



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ESTRUCTURA ECOLÓGICA URBANA Y SISTEMA INTEGRAL DE ÁREAS VERDES  
PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y LA DOTACIÓN DE SERVICIOS  
AMBIENTALES PARA LA CIUDAD DE MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

URBANISTA

P R E S E N T A:

NOMBRE DEL ALUMNO  
GERARDO ORTIZ CONEJO

DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. CARLA ALEXANDRA FILIPE NARCISO

SINODALES:  
DRA. CARMEN VALVERDE VALVERDE  
MTRA. FLORA MARIA GARZA VARGAS  
M. EN I. RODRIGO TAKASHI SEPÚLVEDA HIROSE  
MTRA. MARÍA ELENA OSORIO TAI

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., A 18 DE SEPTIEMBRE DE 2019





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





## Dedicatoria

*A MIS PADRES, GERARDO Y SOCORRO, quienes me han apoyado y han permanecido conmigo a lo largo de todo este trayecto, dedico no solo este trabajo, sino todos los años de esfuerzo en él contenidos.*



## Agradecimientos

***A MIS MAESTROS DE TODA LA VIDA, MIS COMPAÑEROS Y MIS AMIGOS DE AQUÍ Y DE ALLÁ, A MIS HERMANOS, A LA VIDA, MI FAMILIA Y A TODOS AQUELLOS QUE APORTARON ALGO DE SÍ PARA MÍ.***

*Agradezco a mi directora de tesis, la Dra. Carla Alexandra Filipe Narciso, a mis sinodales la Mtra. Flora María Garza Vargas la Dra. Carmen Valverde Valverde y a mis asesores el Mtro. Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose y la Mtra. María Elena Osorio Tai, por su consejo y guía para la realización de este proyecto.*

*Y, agradezco principalmente, a esta mi Universidad, por acogerme en su seno y permitirme formar parte de ella y de todos aquellos que a ella acuden.*



## Tabla de contenido

Resumen .....	VIII
Introducción .....	IX
Problema de Investigación .....	X
Pregunta de investigación .....	X
Objetivos .....	X
Esquema conceptual de aproximación al tema .....	XII
Acercamiento Metodológico .....	XII
Metodología .....	XIII
Justificación .....	XVI

### **CAPÍTULO I: LAS ÁREAS VERDES DE LA CIUDAD DE MÉXICO: SU CONDICIÓN Y RELACIÓN ACTUAL CON EL AGUA DE LA CUENCA .....**

<b>1</b>	
1.1. Naturaleza, crisis ambiental y su impacto en las políticas públicas. ....	1
1.2. Caracterización Urbana de la Ciudad de México.....	4
1.3. Las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México.....	6
1.4. Historia hídrica de la Ciudad de México, el drenaje de las aguas negras y el efecto del agua de lluvia.....	10
1.5. La relación entre los cuerpos de agua y las áreas verdes de la Ciudad de México.....	15

### **CAPITULO II: APROXIMACIÓN TEÓRICO - METODOLÓGICA AL SISTEMA DE ÁREAS VERDES .....**

2.1. Las ciudades como ecosistemas.....	18
---	----

2.2. La perspectiva metabólica de las ciudades.....	23
2.3. Fragmentación del paisaje: de parches y corredores .....	25
2.4. Las áreas libres como un estructurador ecológico, urbano y social de las ciudades.....	31
2.5. Hidrología de entornos urbanos y el manejo del agua urbana .....	39
2.6. El sistema de áreas verdes.....	45

### **CAPITULO III: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ÁREAS VERDES PARA LA CIUDAD DE MÉXICO .....**

<b>48</b>	
3.1. Diagnóstico y clasificación socioeconómica de las áreas verdes de la Ciudad de México.....	48
<b>3.1.1 Identificación y cuantificación de áreas verdes urbanas .....</b>	<b>48</b>
3.2. Caracterización y análisis de la estructura ecológica urbana de la Ciudad de México.....	58
<b>3.2.1. Conectividad general .....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.2. Conectividad local .....</b>	<b>62</b>
<b>3.2.3. Análisis de Conectividad.....</b>	<b>68</b>
3.3. Caracterización y análisis poblacional y socioeconómico de la Ciudad de México. ....	70
3.3. Estructura ecológico - urbana actual de la Ciudad de México .....	78
3.4. Análisis multivariable de impactos urbano – sociales de las áreas verdes urbanas. ....	82
3.5. Estructura de la Ciudad de México. ....	86

### **CAPITULO IV: PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE ÁREAS VERDES .....**

**89**

*4.1. Propuesta para el mejoramiento de la Estructura Ecológica Urbana.....89*

*4.2. Lineamientos para la implementación del Sistema de Áreas Verdes para la Ciudad de México.....97*

**CONCLUSIONES.....99**

**SIGLAS .....102**

**BIBLIOGRAFÍA ..... 103**

**ANEXOS..... 108**

## **Resumen**

*La planeación ambiental a escala de ciudad es un campo poco desarrollado tanto a nivel académico como gubernamental, y su poca incidencia entrevé un desconocimiento de las dinámicas de los ecosistemas y su delicada red de interacciones que se establece entre los distintos elementos que lo componen, y que no puede ser comprendida ni regulada desde una visión sectorial, ya que el ambiental es parte del urbano en términos dialecticos. Hacer conciencia de ello, obliga a pensar el urbano-ambiental desde una visión territorial, o sea, a partir de las relaciones que se establecen entre los distintos ecosistemas y sus actores, por lo cual es necesario pensar el urbano-ambiental desde la estructura ecológica integrada por un sistema de áreas verdes que garantice el funcionamiento del medio a través de la infiltración del agua, proveer servicios ecosistémicos, mejore la salud pública y la calidad de vida de las poblaciones. El análisis de la estructura ecológica en América Latina y más concretamente en México, se ha abordado a través del uso de análisis espacial utilizado por la ecología para el movimiento de especies dentro de los entornos urbanos y la localización de sitios óptimos para estos desplazamientos, donde las relaciones ambientales se establecen dentro de los límites de la zonificación y sin definir una red óptima de espacios que permitan la reproducción de los ciclos de vida desde lo territorial. Este enfoque ha limitado la necesidad encauzada por los beneficios (servicios ambientales; captación de agua pluvial, entre otros) de lo que representa la aplicación de esta estrategia e instrumento de planeación dentro de los entornos urbanos, debido a enfoque que construye porciones de territorio homogéneas, neutralizando a los agentes y que no permite entender las dinámicas urbano-ambientales desde un enfoque sistémico, lo cual no ha tenido una incidencia real en acciones, políticas y normativas en términos territoriales. De este modo, el presente trabajo explora el uso combinado de metodologías de análisis espacial y territorial para la investigación de las áreas verdes con el objetivo de generar una propuesta metodológica localizada que valore la dimensión ambiental y urbana de estas, condensando los resultados en un instrumento integral de planeación, bajo directivas generales de ordenamiento para la demarcación de la Ciudad de México, contemplando los desarrollos actuales y estableciendo la guía para la creación y adecuación de áreas verdes futuras.*

*Palabras-clave: áreas verdes; servicios ambientales; agua pluvial; estructura ecológica urbana.*

## Introducción

Las formas de urbanización salvaje del último siglo han consumido buena parte de las áreas verdes de algunas ciudades (sobre todo latinoamericanas), gracias a los procesos de dependencia del norte global que establecen las directrices ambientales y urbanas a seguir, obviando el papel que las áreas verdes cumplen en las ciudades, reflejándose en discursos donde no se contempla un cambio en la política urbana en el que las áreas verdes asuman un papel destacado en términos de uso, intervención y gestión en estas. La Ciudad de México es un ejemplo de la problemática anterior, por lo cual, las áreas verdes urbanas son cada vez más objeto del estudio multidisciplinario, debido en buena medida al estado consecutivo de contingencia ambiental que la ciudad atraviesa y un agravamiento de demás problemas socioambientales que han despertado la atención tanto académica y política. A su vez, la práctica actual en relación con las áreas verdes contradice todos los supuestos de la necesidad para el bienestar humano de éstas en la Ciudad de México a distintas escalas espaciales. La política urbana ha estado enfocada en la rentabilización y capitalización de las áreas verdes por su potencial de capitalizarse como hitos para el mercado inmobiliario (por construcción o desplazamiento), ya que no son espacios contemplados en las políticas públicas por la misma ordenanza del mercado financiero e inmobiliario, y la valorización del suelo como valor de cambio y uso.

En ese sentido, el presente proyecto de investigación procura en un primer momento plasmar el estado (cuantitativo) de las áreas verdes de la Ciudad de México, para explorar las formas (contradictorias) en que su importancia se manifiesta en el marco de la política urbana actual, y en sus beneficios ambientales, humanos y económicos para la ciudad. A su vez, el objetivo final es proponer un sistema de áreas verdes (como instrumento de planeación) que ayude a resolver de manera más eficiente las necesidades reales de la ciudad, procurando reducir los efectos de la urbanización salvaje.

El trabajo se estructura en 3 partes: en la primera se abordan los aspectos históricos y físicos que determinan las condiciones bajo las cuales las áreas verdes y los cuerpos de agua en la Ciudad de México se desenvuelven a lo largo del tiempo y las consecuencias que esto conlleva en relación con el crecimiento urbano y su relación con la población de la ciudad.

En la segunda parte se establece un recorrido teórico por la literatura especializada sobre el tema, que permita comprender los elementos y procesos que definen las ciudades como sistemas complejos y como “ecosistemas” con el objetivo de establecer una relación entre lo natural y lo artificial de la Ciudad de México desde una perspectiva integral que permita el análisis de la estructura urbana y ecológica de la Ciudad de México, su utilización como instrumento de planeación y gestión para la obtención de beneficios urbano – ambientales.

En la tercera y última sección se realiza y detalla el análisis de la estructura ecológica urbana de la Ciudad de México,

y con estos resultados se establece una propuesta de planeación para la creación de un sistema de áreas verdes, así como la metodología que nos permite realizar los diagnósticos de estructura ecológica urbana y los lineamientos generales para un desarrollo urbano que atienda a esta estructura.

### **Problema de Investigación**

La expansión urbana y el crecimiento demográfico a lo largo de la historia de la Ciudad de México han reducido la superficie permeable de la cuenca en la que se asienta, aumentando la ocurrencia de inundaciones, provocando la potenciación de impactos ambientales negativos en el “ecosistema urbano” a consecuencia de la reducción de las áreas verdes.

