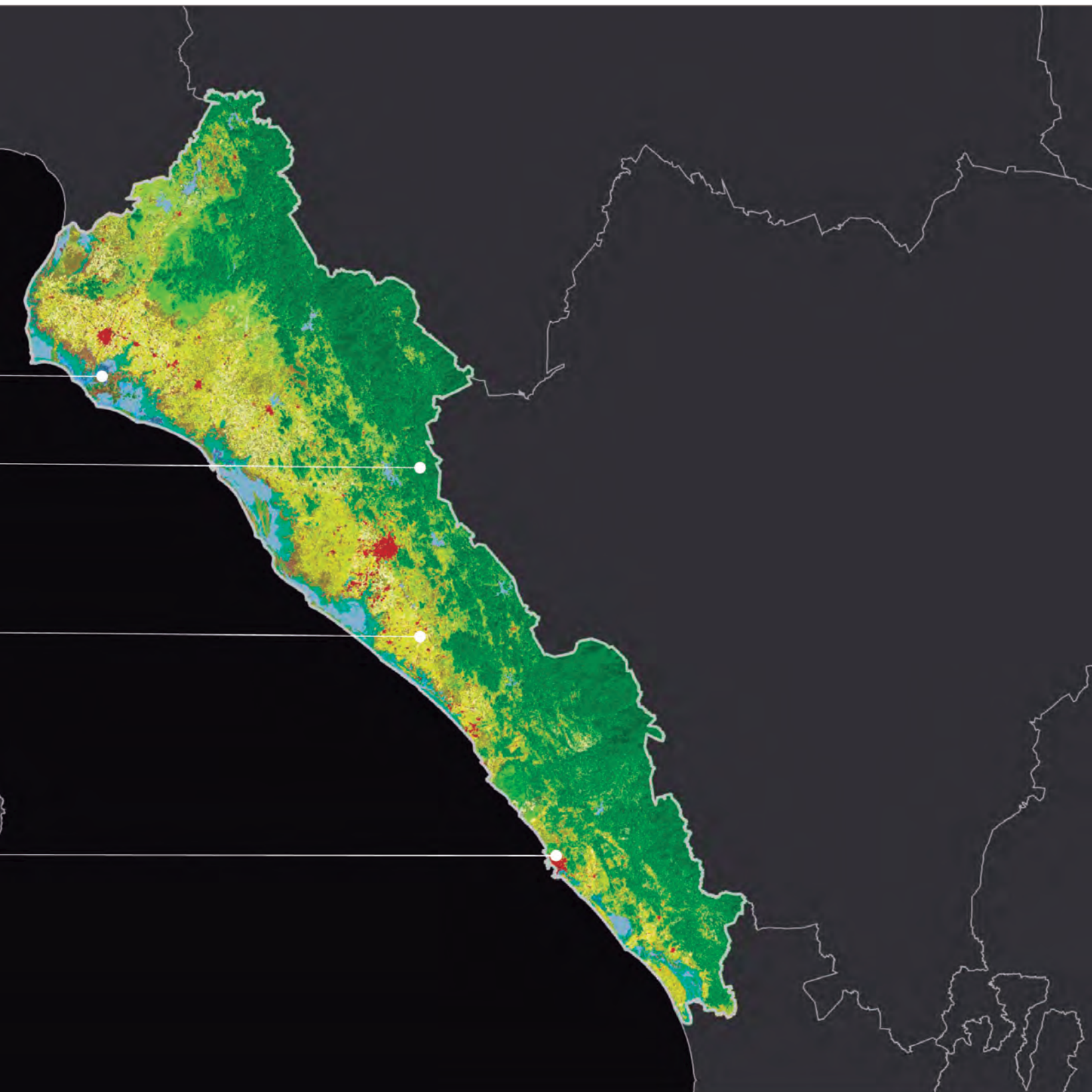
## Pre proceso y clasificación LANDSAT 8 15m