### **Pregunta de investigación**

¿En qué medida puede un sistema de áreas verdes, establecido desde la estructura ecológica solucionar los problemas de orden socioespacial como la fragmentación del paisaje urbano, así como problemas de orden ambiental como inundaciones y baja infiltración, además de contribuir a la salud pública y la mejora de calidad de vida de los ciudadanos en la Ciudad de México?

a. **Finalidad de la investigación:** Proponer una metodología de análisis espacial urbano-ambiental para el estudio de la estructura ecológica de la Ciudad de México que permita la formulación de instrumentos de planeación y gestión enmarcados en un sistema de áreas verdes a nivel ciudad que incluyan nuevas tecnologías de aprovechamiento ambiental.

b. **Hipótesis o lineamientos**

La implementación de un sistema de áreas verdes urbanas en la Ciudad de México, como un instrumento de planeación urbano-ambiental para la creación y adecuación de los espacios verdes mejorará la cobertura de los servicios ecosistémicos proporcionados por las áreas verdes dentro y fuera de la ciudad, así como mejoría en la calidad de vida y la salud pública de los habitantes de la ciudad.

### **Objetivos**

Objetivo principal:

Proponer lineamientos a través de una metodología para una planeación integral que contemple las áreas verdes urbanas<sup>1</sup> como un sistema interconectado a la escala de la ciudad, que incorporen los proyectos y espacios verdes

---

<sup>1</sup> Considerando área verde urbana al espacio libre con presencia de vegetación que se encuentre contenida en un área urbanizada.

ya existentes y la creación de nuevos espacios que respondan a estas directrices.

Objetivos específicos:

1. Levantar y clasificar las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México.
2. Diagnosticar el estado actual de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México
3. Analizar y caracterizar la estructura ecológica urbana de la Ciudad de México.
4. Calcular el efecto que generan las características urbanas, socioeconómicas y ambientales circundantes a las áreas verdes en su capacidad de brindar servicios ecológicos a la población.
5. Ubicar los lugares que no se encuentran servidos por áreas verdes urbanas en la Ciudad de México.
6. Proponer un instrumento de planeación para el sistema de áreas verdes bajo la óptica de la estructura ecológica urbana.
7. Generar lineamientos para la construcción de políticas urbanas y ambientales acordes al instrumento de planeación propuesto.

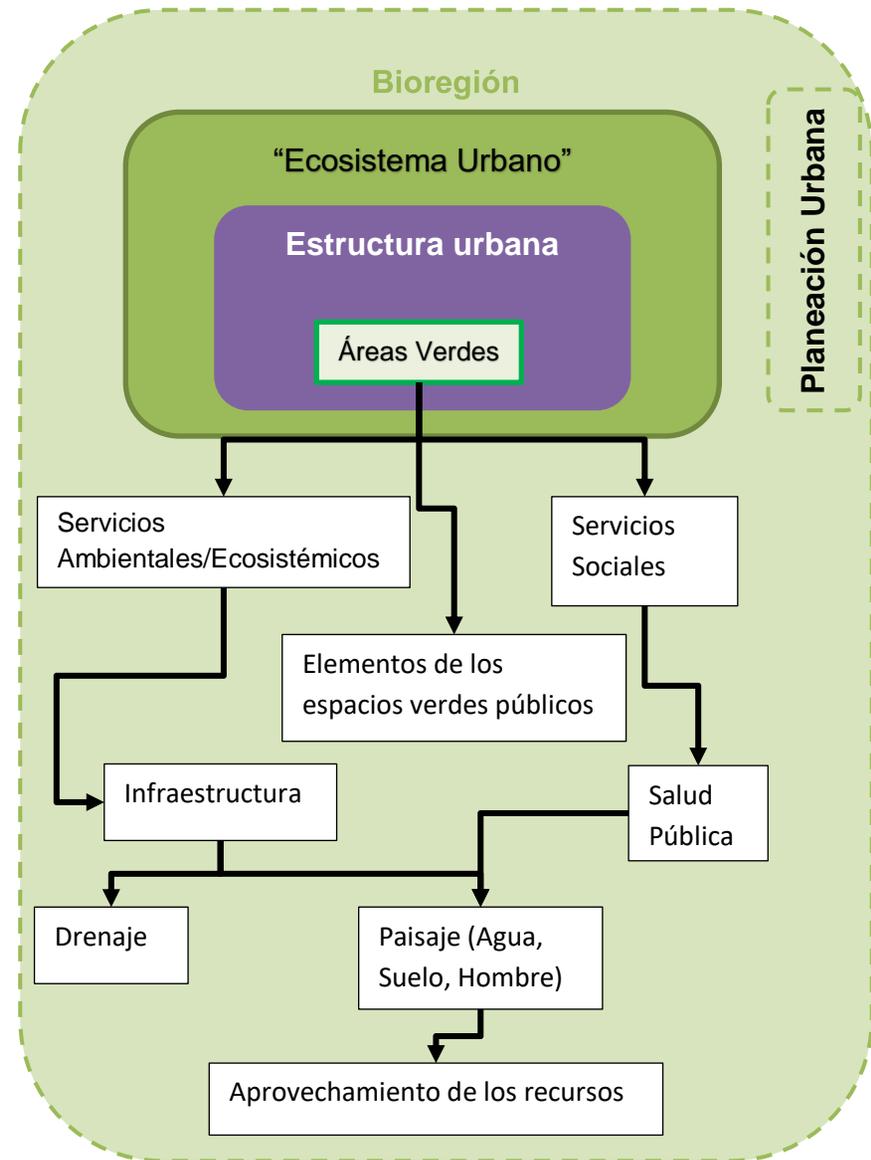


Figura 1. Esquema conceptual. Fuente: Elaboración propia.

## Esquema conceptual de aproximación al tema

El esquema de la [Figura 1] contiene los conceptos principales del tratamiento teórico de la ciudad como un ecosistema que interactúa con sus ecosistemas aledaños y a las áreas verdes como componente ecológico de la estructura urbana, a través de los servicios y elementos que estas proporcionan. La planeación urbana aparece con un meta-componente o meta-narrativa que pretende regular las áreas verdes enmarcadas desde la estructura ecológica urbana y con esta la dinámica del “ecosistema urbano”, para así tener injerencia en las relaciones inter e intra ecosistémicas y poder retribuir a la regulación del impacto del “ecosistema urbano”.

## Acercamiento Metodológico

Existen esfuerzos por proponer metodologías que ayuden al análisis de la estructuras ecológicas con el uso de la estructura urbana para el diagnóstico y propuesta; por ejemplo, en el trabajo que realizó Mozghan Sadeghi Benis (2015) el análisis de las áreas verdes de la ciudad de Trabiz se basaba en sus características dimensionales, de densidades y en número, y los resultados se manifestaron en indicadores donde el territorio era dividido por medio de sectores hexagonales regulares pero no profundiza en las dinámicas ecológicas y urbanas dentro de la ciudad. De igual manera las mediciones que realizó la Agencia Europea del Medioambiente (EEA) se enfocan en la

medición de los efectos de la infraestructura urbana y se limita a conectividad y fragmentación del paisaje y los problemas que provoca en las comunidades vegetales y animales únicamente al exterior de las ciudades, no de forma interna, sin medir el efecto de los parches<sup>2</sup> como las afectaciones a los servicios ecosistémicos y en la salud humana.

Sin embargo, trabajos como el de Zhang, Z., Meerow, S., Newell, J. P., & Lindquist, M. (2019), o el de Grafius, D. R., Najihah, A., Nor, M., Corstanje, R., & Harris, J. A. (2017) utilizan el desplazamiento de especies a nivel interurbano usando la estructura urbana como medio potencial para sus movimientos, y con el análisis de la conectividad de la red ecológica dentro de la ciudad obtienen la ubicación de puntos de conexión potenciales para la mejora de estos desplazamientos y de la conectividad ecológica de las ciudades. Considerando la problemática de la cual parte este trabajo, es necesario el desarrollo de una metodología de análisis de estructura ecológica que sea capaz de integrarse a una propuesta de planeación utilizando los análisis de conectividad para el movimiento del ser humano dentro de la red y establecer los lugares óptimos para la estructuración de ésta tomando en cuenta la visión urbana para una completa integración y con una correcta concordancia entre las características físicas y las relaciones que acontecen en el territorio de estudio (para efectos de este trabajo, la zona urbana de la Ciudad de México), que responda a realidades ecológicas, sociales y urbanas, y la formulación de un modelo de

---

<sup>2</sup> “Parcelas de tierra no fragmentadas restantes”, en un territorio. European Environment Agency. (2011). *Landscape fragmentation in Europe*. p.22

planeación que contemple todas las visuales que engloba la gestión del territorio urbano.

## Metodología

1. *Diagnóstico y clasificación:* Manipular mediante superposición, recorte y combinación las capas de información obtenidas de fuentes gubernamentales para la obtención de una base de datos referenciada espacialmente con múltiples valores para cada unidad de suelo urbano (manzanas) y de áreas verdes que contengan datos socioeconómicos de la población circundante (características de vivienda, nivel socioeconómico, educación, etc.), áreas totales y clasificación de infraestructura vial y urbana, así como las características vegetales de las áreas verdes de la Ciudad de México para la selección de aquellas con mayor relevancia ambiental urbana.
2. *Análisis de la estructura urbano - paisajística:* Establecer una cartografía de análisis espacial de la estructura de la red de áreas verdes por medio del análisis de rutas de menor costo de transporte, teoría de circuitos, vecinos cercanos e índices de profundidad por distancia euclidiana y distancia manhattan, para el cálculo de índices de conectividad general para la Ciudad de México, así como de la conectividad local de las áreas verdes