## Coberturas de Suelo 2014

A partir de la imagen Landsat 8

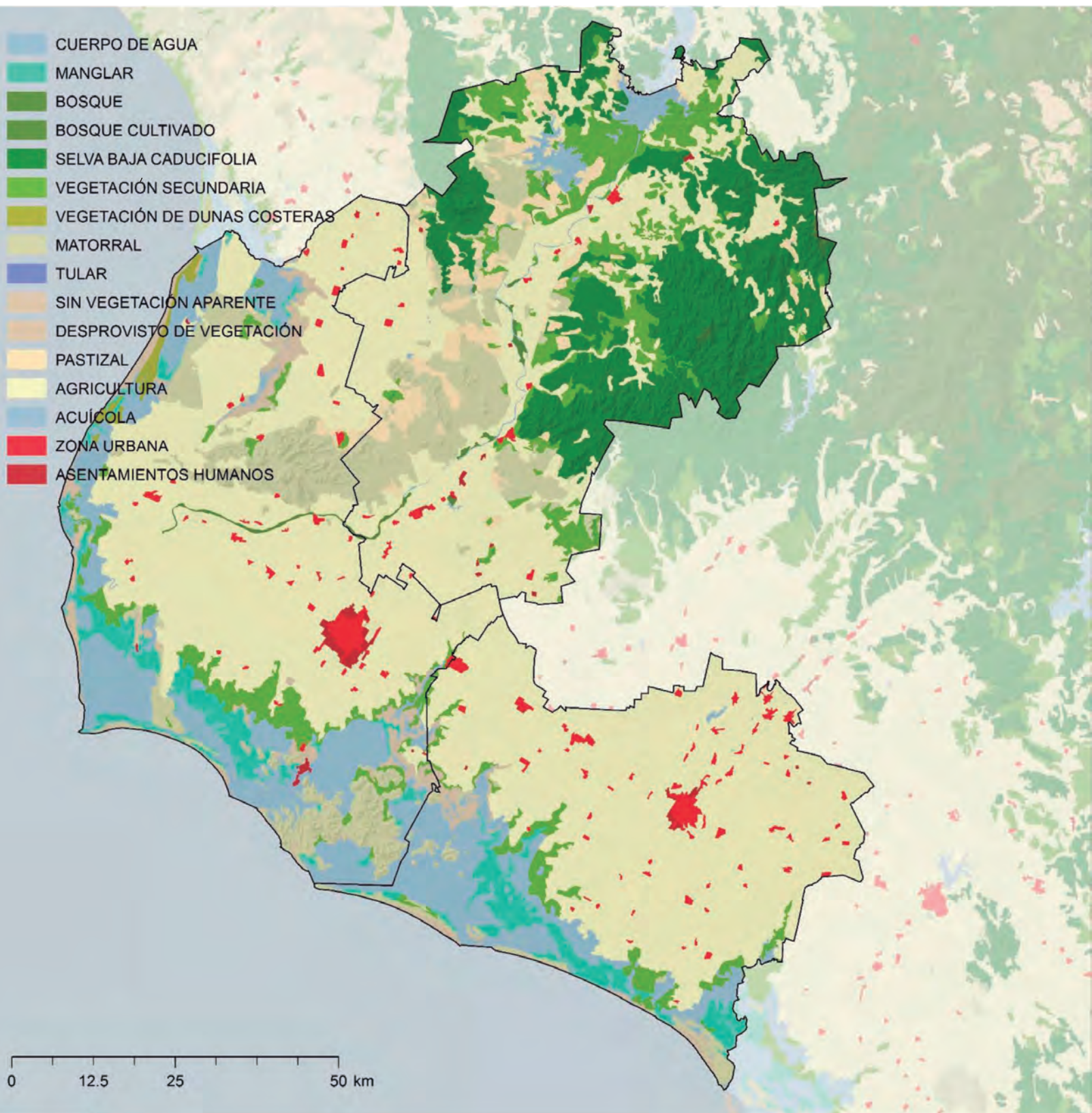






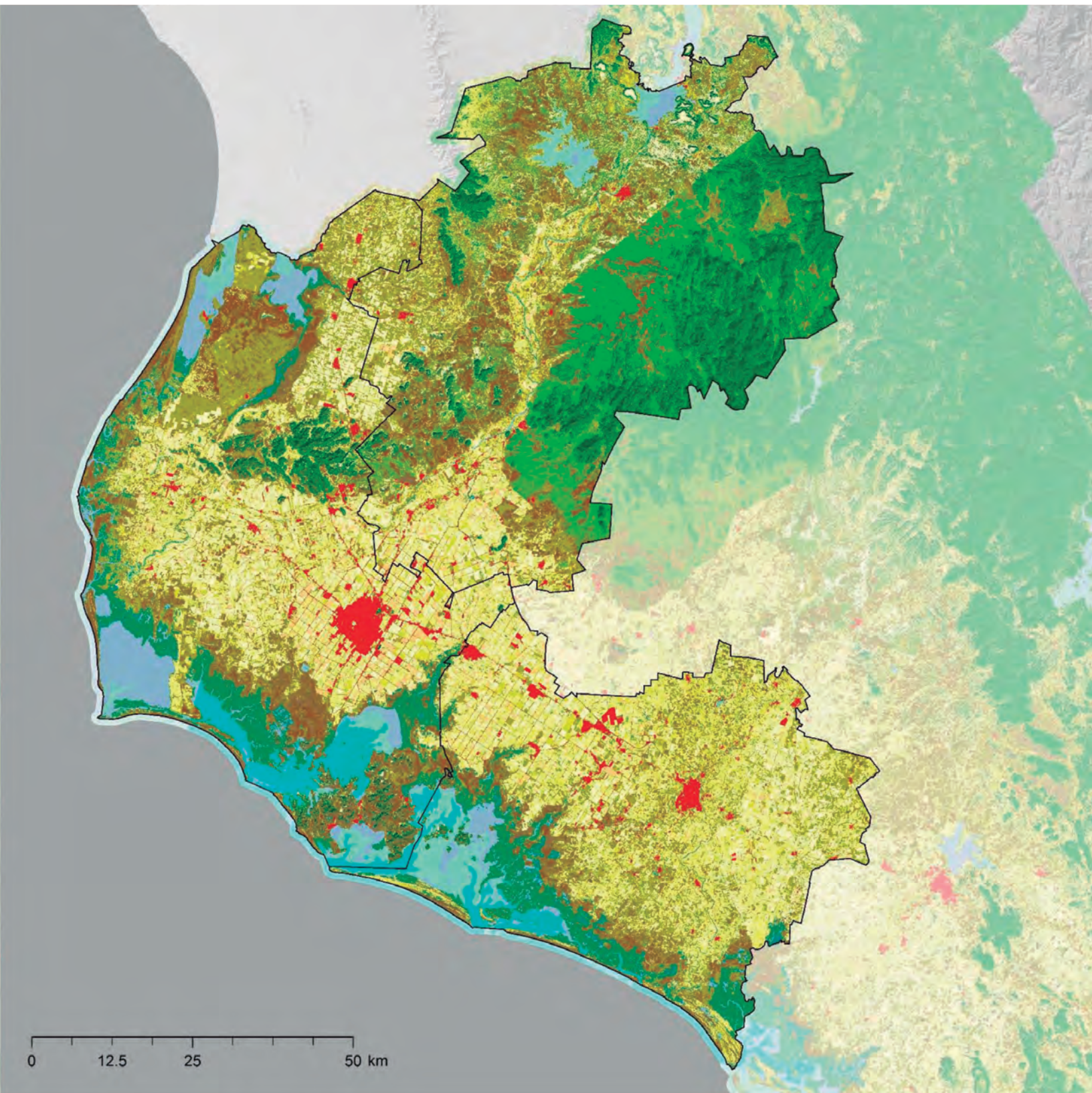
## Los Mochis

Comparación entre INEGI 2011 (escala 1:250 000) y la clasificación 2014 (escala 1:100 000)