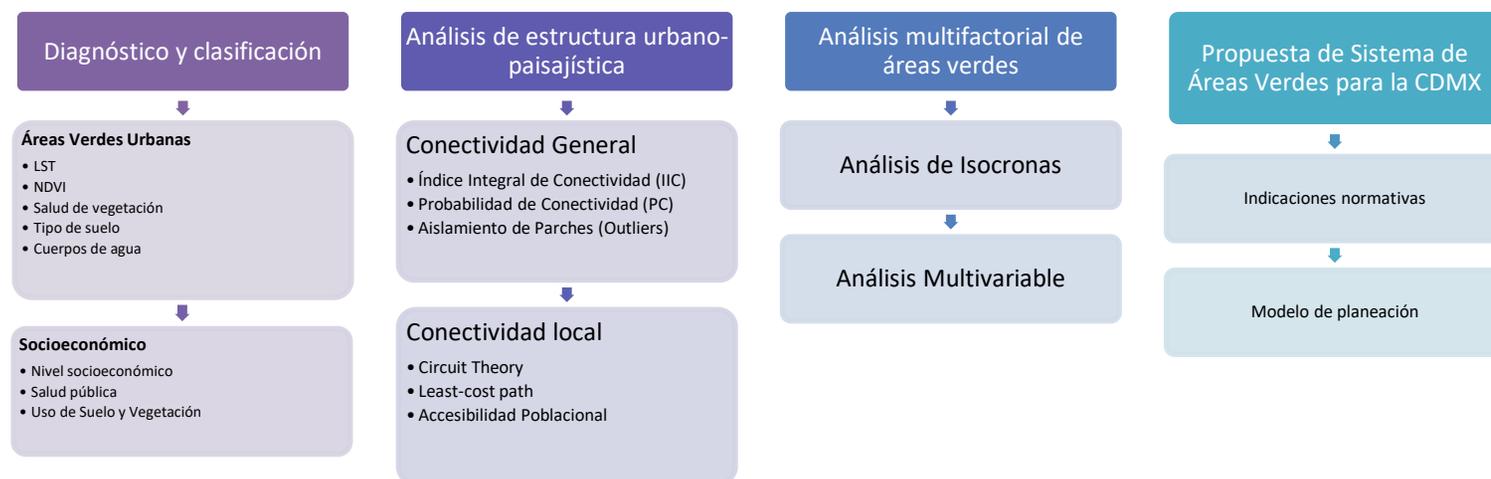
3. *Análisis multifactorial de áreas verdes:* Con el uso de isócronas y análisis multivariable se medirán las relaciones entre los diferentes valores de las áreas verdes y de su interacción con el entorno urbano adyacente y a nivel de red con los análisis de conectividad como variable de peso para tener una mejor aproximación de las dinámicas ecológicas urbanas dentro de la Ciudad de México.
4. *Propuesta de Sistema de áreas verdes:* Una vez obtenidos la estructura ecológica urbana y la valoración multivariable de áreas verdes y entorno urbano se analizará en busca de zonas con posible déficit de valores ambientales y se buscarán los sitios de importancia para la creación de elementos de infraestructura verde y áreas verdes que mejoren la conectividad ambiental y los servicios ambientales de áreas verdes. Estos se convertirán en lineamientos de planeación para integrar proyectos existentes y nuevos bajo la lógica de un sistema de Áreas Verdes para la Ciudad de México.

Tabla 1. Metodología del trabajo.

Problema	Pregunta	Objetivos	Metodología
No existe un levantamiento actualizado de dominio público de Áreas Verdes	¿Dónde se encuentran y cuáles son las dimensiones de las áreas verdes de la ciudad?	Levantar y clasificar las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México	Procesamiento de imágenes satelitales para obtener los lugares con presencia de vegetación dentro de la ciudad, comparar la información con el catálogo del Áreas Verdes del año 2010 y utilizar su geometría y clasificación para reclasificar las áreas con vegetación obtenidas de las imágenes satelitales.
No se cuenta con un análisis a nivel estructural ni físico de las áreas verdes dentro de la ciudad	¿Cuál es el estado de las áreas verdes urbanas y su nivel de fragmentación espacial a nivel ciudad?	Diagnosticar el estado actual de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México	Una vez actualizada y complementada la información de áreas verdes se procesarán para la obtención de índices de salud de vegetación, fragmentación paisajística y las características físicas y geotécnicas de éstas.
No se cuenta con una distribución homogénea de áreas verdes a lo largo de la Ciudad de México	¿Qué zonas de la Ciudad de México son las que tienen menor beneficio directo de la presencia de áreas verdes?	Ubicar los lugares que no se encuentran servidos por áreas verdes urbanas en la Ciudad de México	Se analizarán las relaciones entre la estructura urbana y la estructura paisajística de la ciudad, así como la densidad poblacional para ubicar aquellos sitios que cuentan con una menor presencia de áreas verdes y las que presentan índices más bajos de interconexión entre áreas verdes.
No está establecido a un nivel estructural y funcional el efecto de las áreas verdes al entorno urbano de la CDMX.	¿En qué beneficia la presencia de áreas verdes a la estructura y bienestar de la ciudad?	Calcular el efecto que generan las características urbanas, socioeconómicas y ambientales circundantes a las áreas verdes en su capacidad de brindar servicios ecológicos a la población.	Se realizará el análisis espacial entre los indicadores socioeconómicos urbanos, los indicadores y características físico-meteorológicas y ecológicas de la ciudad, y su estructura urbana y paisajística para comprender como afectan cada uno de estos a las áreas verdes y su capacidad de brindar servicios ecológicos.
No existe una exploración profunda de la relación entre las áreas verdes como un todo para la Ciudad de México	¿Cómo funcionan las relaciones entre las áreas verdes y el resto de la ciudad como un sistema?	Crear el modelo del Sistema de Áreas Verdes para la Ciudad de México.	Se realizarán análisis de correlaciones entre elementos del sistema para indagar más profundamente en las relaciones entre variables del sistema ecológico urbano.
Establecer los beneficios no solo ambientales de la implementación de un sistema de áreas verdes a nivel ciudad	¿Qué beneficio tiene tratar las áreas verdes como un sistema integrado contra no hacerlo?	Calcular el alcance de los beneficios económicos, ambientales y de salubridad que detonaría la aplicación de este sistema a nivel ciudad.	Con los análisis realizados anteriormente de los efectos de las áreas verdes, se calcularán estos mismos realizando las modificaciones establecidas en el modelo de Sistema para comparar los efectos actuales contra el escenario propuesto.
Conocer la calidad del agua pluvial que se coleccionará en las áreas verdes del sistema y su viabilidad para ser ocupada para la recarga de acuíferos	¿Qué tan viable es utilizar el agua coleccionada del suelo impermeable por las áreas verdes del sistema para la recarga de los acuíferos de la ciudad?	Justificar el proyecto de investigación con base en las normativas mexicanas para el tratamiento de aguas para recarga de acuíferos.	Se alinearán las propuestas de manejo de recursos hídricos para disposición final en acuíferos a las normativas federales realizando el cálculo de un tren de tratamiento básico y la calidad del agua que se obtendría de este.
Establecer el proceso para la aplicación del sistema de áreas verdes y su continuación	¿Cuáles son los lineamientos que deben seguirse para la implementación del sistema de áreas verdes en la Ciudad de México?	Generar directrices para la construcción de políticas y normativas urbanas y ambientales acordes al instrumento de planeación propuesto.	Establecer <b>lineamientos de planeación</b> que regirán el sistema de áreas verdes con base en la complejidad de las relaciones entre los elementos del sistema para la correcta introducción y manejo de nuevos elementos.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Esquema de Metodología del trabajo.



Fuente: Elaboración propia

**Tipo de Proyecto:** Proyecto de Investigación (*Obtención de información y evaluación*).

**Tipo de Investigación:** Documental y descriptiva.

**Diseño de estudio:** Transversal, prospectivo y observacional.

**Periodización:** (agosto-2017 a mayo-2019).

**Lugar de investigación:** Entidad Federativa de Ciudad de México.

**Universo:** Cuenca Hidrográfica de México.

**Muestra:** Área urbana de la Ciudad de México.

**Métodos:** Teóricos (modelación y lógico) y Estadística descriptiva (tablas de distribución de frecuencias, gráficas y medidas de tendencia central) e inferencial (análisis multivariable).

**Métodos de recolección:**

Equipo de cómputo utilizado: PC Intel Core i7-6700 HQ, ambiente Windows 10 Education.

Procesamiento estadístico mediante software: ESRI ArcMap 10.5, Microsoft Excel 2016, IBM SPSS Statistics 22, Graphab2.4.

Procesamiento de texto: Microsoft Office Word 365.

Creación de Gráficas: Microsoft Office Excel 365.

Creación de Planos: ArcMap 10.5

Creación de Mapas: ArcMap 10.5, Quantum Gis 3.6

**Procesamiento de información:** La información que será usada será la proporcionada por medio de INEGI (SCINCE 2010, DENUE), datos abiertos de gobierno e imágenes satelitales LANDSAT 8, todas de libre acceso.

## **Justificación**

El motivo para la realización del presente trabajo surge de la necesidad de proponer una metodología de análisis y planeación que sea capaz de dirigir los esfuerzos de la política territorial en la CDMX en materia de ordenamiento ambiental, así como los proyectos existentes y futuros de la ciudad de forma individual, pero bajo la óptica de la ciudad como un sistema abierto, en que los proyectos se establezcan como una red y en que cada uno cumple un papel determinando en la provisión de servicios socio-ambientales. Esta solución de planeación debe ser apta para un sistema complejo como son las ciudades, y el reconocimiento de su relación con su medio natural al considerarlas como ecosistemas urbanos para ser capaces de enfrentar los problemas ambientales (y aquellos socio-económicos generados por éstos) desde una óptica integral de planeación pensada para sistemas

complejos y a largo plazo, y con base en la praxis, analizar detenidamente los lugares reales dentro de la ciudad y su naturaleza urbana y ambiental, generando directrices de planeación acorde a los lugares.

Una escala de planeación de áreas verdes a nivel ciudad otorgará una mejor perspectiva de trabajo para la modelación de la ciudad y sus relaciones ambientales, paisajísticas, sociales, económicas y estructurales, y así poder simular, medir y diseñar el modelo sin las limitaciones de la especificidad de los proyectos aplicados como una guía de planeación para obtener un Sistema integrado de Áreas Verdes Urbanas (y no urbanas) de la Ciudad de México que se convierta en el eje rector de la planeación urbano-ambiental de/en la ciudad, reconociendo la importancia de la estructura ecológica para un diagnóstico, propuesta y solución de los problemas ambientales de la ciudad, a partir de la realidad local.

Al no existir un análisis real de la estructura ecológica urbana (incluso como instrumento de planeación y gestión) de la Ciudad de México las decisiones en materia de planeación se toman con base en datos estadísticos, así como metodologías reduccionistas que no son la opción para el abordaje de los problemas de sistemas complejos, lo que provoca que las políticas y proyectos no sean suficientes para solucionar las problemáticas urbanas de la ciudad. Lo que se busca con el trabajo es

generar una metodología que permita un análisis y diagnóstico integral de las áreas verdes (como sistema y estructura), asegurando propuestas más eficientes (mayor beneficio con el mismo costo), reduciendo (o mitigando) sus externalidades negativas y facilitando el proceso de selección de los proyectos al otorgar una métrica y criterios de paisaje que acatar. Este esquema de planeación será la clave para que los esfuerzos existentes y los futuros tengan un mayor impacto a nivel ciudad en sus objetivos medioambientales, que lo que son capaces de obtener de forma individual, y puedan administrar los recursos y proyectos públicos de forma más eficiente.