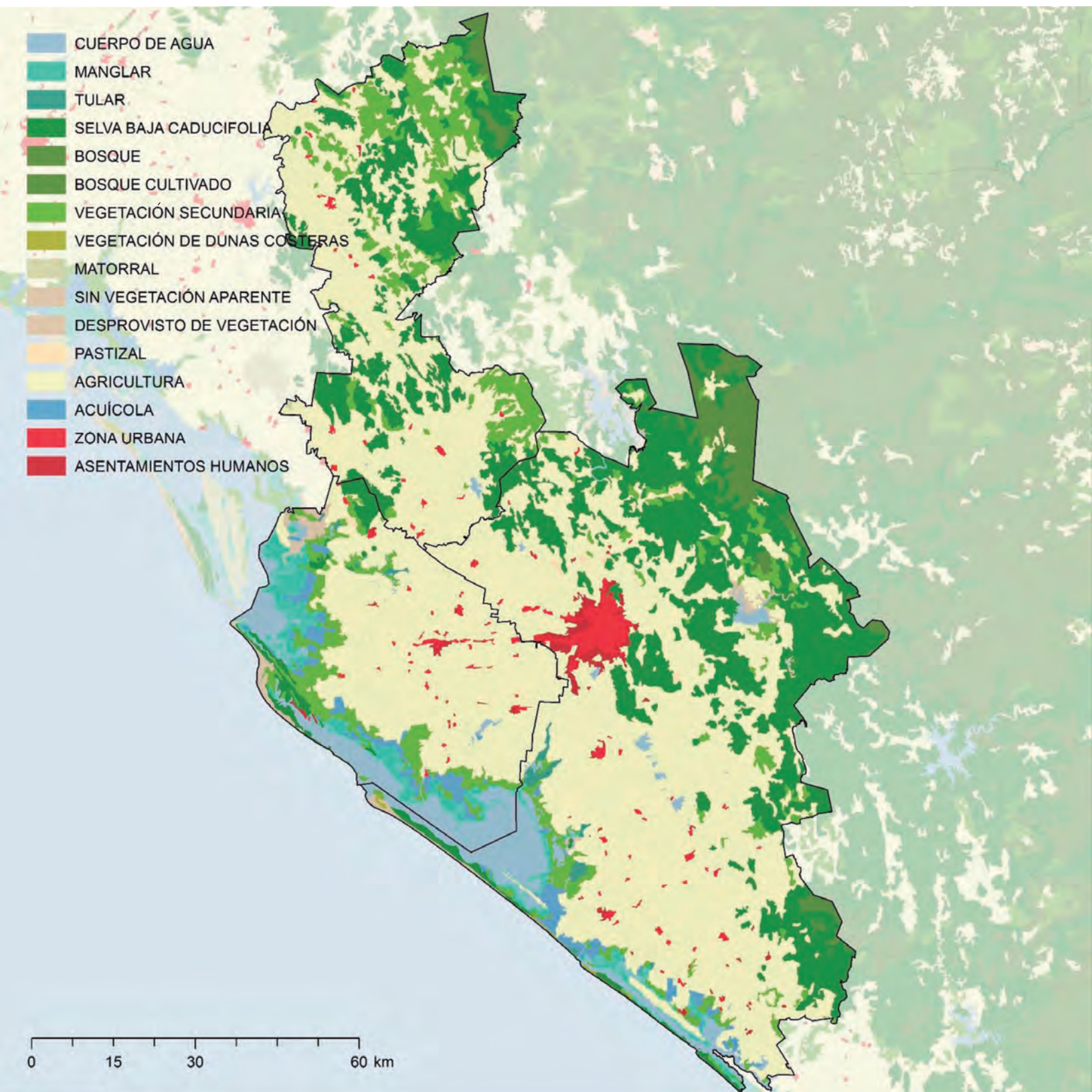
Leapfrog 2014





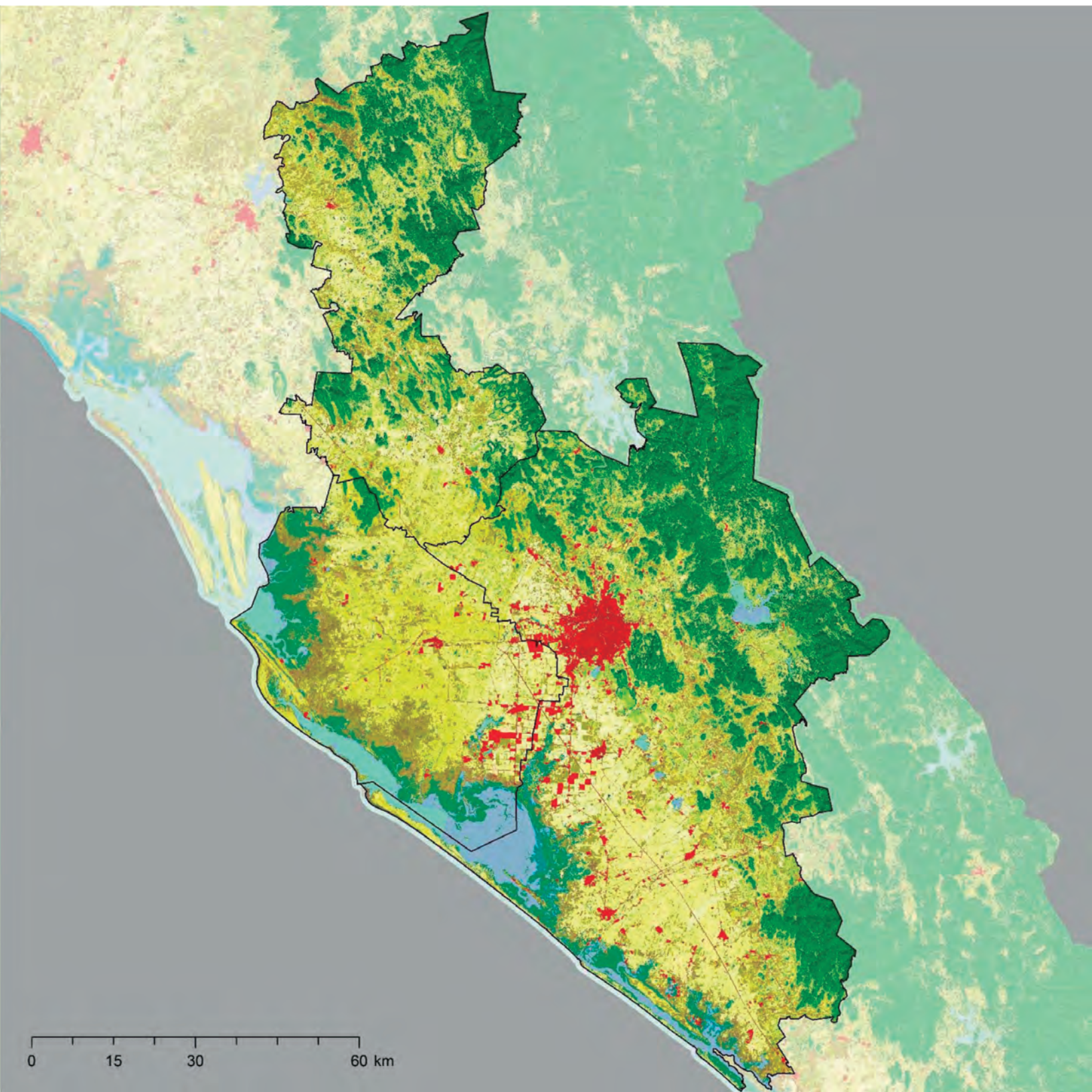
## Culiacán

Comparación entre INEGI 2011 (escala 1:250 000) y la clasificación 2014 (escala 1:100 000)





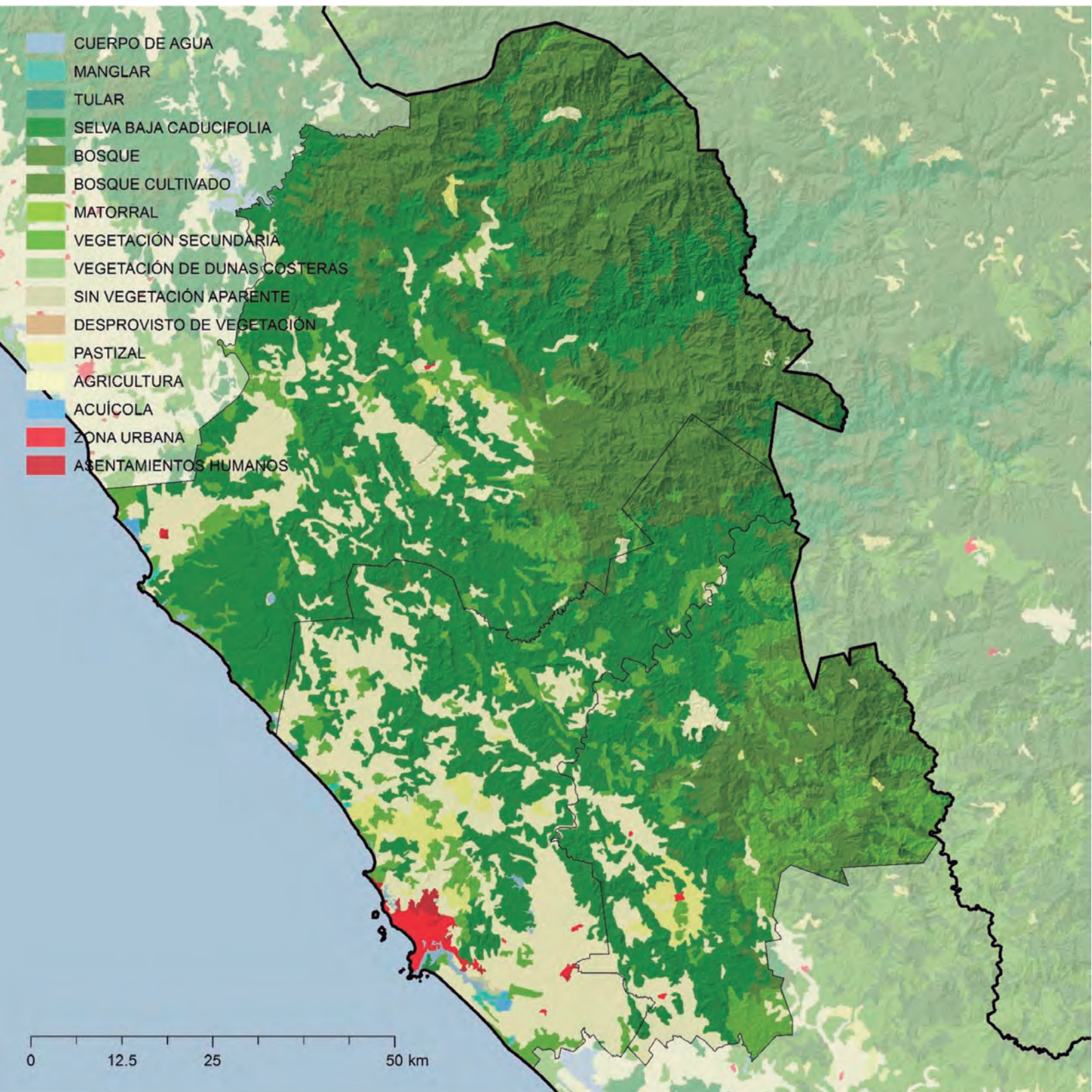
Leapfrog 2014





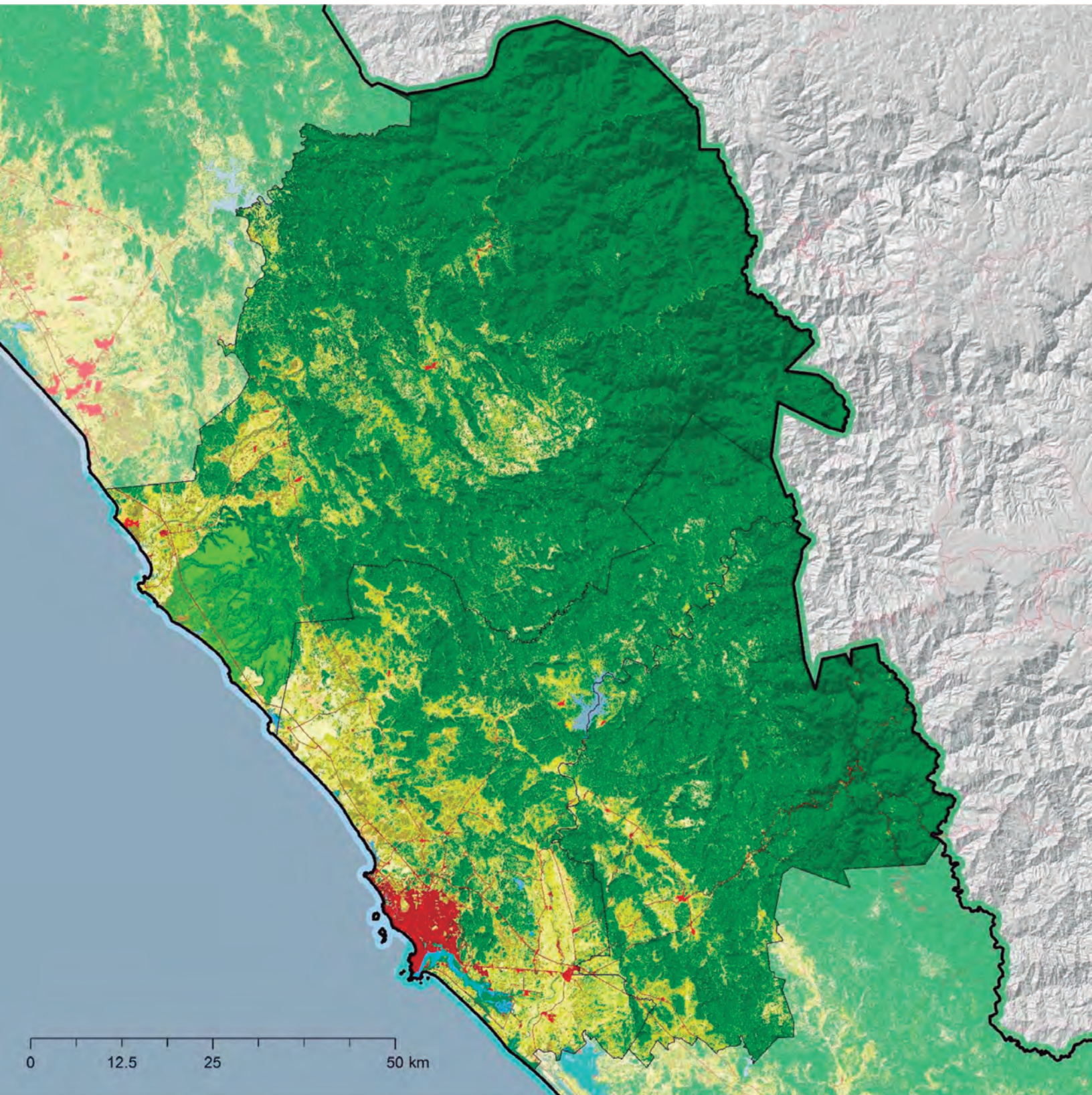
## Mazatlán

Comparación entre INEGI 2011 (escala 1:250 000) y la clasificación 2014 (escala 1:100 000)





Leapfrog 2014



### III. ÁREAS DE PROTECCIÓN

El mapa de áreas de protección se basa en la aplicación de las siguientes capas:

- 1) Áreas de protección existentes: Sitios RAMSAR, Áreas Naturales protegidas y Manglares  
Cuerpos de agua, escurrimientos y zonas de inundabilidad teórica (menores a 1m sobre  
2) el nivel del mar)  
Áreas de interés natural y zonas con pendientes mayores a 30%
- 3) Áreas de interés agrícola y áreas artificializadas
- 4)

El objetivo del mapa base es medir el impacto de proyectos sobre el territorio, para evitar inversiones en zonas no aptas por su proximidad, falta de superficie o riesgos.

RAMSAR, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y MANGLARES	CUERPOS DE AGUA, ESCURRIMIENTOS Y ZONAS DE INUNDABILIDAD (1m snm)
PENDIENTES >30% Y ÁREAS DE INTERÉS NATURAL	ÁREAS DE INTERÉS AGRÍCOLA Y ÁREAS ARTIFICIALIZADAS

**LOS MOCHIS**



## RAMSAR

### Sistema lagunar Agiabampo–Bacorehuis–Río Fuerte antiguo

Comprende cinco cuerpos de agua. El de mayor superficie es el sistema (a) Agiabampo-Bacorehuis, que a su vez se compone de tres cuerpos de agua principales conectados entre sí, que comparten una sola boca conectada al Golfo de California: la Bahía de Agiabampo, dirigida hacia el norte, que culmina con el Estero de Bamocha, la Bahía de El Jitzámuri, orientada al suroeste, y la Bahía de Bacorehuis, orientada hacia el sureste, culminando en el Estero de Capoa; y los esteros (b) Las Lajas, (c) La Chicura Viva, (d) San Juan, y (e) Río Fuerte Antiguo. La profundidad promedio de la Laguna de Agiabampo-Bacorehuis es de 2.11 m, con variaciones entre los 9.0 y 0.40 metros. Por su parte, en el Estero Las Lajas la profundidad media es de 3.0 m, en el Estero La Chicura Viva es de 2.10 m, en el Estero de San Juan de 3.0 m y en el Estero Río Fuerte Antiguo es de 2.7 m. Las riberas de la laguna y los esteros se encuentran circundados con la presencia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*; Romero et al., 2003). Se aprecian cinco islas: Balnahua y Basocari al noroeste de la laguna; músicos hacia el suroeste, frente a punta partida; Bocanita al noreste, frente a la bolsa de Bamocha, y Pasiotecola, hacia el sureste del poblado de Agiabampo (Castañeda, 1994).