# **CAPÍTULO I: LAS ÁREAS VERDES DE LA CIUDAD DE MÉXICO: SU CONDICIÓN Y RELACIÓN ACTUAL CON EL AGUA DE LA CUENCA.**

## **1.1. Naturaleza, crisis ambiental y su impacto en las políticas públicas.**

A lo largo del tiempo la naturaleza y lo urbano se han convertido en una dicotomía, contrarios entre sí, dibujando límites políticos y sociales (en muchas ocasiones difusos) entre el mundo enteramente humano y el natural, aquel no alterado u optimizado para la realización de nuestras actividades cotidianas, dirigiendo el pensamiento de los habitantes de las ciudades y otorgándole distinta categoría y peso a estos entes, con una repercusión en la toma de decisiones y los procesos de planeación. La naturaleza está presente en nuestro imaginario colectivo y personal, como ese estado de orden, de armonía, un estado perfecto para un mundo en crisis como el que vivimos: ambiental, económica y socialmente. La crisis implica cambios, desajustes, amenazas a la estabilidad de los sistemas existentes en nuestra concepción de orden o de

lo que debería ser (desde las directrices de la hegemonía del capital).

En este sentido nuestra conceptualización de la naturaleza al estar sujeta a la representación cultural se vuelve hueca y subjetiva, y por tanto alterable. Las noticias de la amenaza de una crisis ambiental inminente con la capacidad de poner en riesgo la supervivencia humana ha logrado construir un imaginario general en los habitantes de la ciudad en la cual se ha repensado y revalorizado el concepto de lo natural, el establecimiento de los límites entre lo urbano y lo natural e inclusive la eliminación de estos, y de la necesidad de ser ambientalmente proactivos. Esta visión trágica del futuro ambiental se denomina “*ecologías del miedo*” (Katz, 1995)<sup>3</sup>, lo que representa las propias representaciones del capital, orillando a cambios importantes, inmediatos y urgentes para evitar la dirección que tomamos, culpando al ser humano y nuestro estilo de vida como las principales causas de la crisis, haciendo un llamado para modificarlo.

Los grupos de poder, al no ser capaces de negar tales aseveraciones se han esforzado en tomar el discurso y las medidas de mitigación bajo sus propios términos para mantener el mismo esquema de actuación (como los bonos de carbono, las modas de construcción sostenibles

---

<sup>3</sup> Katz, C. (1995) “Under the Falling Sky: Apocalyptic Environmentalism and the Production of Nature”. En *Marxism in the Postmodern Age*, eds. A. Callari, S. Cullenberg and C. Biewener, pp. 276-282.

o verdes, campañas para el desuso de ciertos materiales, el reciclaje, las energías alternativas, etc.) pero transformándolo en algo “sustentable”<sup>4</sup> sin llegar a la raíz del problema. Esta ambigüedad del término permite su adaptación a cualquier circunstancia. Así *“la naturaleza y el medio ambiente se vuelven claves para legalizar cualquier acción que induzca su preservación, pero también la reproducción de cualquier asimetría social amparada en la ideología del progreso...”*<sup>5</sup>.

Al establecer este tipo de medidas de mitigación aceptadas por las autoridades se acepta como necesarias y suficientes para poder enfrentar la crisis, sin necesidad de realizar mayores cambios, llevando campañas menos radicales o agresivas con la forma en que se trabaja la planeación y el sistema urbano establecido a la que los habitantes están acostumbrados, manteniendo el impacto que generan los procesos de urbanización de guerrilla en el medio ambiente, cuestiones cuya solución eficaz y

concisa no han alcanzado una prioridad en las agendas y políticas urbanas actuales a distintas escalas y solventadas en acciones mediocres o con un objetivo más político y mediático que en uno técnico pensado desde los sistemas ambientales y la ecología urbana. Como menciona Filipe, C. (2018):

*“Por esta razón, su uso indiscriminado se ha vuelto imperante para las organizaciones, los gobiernos y la academia para conseguir... apoyos económicos. Esto da como resultado que surjan incontables proyectos que poco o nada se relacionan con el territorio, pero que justifican o aprueban simplemente por emplear los términos de “sustentabilidad...”*<sup>6</sup>

*“Eso se transfiere a todas las escalas de intervención... los fragmenta [los problemas] y las acciones reales se convierten en reproducciones*

<sup>4</sup> El desarrollo sustentable es *“...aquel que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras”* (World Commission on Environment and Development, 1987), en consecuencia, lo que se considera sustentable es aquello que cumple con estas características. La modificación de ciertas partes del proceso de producción sin la completa eliminación de aquellos que afectan de forma negativa e irreversible el ambiente no garantiza el cumplimiento de las condiciones para considerar al mismo como sustentable. La sustentabilidad como un ideal implica la prevención de posibles impactos en primer lugar, y la eliminación como una medida correctiva, y, aunque no seamos capaces de eliminar por completo nuestro impacto sobre nuestro medio, los cambios deben enfocarse a llegar lo más cercano a este punto.

<sup>5</sup> Narciso, C. A. F. (2018). Estructura Ecológica Urbana: planeamiento y gestión urbana en la Ciudad de México. *Estoa, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 7(12), 137-147, p. 140

<sup>6</sup> *ibid.* p. 140

*homogéneas que no tienen incidencia en... los problemas que afectan sobremanera los territorios.”*

7

En este sentido es necesaria la reformulación de las acciones, programas y políticas actuales a una acción realmente efectiva para contrarrestar los impactos urbanos que generan las urbes a su entorno y a ellas mismas, y la formulación de nuevas propuestas con esquemas de acción distintos a los que se ha estado llevando a cabo, (por ejemplo, el programa “Hoy no circula”, los fines de semana de bicicletas, la paleta de especies vegetales en parques, el uso de agua tratada para el riego de las áreas verdes, y campañas publicitarias para el cuidado del medio ambiente en radio, televisión, prensa y espectaculares), los cuales solo disfrazan el problema y tranquilizan la opinión pública hacia las autoridades competentes, legitimando socialmente las acciones parciales que no tienen una incidencia real en el territorio.

La Ciudad de México vive en esta dicotomía entre lo natural y lo urbano, una confrontación entre distintos esquemas de existencia, cuyo pensar como la antítesis del medio natural no ha ayudado a solucionar los problemas de origen ambiental de la ciudad, regido por límites claros y definidos, causando más malestar que bienestar para

sus habitantes. Desde el urbanismo, como una disciplina de planeación, es importante encontrar soluciones efectivas para la resolución de los problemas que aquejan al sentir de las ciudades y su población, por lo cual es necesario apoyar en la creación de modelos de planeación que vean las ciudades desde nuevas y diferentes ópticas para poder realizar propuestas realmente distintas, que superen los esquemas de planeación tradicionales, funcionalistas y obsoletos que se siguen implementando con aquellos de cuestiones ambientales que pueden responder a las necesidades ambientales de la ciudad, las cuales tienen una menor prioridad dentro de las agendas de las ciudades.

Narciso, C. A. F. (2018, p.141) dice que: “... *aunque hoy más que nunca la planeación está compuesta de diversos planes y programas, éstos no han sido vinculados y no se han tratado como leyes en un marco integral con un sistema de fiscalización que indague en su aplicación y cumplimiento ni que asegure su revisión como factor obligatorio para los gobiernos municipales y estatales...*”<sup>8</sup> lo que provoca que el trabajo previo realizado pueda ser evadido y reemplazado por medidas enfocadas en solventar primero las demandas más vistosas y aquejadas por su población para evitar el descontento, dejando estos temas en segundo plano y con recursos “sobrantes” de los

<sup>7</sup> ibid. p. 140

<sup>8</sup> ibid. p. 141.

presupuestos anuales para los programas de gobierno, dejando lo que es realmente prioritario para el mantenimiento y buen funcionamiento y vivencia de la ciudad.

Partiendo de este contexto, el presente trabajo tiene como finalidad desarrollar una propuesta metodológica para la creación de un sistema de áreas verdes para la Ciudad de México como instrumento de planeación, que incluya los espacios verdes ya existentes y que reconozca la importancia de la presencia del agua en éstos como un elemento integral de las áreas verdes de esta ciudad; la creación de nuevos espacios bajo esta directiva de planeación y la estructuración de los proyectos existentes y futuros, proponiendo un nuevo entorno de planeación traducido en acciones socio - ambientales para en el entorno de la ciudad y para el resto del país para *“...superar la falta del planteamiento integrado, que considere los diferentes componentes del urbano como un sistema complejo, donde todos los elementos cumplen funciones primordiales y especializadas para que el medio ambiente funcione en equilibrio”*<sup>9</sup>.

## 1.2. Caracterización Urbana de la Ciudad de México

La Ciudad de México, con la concentración de los poderes Federales y el 16% del PIB nacional,<sup>10</sup> es el indiscutible centro político y económico del país. Siendo el comercio, los servicios financieros y los servicios inmobiliarios los principales sectores de actividad económica de la Ciudad<sup>11</sup> es normal que la estructura urbana responda y se adecue a la optimización de estas. Provee de vivienda a 8,918,653 habitantes (INEGI, 2015)<sup>12</sup>, en su mayoría viviendas unifamiliares a pesar del reducido espacio disponible para urbanización, con un 64.57% de casas, un 29.85% de departamentos y el resto (5.58%) repartido en otro tipo de viviendas.