### LAGUNAS DE SANTA MARÍA-TOPOLOBAMPO-OHUIRA

Está compuesto por tres cuerpos costeros:

La Bahía de Santa María, conocida también como Bahía Lechuguilla o Estero San Esteban (Gilmartin y Revelante, 1978), se encuentra separada de la Bahía de Topolobampo por un canal de 800 m de ancho. Este sistema tiene 15 km de largo y dos a tres kilómetros de ancho y cuenta con un área de aproximadamente 40 km<sup>2</sup> (Escobedo-Urías, 1997).

La Bahía de Topolobampo es uno de los puertos naturales más importantes del Pacífico mexicano y posee un área de aproximadamente 60 km<sup>2</sup>. Se encuentra separada del Golfo de California por las barras de arena de la Isla Santa María en el noroeste y Punta Copas en el sureste. Éstas tienen un promedio de dos km de ancho y están en parte cubiertas por dunas de arena. La boca de la Bahía de Topolobampo tiene tres kilómetros de ancho y se encuentra localizada entre la Isla de Santa María y Punta Copas; está separada de la Bahía de Ohuira por un canal de 700 metros de ancho a la altura del Puerto de Topolobampo.

La Bahía de Ohuira, con 125 km<sup>2</sup> de área, era la cuenca de un antiguo canal del Río Fuerte que se prolongaba por la Bahía de Topolobampo y desembocaba en este puerto. Es un área de bajos que en época lluviosa presenta una zona profunda de localización variable, dependiendo de las mareas y arrastre de sedimentos, y cuenta con un ramal que la conecta a la Bahía de Navachiste. En total, el sistema cuenta con ocho islas: seis en la Bahía de Ohuira: Patos, Bledos, Bleditos, Tunosa, Mazocahui I y Mazocahui II, una en Topolobampo: Isla Baviri (Maviri) y una en la Bahía Santa María: Isla Santa María.



### Sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), es una de las Regiones Hidrológicas Prioritarias del País. Por su origen, la denominada Bahía San Ignacio es una depresión deltaica con una barra de sedimentación terrígena diferencial y la de Navachiste como una depresión inundada en la margen interna del bordo continental, protegida por una barra arenosa (Lankford, 1977).

Es el hábitat de 21 especies en riesgo y de una importante diversidad de especies de flora y fauna. A pesar de que no hay un estudio completo, los primeros resultados reportan: 99 especies de moluscos, 43 de aves, 14 de reptiles, 22 de crustáceos, nueve de mamíferos y alrededor de 140 especies de peces. De estas especies sobresalen, por su valor comercial, los camarones azul (*Litopenaeus stylirostris*), blanco (*L. vanamei*), café (*Farfantepenaeus californiensis*) y cristal (*F. brevirostris*), además de especies carismáticas, como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el lobo marino (*Zalophus californianus*) y tres especies de tortugas (*Chelonia agassizii*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys olivacea*). Es un área de importancia para la conservación de las aves (CONABIO: AICA, No. 93) con la categoría G-4-C. En relación con la flora, también es muy diversa. Se han registrado 87 especies de plantas terrestres y halófitas, representadas principalmente por bosque de manglar, plantas halófitas, matorrales sarcocauléscentes, así como 32 especies de macroalgas.

## Áreas Naturales Protegidas

### Islas del golfo de California

Este sitio del noroeste de México abarca 244 islas, islotes y zonas litorales del Golfo de California. El Mar de Cortés y sus islas son un laboratorio natural para el estudio de la especiación y el conocimiento de los procesos de evolución oceánicos y costeros, ya que casi todos ellos se dan en sus parajes. El sitio inscrito es de una excepcional belleza y ofrece a la vista paisajes espectaculares en los que la cegadora luz del desierto y el color turquesa de las aguas hacen resaltar los acantilados escarpados de las islas y las playas de arena. Alberga, además, 695 especies botánicas y 891 ictiológicas, de las cuales 90 son endémicas. El número de especies vegetales es muy superior al registrado en los demás sitios insulares y marinos inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial. Asimismo, este sitio alberga el 39% y el 33% del total mundial de las especies de mamíferos marinos y de cetáceos, respectivamente.

## Manglares

A partir de la clasificación 2014 y la revisión con las coberturas de suelo de Inegi 2011, se identificaron las zonas de manglar.

### Aspectos normativos

De acuerdo con el artículo primero de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, señala, el objeto de dicha norma es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

En el artículo 28 de la LGEEPA:

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: [...]

X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

En lo relativo a la LGEEPA, también tenemos su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que también hace referencia al manglar:

Artículo 5o. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: [...]

Por otro lado, el manejo de los manglares se pretendió regular en un principio por Norma Oficial Mexicana, la NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. En diversos estudios, la NOM se enfoca a buscar preservación de los manglares en la medida en que una alteración del suelo debe incluir a priori una consideración de ciertos puntos (integridad del ecosistema, etc.); sin embargo, se pueden autorizar algunas obras de canales con la destrucción de zonas, a cambio de la reposición.



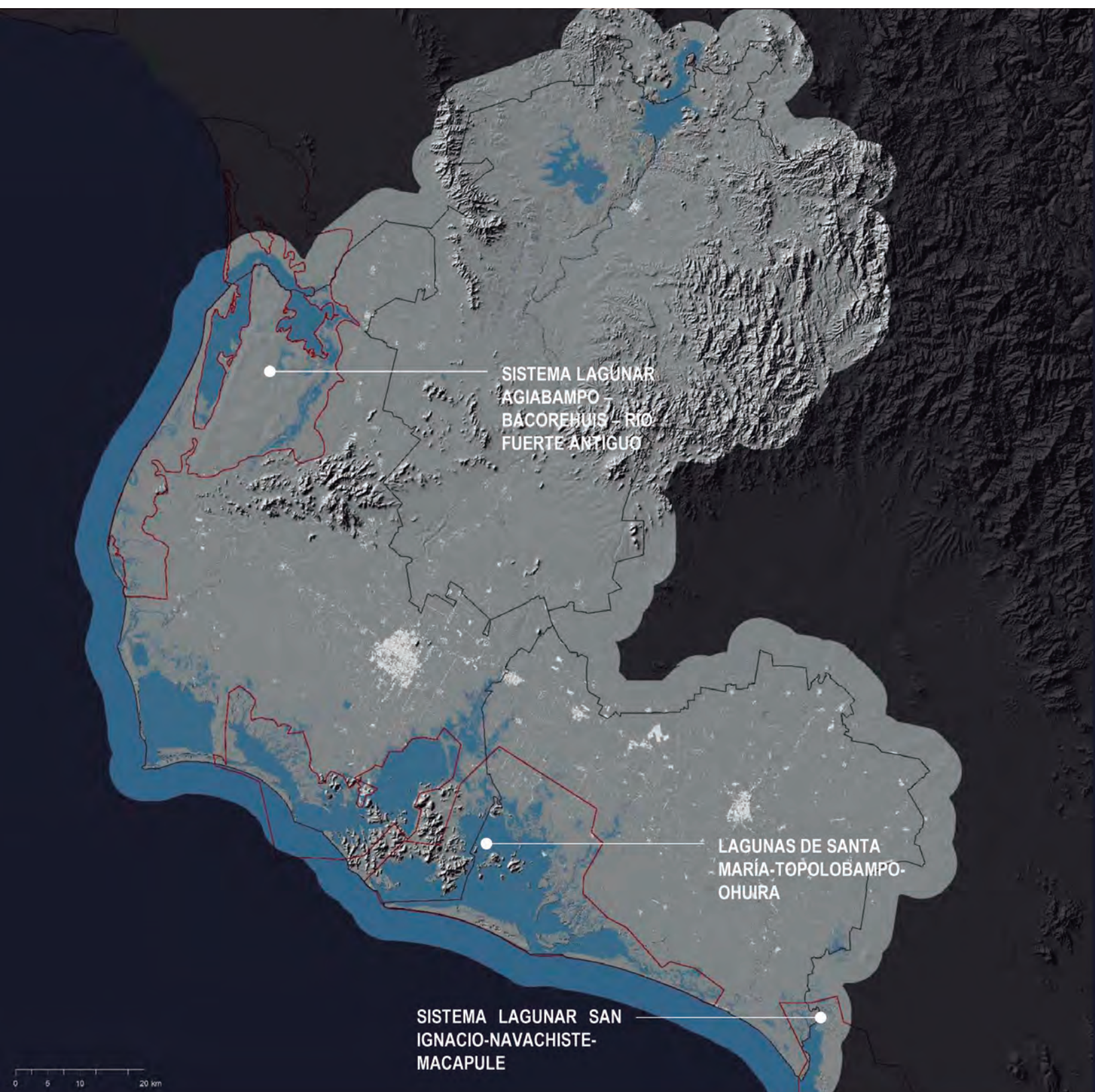
En febrero 2007 se adicionó un artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre que persigue «perfeccionar la gama de instrumentos legales que se encuentran a disposición de las autoridades ambientales y los particulares para desarrollar proyectos de protección, preservación y aprovechamiento no extractivo de los bosques de manglar en el país».