El mayor porcentaje de departamentos se encuentra dentro de las delegaciones centrales de la Ciudad de México (Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo), junto con el mayor porcentaje de vivienda alquilada y de población ocupada en trabajos de sector Servicios

---

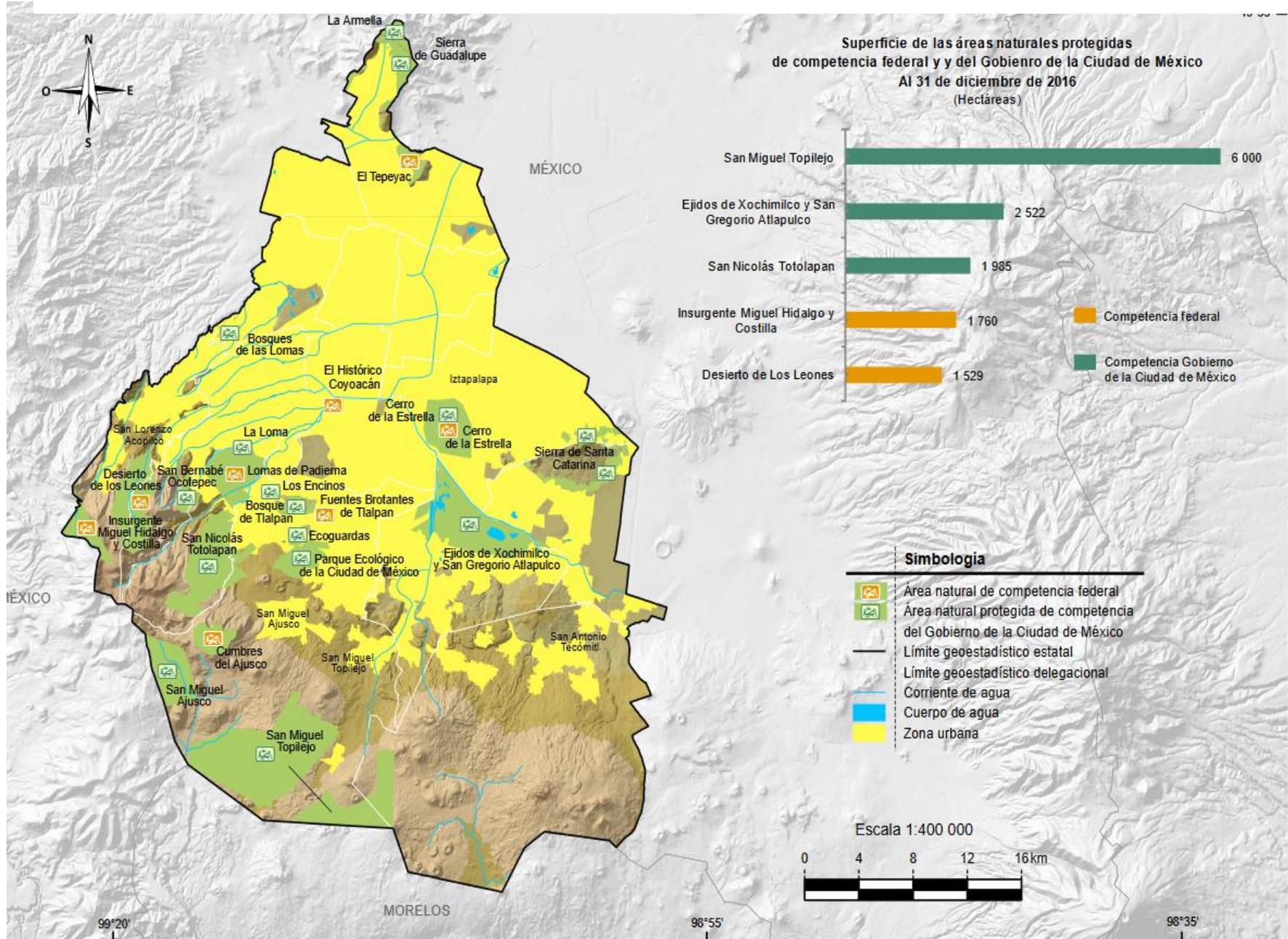
<sup>9</sup> ibid. p.140

<sup>10</sup> INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017. Anuario Estadístico y Geográfico de Los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>11</sup> INEGI, Op. Cit.

<sup>12</sup> INEGI, Op. Cit.

Figura 3. Mapa de Áreas Naturales Protegidas de la Ciudad de México. Fuente: Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017. INEGI



© Gobierno de la Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente; Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales.  
 RNAT Áreas Naturales Protegidas. www.noh.mx/conann (16 de junio de 2017)

(funcionarios, profesionales, técnicos y administrativos). El tipo de profesiones que viven en estas delegaciones junto con su modelo preferido de vivienda nos hablan de la necesidad de la densificación de las construcciones en estos sitios y de los costos que implican el poder vivir en estas zonas. Así, mientras el centro se densifica en las delegaciones de Milpa Alta, Xochimilco, Iztapalapa y la Magdalena Contreras hay un alto porcentaje de viviendas pequeñas (en comparación con las demás delegaciones) de 1 y 2 cuartos, y con más del 90% de vivienda unifamiliar (excepto Iztapalapa)<sup>13</sup>, denotando una preferencia por un crecimiento urbano más extendido de principal preocupación, ya que en las delegaciones con mayor número de viviendas unifamiliares se encuentran la mayoría de las reservas territoriales de la ciudad.

### 1.3. Las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México

Las áreas verdes urbanas son “Toda superficie cubierta de vegetación, natural o inducida que se localice en el Distrito Federal”,<sup>14</sup> espacios libres de un solo nivel reservadas para las especies vegetales y que cumplen con una función de recreación y esparcimiento para la población. Estas se encuentran dispersas a lo largo de la ciudad, pero

no de una forma equitativa [Tabla 2]; no solo es importante hablar del tamaño y la cantidad de áreas verdes que se encuentran por delegación en la ciudad, también es necesario relacionar cuanto del espacio está ocupado con ellas, la cantidad de personas a las que deben de servir y cuanto le toca a cada una de estas.

Por ejemplo, aunque Coyoacán tiene el mayor número de áreas verdes, el volumen de suelo que ocupan es similar al de la Miguel Hidalgo, con la mitad de la cantidad que la anterior contiene; igualmente, tenemos los porcentajes del total del suelo destinado a estas: mientras en Miguel Hidalgo y Coyoacán las áreas verdes superan el 10% de su territorio, las delegaciones más urbanizadas no pueden superar el 3% de área verde. La cantidad de área verde por habitante no supera los 15 m<sup>2</sup> por habitante, siendo el valor más alto el de Miguel Hidalgo con 14.68 m<sup>2</sup>, mientras las delegaciones como Iztacalco, con una población similar apenas llega a 0.16 m<sup>2</sup> por cada uno de sus habitantes.

En esencia, esto se debe a que las áreas verdes de la Ciudad de México son remanentes del crecimiento histórico de la ciudad; podríamos clasificarlas en dos

---

<sup>13</sup> INEGI, Op. Cit.

<sup>14</sup> Asamblea Legislativa del Distrito Federal VII Legislatura. (2015). *Ley ambiental de protección a la tierra en el distrito federal*. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 117.

Tabla 2. Áreas verdes por Delegación. Nota: No se tomaron en cuenta las catalogadas como "Camellón".

Delegación	Conteo AV	Área Delegación (m2)	Área Total AV (m2)	% de AV por Delegación	Población	AV/Hab. (m2)
Álvaro Obregón	69	95,358,341.00	1,983,783.59	2.08%	727,034	2.73
Azcapotzalco	33	33,323,097.77	628,261.86	1.89%	414,711	1.51
Benito Juárez	27	26,549,003.11	395,622.92	1.49%	385,439	1.03
Coyoacán	356	53,622,233.61	5,564,658.52	10.38%	620,416	8.97
Cuajimalpa de Morelos	14	71,071,112.70	87,417.19	0.12%	186,391	0.47
Cuauhtémoc	123	32,335,244.97	441,816.11	1.37%	531,831	0.83
Gustavo A. Madero	27	87,378,300.57	3,123,097.33	3.57%	1,185,772	2.63
Iztacalco	9	22,962,784.51	62,208.10	0.27%	384,326	0.16
Iztapalapa	134	112,537,103.71	2,448,330.48	2.18%	1,815,786	1.35
La Magdalena Contreras	20	63,074,818.18	640,741.27	1.02%	239,086	2.68
Miguel Hidalgo	172	46,121,838.84	5,473,171.74	11.87%	372,889	14.68
Tláhuac	1	296,728,863.27	22,518.02	0.01%	360,265	0.06
Tlalpan	76	85,374,249.48	4,022,972.26	4.71%	650,567	6.18
Venustiano Carranza	34	312,852,613.85	376,440.81	0.12%	430,978	0.87
Xochimilco	3	33,666,050.20	80,527.37	0.24%	415,007	0.19
Milpa Alta	0	113,504,302.77	-	0.00%	-	0.00

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

grandes tipos: el primero son las áreas verdes que se crearon con los espacios dejados por el lago al desecarse, y el segundo grupo son aquellos remanentes de la vegetación que se encontraba originalmente en el Valle de México por encima del nivel de agua de los lagos (como el Bosque de Tlalpan, Bosque de Chapultepec, Desierto de los Leones, Cerro de la Estrella, etc.). Al encontrarse una gran parte del suelo urbano actual en suelo lacustre las áreas verdes en éstas tienden a ser menos debido a la dinámica de crecimiento de la ciudad. En los primeros siglos es probable que el crecimiento lento y gradual diera

preferencia a la creación de una masa urbana continua, que dejaba ocasionalmente espacios libres para el saneamiento, la creación de visuales o el embellecimiento de sectores de la ciudad (una tendencia renacentista y barroca). Estos podrían ser vegetados o no con especies arbóreas, arbustivas o rasantes posteriormente (recordemos que estos suelos eran lago, las especies arbóreas fueron plantadas o comenzaron a crecer de aquellas cercanas) y así convertirse en jardines o parques. No fue hasta los siglos XIX y XX y la llegada de los procesos de industrialización que las áreas verdes

cobraron gran importancia en el proceso de urbanización de las ciudades (con propuestas como la Ciudad Jardín de Ebenezer Howard), promoviendo el desarrollo de proyectos de urbanización para la clase alta mexicana en los cuales se articulaban dichas propuestas, aumentando considerablemente el porcentaje de suelo urbano destinado a espacios abiertos vegetados e integrando incluso estos espacios a las mismas viviendas con nuevos estilos arquitectónicos de inspiración extranjera de la ciudad que comenzaron a asentarse en las entonces periferias del núcleo urbano, alejándose de la “suciedad” de la ciudad.