Artículo 60 TER: Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte de manera directa o indirecta al mangle. Esa prohibición también se encamina a evitar la afectación en la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos, de las zonas de anidación, reproducción, refugio o alimentación o que provoque cambios en los servicios ecológicos.

\*Javier Rivera Perera y María Guadalupe Sánchez Trujillo. Las limitaciones del artículo 60 de la Ley General de Vida silvestre, Ambiente y Ecología.



## Sistios RAMSAR





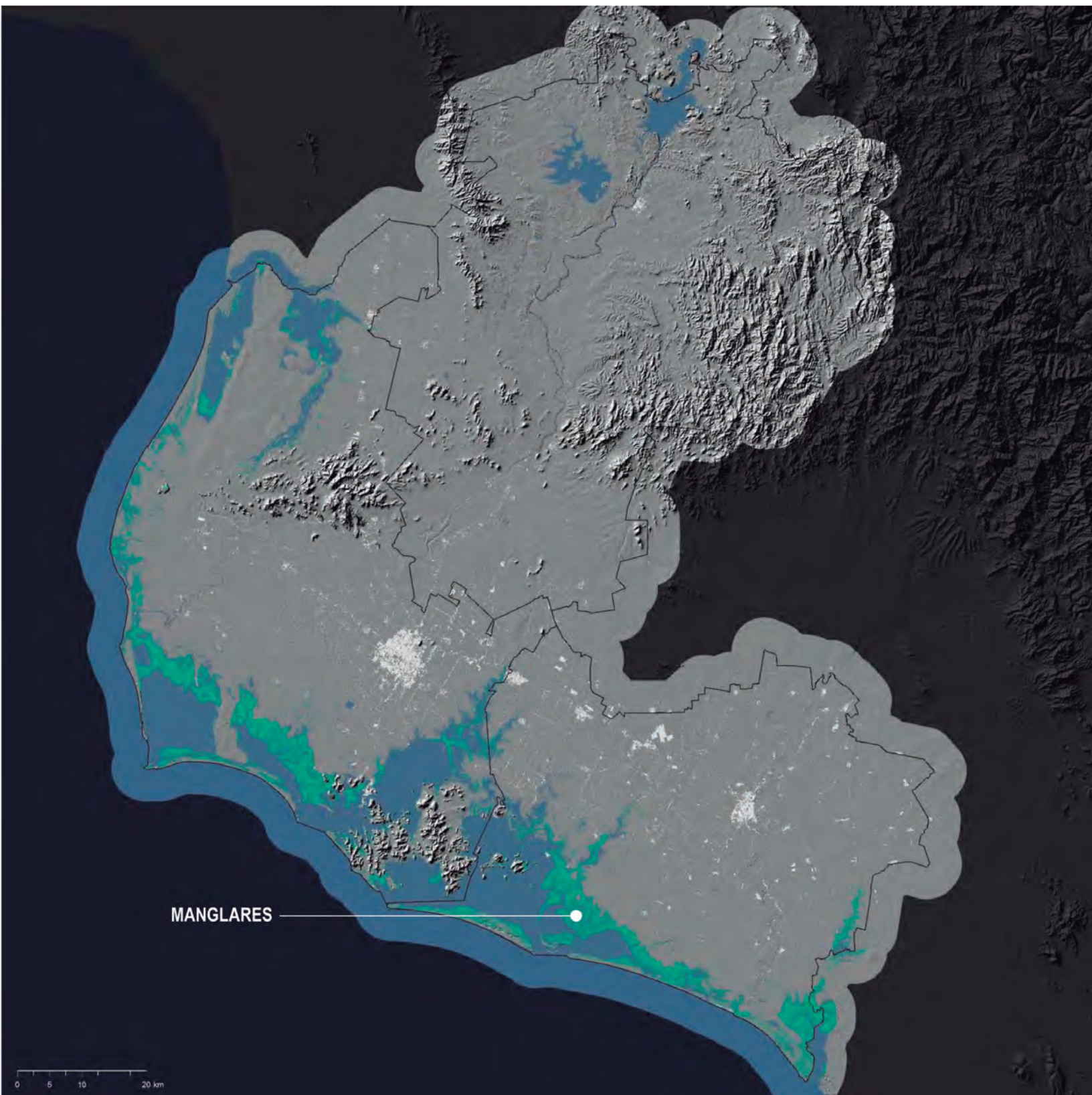
## Áreas Naturales Protegidas







## Manglares





## Cuerpos de Agua y Esgurrimientos

A partir de la base hidrológica de INEGI 1:50 000 y clasificación  
Esgurrimientos a partir del cálculo teórico sobre MDT 15m (INEGI CEM v3.0))