Durante la época postrevolucionaria ... *“México entró al padrón de acumulación del capital basado en la industria... Así la industria y la vivienda obrera... se convirtió en el motor de un acelerado crecimiento urbano”* (Pradilla y Pino, 2004)<sup>15</sup>, provocando que para mediados del siglo XX la imagen de la ciudad cambia radicalmente. Los procesos de centralización que tuvo históricamente la Ciudad de México y el acelerado crecimiento demográfico y económico del país provocaron un éxodo masivo de habitantes de diferentes partes de la república que llegaban a vivir a la ciudad, asentándose en los lugares más baratos disponibles cercanos a las fuentes de empleo, sin ser necesariamente los mejores o más aptos

para vivir. La velocidad con que ocurrió esto más el nacimiento de los hijos de estos migrantes provocó una gran demanda de vivienda a nivel ciudad, generando nuevos proyectos de vivienda que iban aquejándose cada vez más y enfocados en cubrir rápidamente las necesidades de estas personas.

El uso de tranvías, el desarrollo de sistema masivo de transporte conocido como Metro y una tendencia cada vez mayor al traslado de viajes por automóvil termino detonando la capacidad de los trabajadores a irse alejando de las zonas aglomeradas centrales a paramentos más naturales y tranquilos, que inevitablemente se fueron urbanizando reduciendo rápidamente el espacio libre del que disponía la ciudad. Aunque la gran mayoría de la expansión urbana fue trazada por los mismo habitantes de las ciudades (donde lo importante era tener una vivienda, no las condiciones del entorno urbano en el que se emplazara como el transporte o la legalidad de la propiedad del suelo) poco a poco, y hasta los años 80's, *“...la presencia fuerte del Estado en la promoción pública de vivienda se caracterizaba por mantener el control de su producción, desde el acceso al suelo, pasando por la localización y la construcción (contratando a empresas constructoras), hasta los atributos del espacio construido habitable”*<sup>16</sup>, lo

<sup>15</sup> Narciso, C. A. F. (2018). Op. Cit. p. 141.

<sup>16</sup> Salinas-Arreortua, Luis Alberto, & Pardo-Montaño, Ana Melisa. (2018). Neoliberal urbanism in the sprawl of cities. The case of Mexico City. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(1), 113-119. p.114

que permitió la creación de espacios habitacionales de gran densidad en su mayoría con un esquema de diseño que contemplaba la importancia de los espacios libres (al menos en un sentido de bienestar personal), hasta que esto pasó a manos de la iniciativa privada.

A corrientes como la funcionalista que sostenían la importancia de tener espacios libres dentro de las propuestas de desarrollo les fueron mutilados a causa de la velocidad del crecimiento de la población y de un modelo urbano de viviendas sin servicios, lo que generaba propiedades menos costosas con una producción y ganancia mayores para los constructores a costa del bienestar de quienes habitarían en ellas y de la calidad del entorno urbano donde deberían vivir ahora, compensando la falta de heterogeneidad de usos con la edificación de centros comerciales que responden a una lógica meramente comercial al ser estas de propiedad privada. Narciso C. A. F. menciona que estas *“...políticas urbanas de intervención tienen mucha influencia en estos cambios estructurales de la dimensión social del espacio público, pues además de fomentar la proliferación de estos espacios [espacios de consumo] reducen el estatus de los espacios públicos a meras sobras de la urbanización, o bien actúan vinculados a una “zonificación” de intervención estratégica. Los modos de reproducción del*

*capital, a través del urbanismo y concretamente en las estrategias de políticas de intervención, en las cuales el espacio público surge como un lema de inducción de concepto de las estrategias de promoción, con origen en la sustentación de la especulación inmobiliaria.”*<sup>17</sup>

Con la iniciativa privada a la cabeza de los proyectos de urbanización formal urbana las áreas verdes fueron básicamente olvidadas, ya que ocupaban superficie que podía ser construida y vendida en lugar de ser simplemente “regalada” a las personas. Así, opacadas por la relevancia económica del trabajo y su complemento el transporte (las cuales hoy en día siguen siendo las principales preocupaciones de la agenda política y de la misma población) es que llegamos para el año 2015 a tener un 43.86% del territorio de la CDMX con un uso humano (rural y urbano), del cual el 35,68% se encuentra sobre suelo lacustre [Tabla 3] y dentro del cual se

Tabla 3. Suelo urbano presente en cada zona geotécnica.

PORCENTAJE DE SUELO URBANO POR ZONA GEOTÉCNICA			
Zonificación	Detalle	Area (m2)	%
Zona I	Suelo de roca compacta	281,608,461.23	43.19%
Zona II	Suelo de recarga con depósitos hasta 20 m	137,721,757.09	21.12%
Zona III	Suelo de origen lacustre	232,623,876.68	35.68%
		<b>651,954,095</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia con información de la Zonificación Geotécnica según la Norma técnica complementaria al reglamento de la Ley de Protección civil del Distrito Federal NTC\_002-SPCDF-PV-2010.

<sup>17</sup> Narciso, C. A. F. (2014). Espaço público: Ação política e práticas de apropriação. Conceito e procedências. Estudos e Pesquisas em Psicologia. pp. 4-5

encuentra el núcleo de mayor densidad de construcción de la ciudad (al ser este el centro económico de la ciudad y de todo el país) dentro del suelo más susceptible a inundaciones y a resentir los efectos de los sismos y de las contingencias ambientales. [\[Mapa 3\]](#)

Esta cantidad de ciudad que se ubica sobre el suelo lacustre y la cantidad de superficie que ocupa la mancha urbana sobre el suelo de recarga de la cuenca, aunado a la poca presencia de áreas libres dentro de la ciudad por el crecimiento urbano desacelerado ha traído repercusiones en el comportamiento del agua, manifestadas en las inundaciones y escasez que aquejan a la Ciudad de México, y es un proceso que se ha ido desarrollando poco a poco a través de su historia.

#### **1.4. Historia hídrica de la Ciudad de México, el drenaje de las aguas negras y el efecto del agua de lluvia.**

La Ciudad de México se encuentra asentada en la Cuenca de México, la cual era originalmente una cuenca endorreica con un gran lago central. [\[Mapa 4\]](#) Cuando los habitantes comenzaron el proceso de urbanización de la cuenca el uso de chinampas les permitieron aprovechar

mejor sus recursos hídricos al mismo tiempo que añadían terreno edificable y cultivable permitiendo el flujo de agua entre fracciones de tierra sin la necesidad de cubrir completamente las aguas superficiales, eliminando la necesidad de obtener este territorio dentro de tierra firme, y facilitando la proliferación de sus ciudades en zonas con terreno no apto para la agricultura y en aquellos lugares con un territorio limitado como los islotes que se encontraban en el lago. Así, el desarrollo de infraestructura de los asentamientos respondía al aprovechamiento de estas aguas como un elemento integrado en su superestructura como pueblo, y como un elemento del que dependía su propia supervivencia, reflejado en una red de terraplenes y canales de 9 km<sup>2</sup> entre los islotes de México-Tenochtitlán y Tlatelolco (Romero, 1998). Como menciona el mismo Romero, *“...el mexica... antes de ser derrotado por el agua, pactó con ella una tregua, con ella aprendió a coexistir y, finalmente, la sujetó a su dominio.”*<sup>18</sup>

Al comenzar el proceso de urbanización de la Ciudad de México por parte de los españoles se suprimió el conocimiento del ambiente lacustre en el que vivían y su incomprendida infraestructura para su control, realizando el primer ensanche aprovechando el suelo de la mejor forma posible por el crecimiento poblacional (aumento de

---

<sup>18</sup>Romero, H. M., & Mora, P. (1988). México: La ciudad más grande del mundo. In Editora Espacios Juventud A. C. (Romero & Mora, 1988), p. 12

niveles de las construcciones, reduciendo los espacios interiores). Según Romero (1988) *“para 1525, la ciudad constaba de 104 manzanas..., 18 calles de norte a sur y siete de oriente a poniente, más siete plazas...”*,<sup>19</sup> el primer ensanche fue hacia el norte y el oriente, atrayendo mercaderes a lo que se conocería como la Merced. Para la segunda mitad del Siglo XVI se buscaba una solución para las inundaciones (LEGORRETA, 2006) llevando a una serie de proyectos: el albarradón de San Lázaro de 1556 para proteger la ciudad de las subidas del nivel del lago; el Tajo de Nochistongo y el Túnel de Huehuetoca en 1608, para desviar el río Cuautitlán a través de Huehuetoca y del lago de Zumpango. La disminución del nivel del lago provocó el acceso a suelo libre de inundaciones y a nuevo suelo que no necesitaba ser construido para ser utilizado como las chinampas.

Según Romero (1998) en los 1600's se da un segundo ensanche de la ciudad hacia el oriente, hasta donde se encuentra actualmente la Calzada de los Misterios, y a esto le seguirían dos ensanches más: En los 1700's la ciudad se expandiría nuevamente al oriente y al sur, y para 1795 esta se extendería por cuarta ocasión hasta lo que hoy son Calzada de la Viga y Topacio. Conforme la ciudad crecía también lo hacía el número de personas afectadas por las inundaciones. Para 1895 se decidió la creación del

Gran Canal de Desagüe para desecar parte del lago y garantizar que no volviera a inundarse la ciudad evitando que los desechos que se vertían al lago regresaran a las calles, cosa que no sucedió, como lo expresa Jorge Legorreta: *“Tal obra, sin embargo, fue determinante para la futura urbanización de la ciudad, pues al desalojar con mayor rapidez las aguas del lago de Texcoco hacia el exterior, los terrenos de las periferias urbanas se rescataron.”*<sup>20</sup>. La disminución progresiva del nivel de las aguas del lago a causa de las obras hidráulicas realizadas en la cuenca provocaría la posterior expansión del suelo urbanizado. Es con estos eventos con los que comienza el proceso de urbanización intensiva de la Ciudad de México y la progresiva ocupación de la tierra que era terreno de las aguas de los lagos de la cuenca, hasta llegar a la casi total desecación en la que vivimos actualmente. Este proceso llevo consigo la cobertura del suelo de la ciudad con materiales menos permeables, la canalización de los cuerpos de agua que se formaron al abrirse paso las aguas de los lagos y su posterior entubación, la disminución paulatina del agua potable y de uso disponible (hasta llegar a los desabastos modernos) y la eliminación de la cultura de relación con el agua en los habitantes de la ciudad.

---

<sup>19</sup> Ibid.

<sup>20</sup> Legorreta, J. (2006). *El agua y la Ciudad de México*. Tamaulipas: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. p.42

Tabla 4. Lista de componentes del Drenaje profundo de la Ciudad de México.

#### COMPONENTES DEL DRENAJE PROFUNDO

Obra	Longitud (km)	Diámetro (m)	Profundidad (m)
Emisor Central	50.0	6.5	240
Interceptor Centro Centro	16.0	5.0	41
Interceptor Oriente	10.3	5.0	55
Interceptor Centro Poniente	16.5	4.0	51
Colector Iztapalapa	5.5	3.2	16
Colector Obrero Mundial	0.8	3.2	16

Fuente: Legorreta, Jorge (2006), tomado del Sistema de Drenaje Profundo, GDF, 1988. Nota del autor: Actualización incompleta al 2005 por datos no disponibles

Posteriormente, como parte de la solución para el drenaje de aguas negras, de las aguas de los lagos y de lluvia de la Ciudad se llevaron a cabo distintos proyectos: en 1975 se completaron las obras del drenaje profundo, que constaba de dos secciones, el interceptor Oriente, de 10 kilómetros de largo, y el interceptor Central, con 8 kilómetros; se le colocó un diámetro de 5 metros, y se ubicó entre 30 y 50 metros de profundidad de la ciudad. Posteriormente se añadió el Emisor Central con una longitud de 68 kilómetros, 6 metros diámetro y una profundidad máxima de 240 metros. Este se taladro a una pendiente de 2 metros por cada kilómetro para permitir al agua correr por acción de gravedad. Para el año 2006 el

drenaje profundo contaba con 110 kilómetros en total de extensión, cuyos componentes detalla Jorge Legorreta en la [Tabla 4].

Sin embargo, como pasó con proyectos anteriores el drenaje profundo probó no ser suficiente a pesar de los cálculos; incluso hoy en día las fuertes lluvias pueden saturar el sistema de drenaje dando paso a las inundaciones y encharcamientos que acontecen regularmente dentro de la ciudad en época de lluvias, ya que la única salida de la cuenca con la que cuentan es el drenaje profundo, y algunas pocas áreas libres que aún existen dentro de la ciudad.

Históricamente han existido 27 inundaciones desde importantes documentadas 1416 hasta 2005, de diferentes magnitudes. Ha sido complicado para los habitantes de la ciudad lograr controlar la cantidad de agua que escurre hacia la cuenca, y aun hoy en día no hemos sido capaces de ello, intentando una solución que por mucho tiempo no ha sido completamente correcta, y que posiblemente nunca se logre debido a la naturaleza del lugar en que está asentado. Aunado a esto está la gran superficie de este suelo que está cubierto de materiales impermeables como el asfalto y el concreto, lo que afecta la capacidad del suelo para poder infiltrar el agua de lluvia, relacionándose con las inundaciones y la contaminación de los cuerpos de agua, el suelo y la vegetación, como explica Herbert Dreiseitl (2014): *“la ausencia de flora y*



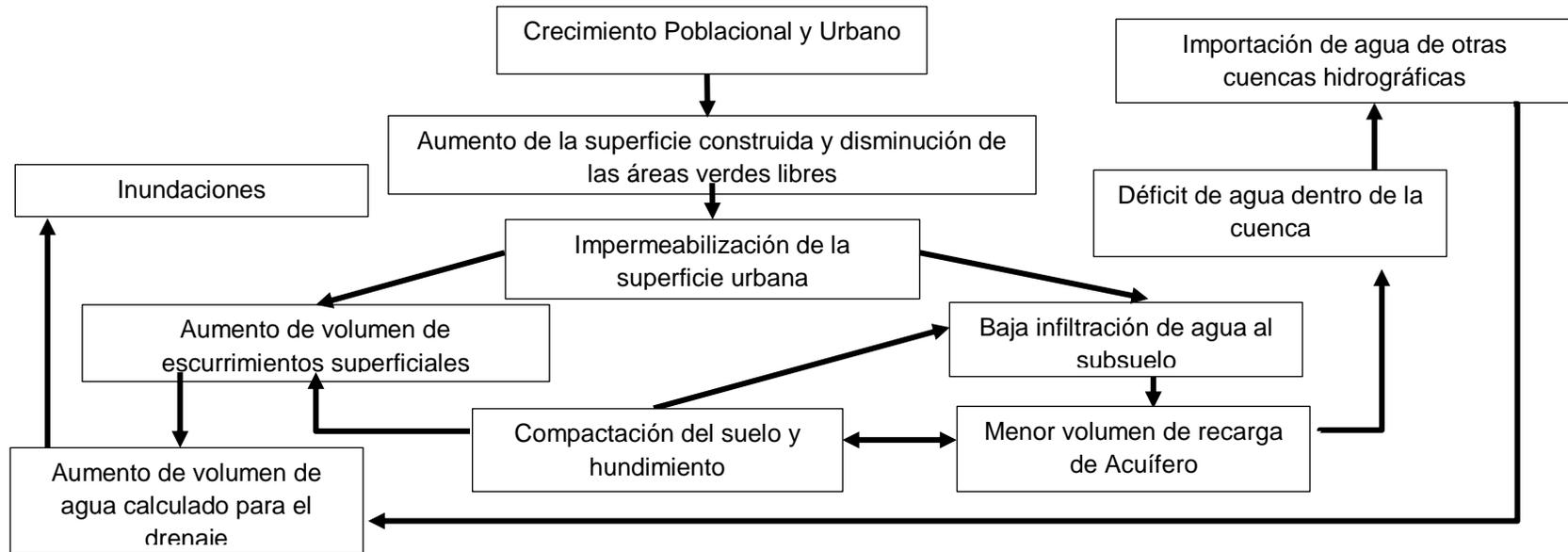


Figura 5. Esquema que ejemplifica las consecuencias hídricas de la impermeabilización de la superficie en la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia.

que disponemos para la extracción, que acompañado de la enorme población de la ciudad desembocan en un déficit de agua que debe ser suplido con la importación de agua de otras cuencas (Lerma-Santiago, sistema Cutzamala, entre otras), lo cual, personalmente, parece una solución injusta y que no ataca la verdadera causa del problema. [Figura 4]

Finalmente, esta misma falta de agua en los acuíferos afecta en la compactación del suelo lacustre, el hundimiento de la ciudad y la modificación de las propiedades físicas del suelo que evitan aún más la infiltración. Como mencionan Castro-Fresno, D., Rodríguez-Hernández, J., Rodríguez-Hernández, J., &

Ballester-Munoz, F. (2005, p. 255): El problema de los drenajes urbanos está relacionado con “el crecimiento urbano desahogado que ha generado un aumento de las superficies impermeables en el entorno de las urbes, lo genera y aumenta los problemas relacionados con el drenaje y la gestión del agua pluvial.” El problema puede desdibujarse como en la [Figura 5].

La Ciudad de México y su sistema de agua, ha desarrollado una relación de constante enfrentamiento por la ocupación de la superficie de la cuenca después de la conquista, y aunque la ciudad se las ha arreglado para mantener fuera el agua con el uso de infraestructura ahora sufre de una crisis de acceso a este recurso por un sencillo

balance: la demanda de agua supera a la cantidad que se le permite la estancia en la cuenca. El poco contacto con la vida acuática de la Ciudad de México hace que la presencia de agua dentro de los límites urbanos se convierta en una amenaza al funcionamiento cotidiano de un esquema de vida que no tiene cabida en el para permitirle aparecer en dentro de su contexto de maneras positivas. De forma necia nos reusamos como sociedad a modificar nuestras estructuras e infraestructuras para acoger a un elemento que es persistente e inalienable de la realidad física de la Ciudad provocándonos de forma masoquista contratiempos e incomodidades ante un elemento que simplemente no puede ser eliminado, y desperdiciando recursos a lo largo de cientos de años en realizar las mismas acciones sin éxito para deshacernos del vital líquido que tanto escasea para el consumo humano de forma enfermiza e irracional.

### **1.5. La relación entre los cuerpos de agua y las áreas verdes de la Ciudad de México**

Las áreas verdes y los cuerpos de agua sufren la misma pelea territorial con el suelo urbanizado de la Ciudad de México. Conforme la ciudad ha llegado a sus límites físicos y político-administrativos de expansión, la necesidad de la ocupación de espacio por parte de la población ha llevado a la paulatina conversión de espacios no construidos para su posterior ocupación. Parques, jardines, incluso

reservas territoriales áreas protegidas son víctima de invasiones y cambios de uso de suelo que van disminuyendo el área permeable de la ciudad. La impermeabilización de su superficie y la canalización del líquido para expulsarlo de la cuenca causan estragos en la recarga de los acuíferos y contribuyen a la acumulación del agua de lluvia en la superficie pavimentada, la cual arrastra las partículas que se encuentran sobre el asfalto hacia el sistema de drenaje y de ahí al medio natural. La falta de áreas verdes y espacios naturales, así como el deterioro de aquellos remanentes intraurbanos son parte de la estructura del suelo urbano en la ciudad en México y causa de la magnificación de los problemas anteriores por la falta de espacios que logren amortiguar estos impactos.

Así la Ciudad de México depende de que estos espacios se mantengan libres y en aptas condiciones para evitar tanto la contaminación del agua que se deposita en la cuenca como el escurrimiento del líquido fuera de ésta. Si la compactación y el tipo de suelo de un área verde, así como su cobertura vegetal lo permiten estas áreas permiten la retención de líquido para su propio consumo, así como cada metro cuadrado de suelo de recarga captura agua para poder aportar en el consumo interno de agua del principal consumidor de la cuenca, los habitantes de la Ciudad de México.

Debemos dejar de considerar a las áreas verdes y los cuerpos de agua como espacios opcionales o como

reservas territoriales para la expansión urbana. La falta de coerción para la protección de éstas y las pobres sanciones que se ejecutan promueven la ocupación de los espacios libres, así como la falta de una alternativa para mantener alejado al crecimiento urbano de estos llevan a la ciudad a la completa absorción e impermeabilización de su territorio, promoviendo a la desaparición de espacios que permitan la infiltración del agua al subsuelo y al total drenaje del agua de la cuenca, y con ello, aumentando la dependencia de fuentes externas, dejando a la Ciudad de México completamente vulnerable a cualquier crisis de agua que pueda presentarse, así como a fuertes inundaciones.

Como Rodríguez (2014) nos menciona, “...*la deuda de la ciudad en materia ambiental es poder incrementar el espacio público disponible, mediante la incorporación, adecuación e integración de los elementos de la estructura ecológica principal para su disfrute por parte de la población...*”<sup>22</sup>; al no permitir que las características naturales del entorno proporcionen los servicios ecosistémicos necesarios para hacer frente a esta realidad natural que se vive buscamos soluciones artificiales que requieren de un esfuerzo y recursos mayores con resultados deficientes, para mantener el estilo de ciudad que tenemos actualmente y que fortalece

las problemáticas en lugar de ofrecer una solución real e integral.