## Zonas Inundables teóricas <1m snm

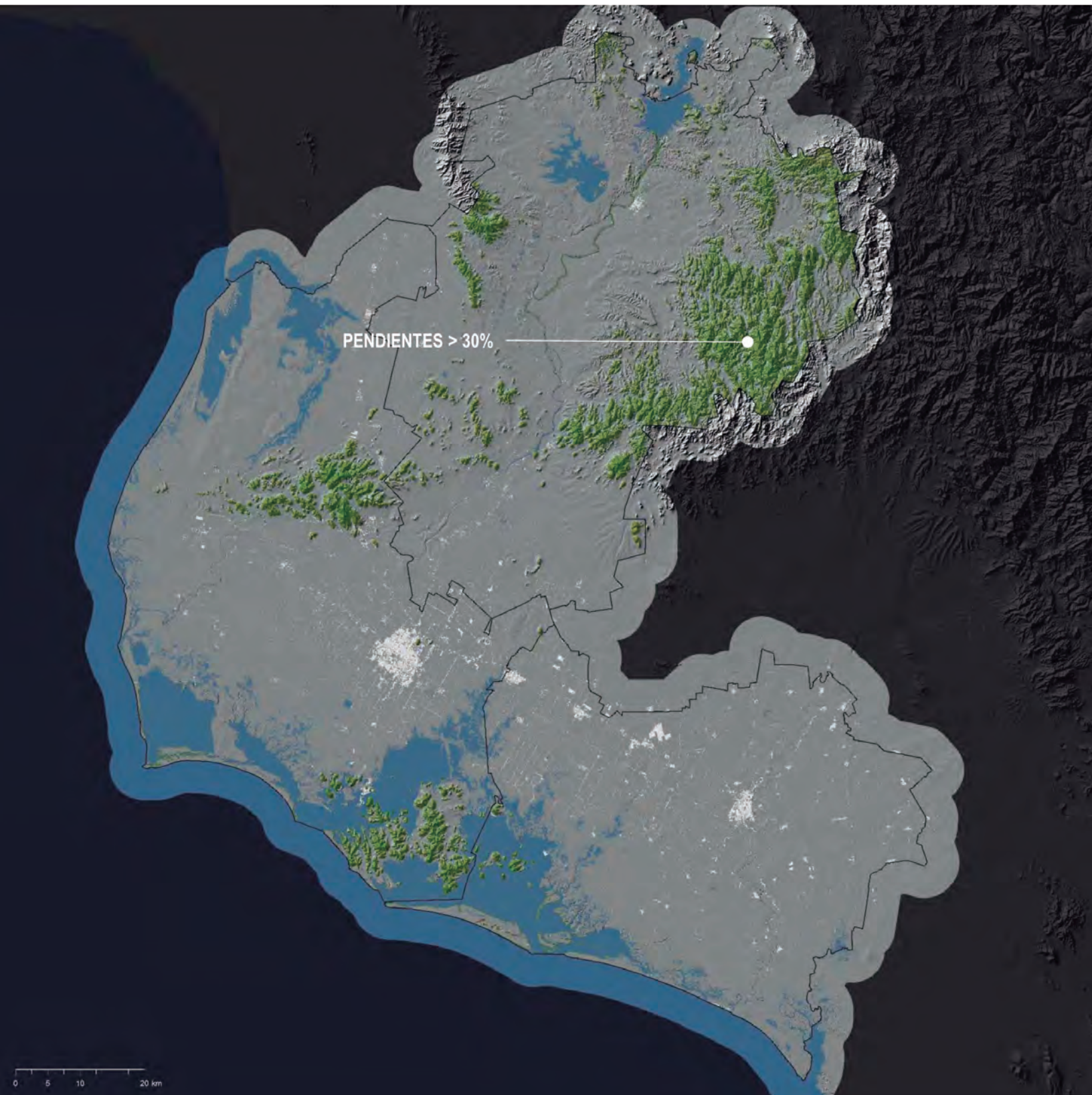
A partir de cálculo teórico sobre el MDT 15m (INEGI CEM V3.0) Áreas con cotamenor a 1m sobre el nivel del mar





## Pendientes >30%

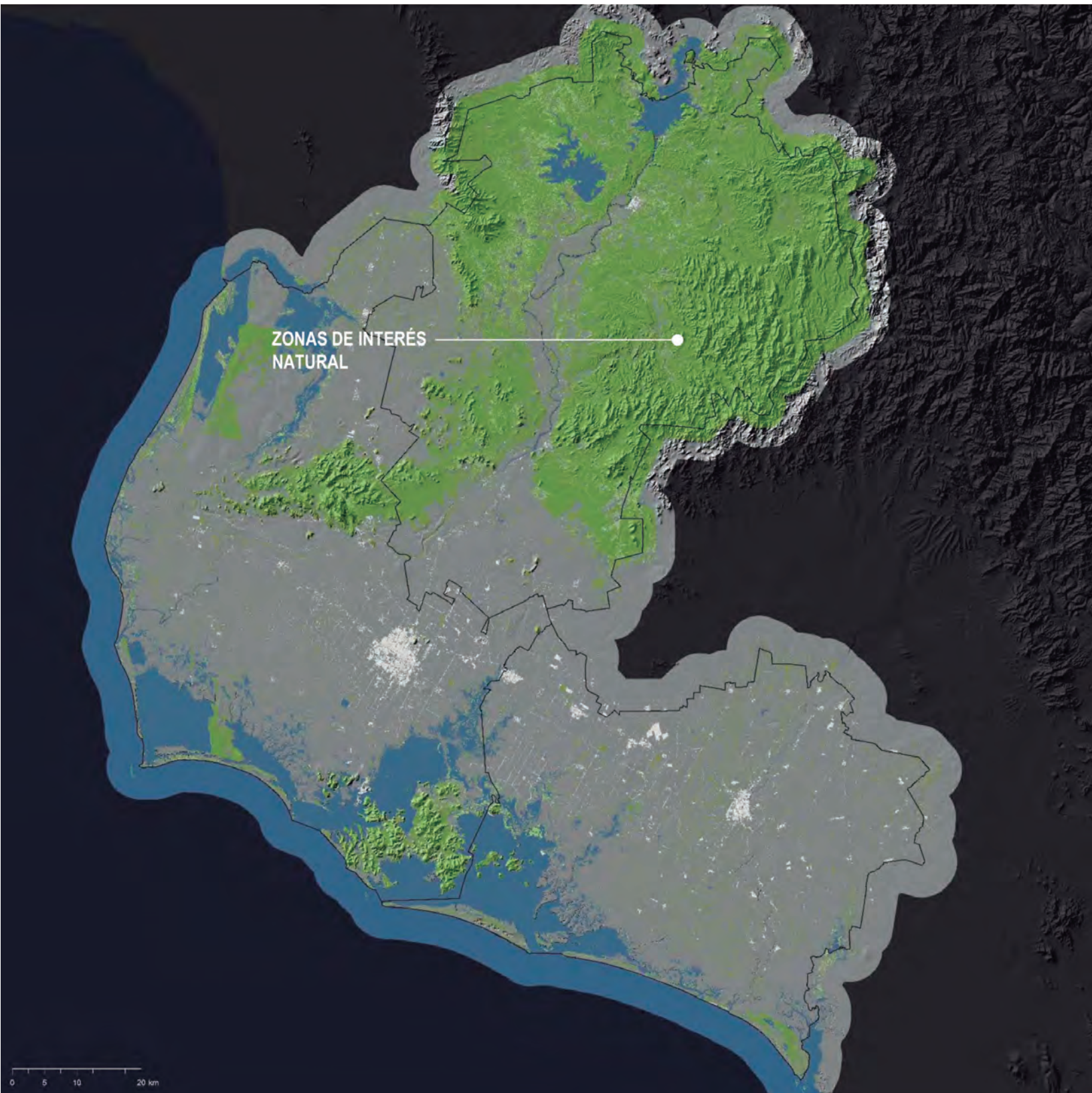
A partir del cálculo teórico sobre el MDT 15m (INEGI CEM V3.0)





## Zonas de Interés Natural

A partir de cálculo de NDVI (índice de Vegetación Diferencial Normalizado) sobre Landsat 8.





## Zona de Interés Agrícola

A partir de la clasificación sobre Landsat 8.