Como respuesta a estas consecuencias se desarrollan proyectos que intentan dar una pauta de solución para el problema de la infiltración de agua al subsuelo con la inyección directa de agua tratada, el tratamiento del agua residual y de lluvia y la dotación de áreas verdes urbanas enfocado a dos vertientes separadas, como son el diseño paisajístico con una marcada orientación de clase y de producción económica (por ejemplo el parque La Mexicana en Santa Fe) y el tratamiento de agua para un fin práctico (como los humedales creados en conjunto por la Facultad de Química y de la UNAM y la UAM Xochimilco para el riego de hortalizas y el sustento de especies nativas).

En el campo de las inundaciones, desde hace años existen los vasos reguladores usados para el tratamiento de aguas residuales y el almacenaje del agua de lluvia que provoca un exceso de gasto en los sistemas de drenaje y es depositada en estos para evitar la saturación del sistema, ocupando grandes superficies de suelo urbano. Aun así, cada uno de estos proyectos sirve a la lógica local del lugar en que se emplaza, son proyectos creados con un fin específico dentro de la ciudad y que se encuentran dispersas por la ciudad como consecuencia de la

---

<sup>22</sup> Rodríguez, J. A. R. (2014). *Urbanismo Sostenible: un enfoque desde la planificación*. p.98

planeación de corta visión que impera en la Ciudad de México, limitando su alcance y objetivo. Es necesario el poder llevar más allá el impacto de estos de forma conjunta desde la perspectiva de un sistema que sea capaz de maximizar el impacto que genera cada uno de estos elementos por separado bajo una óptica de planeación.

## **CAPITULO II: APROXIMACIÓN TEÓRICO - METODOLÓGICA AL SISTEMA DE ÁREAS VERDES**

En este segundo capítulo exploraremos la relación entre las áreas verdes y el entorno urbano desde una aproximación que procura superar los límites de la dicotomía ciudad-naturaleza, y las implicaciones que el análisis sectorial de estas y sus formas de manejo y gestión afectan su valor como un gran sistema interconectado para la Ciudad de México, y partir del paradigma que reconoce la importancia que conlleva la integración de la estructura ecológica urbana como parte de la gran complejidad del sistema urbano desde una visión integral, tomando como categoría analítica la bioregión y sus componentes, los ecosistemas.

### **2.1. Las ciudades como ecosistemas**

El término ecosistema se refiere al *“...conjunto de conceptos biológicos... e inertes... que coexisten en un*

*lugar, manteniendo relaciones recíprocas y en el que pueden cuantificarse unas entradas y salidas de energía.”*

<sup>23</sup> **Las ciudades son sistema socioambiental**, un ecosistema transformado en el cual se han modificado sustancialmente su estructura y procesos originales. Sin embargo, como menciona Rebele (1994) *“...recientemente, ha habido algunos estudios que examinan las regiones urbanas como ecosistemas, considerando sus características fundamentales, su función y la forma en que interactúan con su ambiente inmediato y global.”*<sup>24</sup>

Si aplicamos la perspectiva de un ecosistema (aun previamente transformado) a las ciudades es posible obtener una perspectiva integral de análisis de las complejas interacciones que ocurren dentro y fuera de ella entre sus componentes; así, *“el estudio de las interacciones entre los organismos, las estructuras construidas y el entorno natural, donde la gente se congrega alrededor de las ciudades”*<sup>25</sup> se le denominaría **ecología**<sup>26</sup> urbana, y sus complejas interacciones entre esta y el resto de los ecosistemas circundantes establecerían “ecotonos”, (término ecológico que se refiere al paso paulatino de un ecosistema a otro sin

<sup>23</sup> José, F. T. (1998). La ciudad y el medio natural. p.260

<sup>24</sup> URBAN ECOSYSTEMS. UNDERSTANDING THE HUMAN ENVYROMENT Robert A. Francis and Michael A. Chadwick Rebele, 1994; Grimm et al., 2008 p.19

<sup>25</sup> Richard T.T. Forman, La Ecología urbana y la distribución de la naturaleza en las regiones urbanas, en **Mostafavi, M., & Doherty, G. (2014), Urbanismo Ecológico.p.312**

<sup>26</sup> La ecología puede definirse como el estudio de las interacciones entre los organismos y el entorno. Ibidem

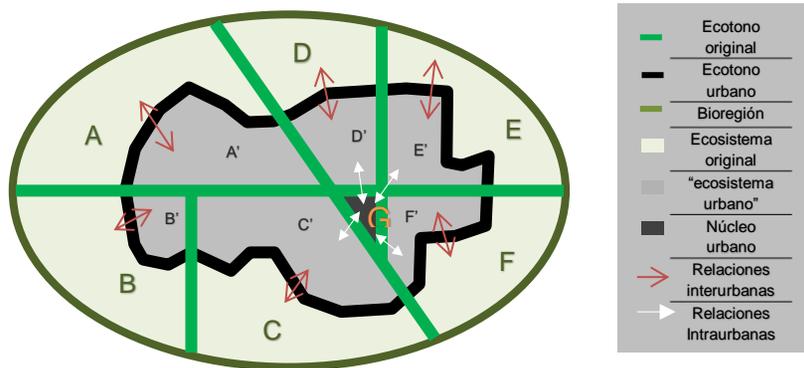


Figura 6. Relaciones entre ecosistemas y las subdivisiones del "ecosistema urbano" en una bioregión. Elaboración propia.

cambios bruscos en el espacio), en lugar de los rígidos límites establecidos culturalmente entre lo urbano y lo no urbano. Es importante recalcar que, al hablar de ecología urbana, "ecosistema urbano", o ecotono urbano, el objetivo es establecer una óptica de continuum<sup>27</sup> entre el sistema socioambiental que son las ciudades y el medio que las rodea.

Estas interacciones ocurren dentro de una **bioregión**, aquellas que comparten características físicas comunes como lo son un clima, especies nativas, una extensión continua de tierra, hidrografía, suelos, historia natural, etcétera, y sus límites son definidos por esas mismas características naturales.<sup>28</sup> Así, las relaciones entre ecosistemas pasa a un plano más amplio que nos permite

incluir a los habitantes de un lugar y las relaciones que crean para interactuar con su entorno alterando dinámicamente los límites y características de las bio-regiones, no solo como un elemento biótico de un ecosistema.

Las bio-regiones nos permiten analizar las relaciones entre ecosistemas por sus elementos físicos y culturales, pero la presencia de poblaciones puede ser de tal dimensión que invada varios límites entre ecosistemas, con lo que la ciudad puede y debe ser dividida en unidades menores de paisaje con características homogéneas. Se podría decir que, la ciudad, al insertarse en un medio y alterar paulatinamente las características originales del sitio va generando nuevas dinámicas que obedecen a la dinámica de fragmentar y unir, por lo que merece la pena estudiarlas de manera individual como elementos de un sistema y así obtener un mayor detalle de la naturaleza interna del entorno urbano, y no como una gran masa gris de asfalto, lo que niega a la ciudad la riqueza de sus componentes sociales, culturales, físicos, ambientales, biológicos y de la complejidad de las relaciones que generadas entre ellas que se estudian en el urbanismo y disciplinas afines. Una forma de ejemplificarlo sería la siguiente:

<sup>27</sup> "Algo que cambia de carácter gradualmente o en muy pequeños estados sin ningún punto de división claro" Cambridge University Press (2019) Cambridge Dictionary. Recuperado de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/continuum>

<sup>28</sup> Tonn, B., English, M., & Turner, R. (2006). The future of bioregions and bioregional planning. *Futures*, 38(4), 379–381. p.379

En el ejemplo de la [Figura 6] podemos observar una bioregión donde se encuentran 7 ecosistemas (A...G), entre ellos uno urbano (G) pequeño y antiguo que se encontraba originalmente rodeado por 5 de ellos. En este ejemplo cada uno de estos ecosistemas está claramente diferenciado y con sus respectivos ecotonos; al ir creciendo el área urbana sobre los otros ecosistemas y tomar su localización también adquiere las características físicas de estos y la previa estructura del ecosistema con el que se combina, lo que obliga a la adaptación del esquema original del “ecosistema urbano” primigenio a las nuevas características encontradas, dotando a cada una de estas subdivisiones de atributos únicos y creando diferencias entre distintas unidades de una urbe y la forma en que se relacionan con el resto del “ecosistema urbano” bajo sus propias características de ordenación y crecimiento.

A diferencia de las interacciones intraurbanas con un carácter más estructural, las interurbanas entre las distintas unidades del “ecosistema urbano” y el resto de los ecosistemas de la región otorgan un mayor nivel de complejidad al análisis, ya que el impacto de los ecosistemas urbanos en los ecotonos entre ambos puede ser de una gran amplitud dependiendo la actividad desarrollada en las urbes. Estos impactos regionales

“...cubren un radio de entre 10 y 100 km...”<sup>29</sup>; así podemos llegar a tener amplias extensiones de tierra afectadas directa o indirectamente por la acción humana, cuya intensidad dependen del manejo que las urbes tengan de estos impactos como la contaminación lumínica, sonora, del aire, del agua, etc.

Aplicado a Ciudad de México, su bioregión limitaría hacia el sur y el este con las formaciones del Eje Neovolcánico (Sierras de Chichinautzin y Ajusco), que dividen el territorio de forma abrupta dificultando las relaciones interurbanas más allá de estas; sin embargo, en el este la ciudad se extiende hasta las estribaciones más bajas de la Sierra Nevada, llevando los límites hasta donde la mancha urbana se extiende. Hacia el norte de la entidad los límites no son claros, ya que el continuum urbano provoca que el cambio gradual entre lo que se siente como Ciudad de México<sup>30</sup> y lo que ya no lo es (municipios de la zona metropolitana) se prolongue hacia el noroeste y se difumine rápidamente hacia el noreste; aun cuando se trata de la misma zona metropolitana, la distancia a la que se encuentran una y otra parte, así como la facilidad de comunicación con suelo urbano más allá de estas provoca que la fuerza de sus interacciones no sea lo suficiente para establecer un lazo homogéneo en ambos. Los límites bioregionales al norte de la Ciudad de México son

<sup>29</sup> Richard T.T. Forman, La Ecología urbana y..., Op. Cit. p.319

<sup>30</sup> Al hablar de Ciudad de México en este párrafo nos referimos a la delimitación política conocida anteriormente como Distrito Federal.

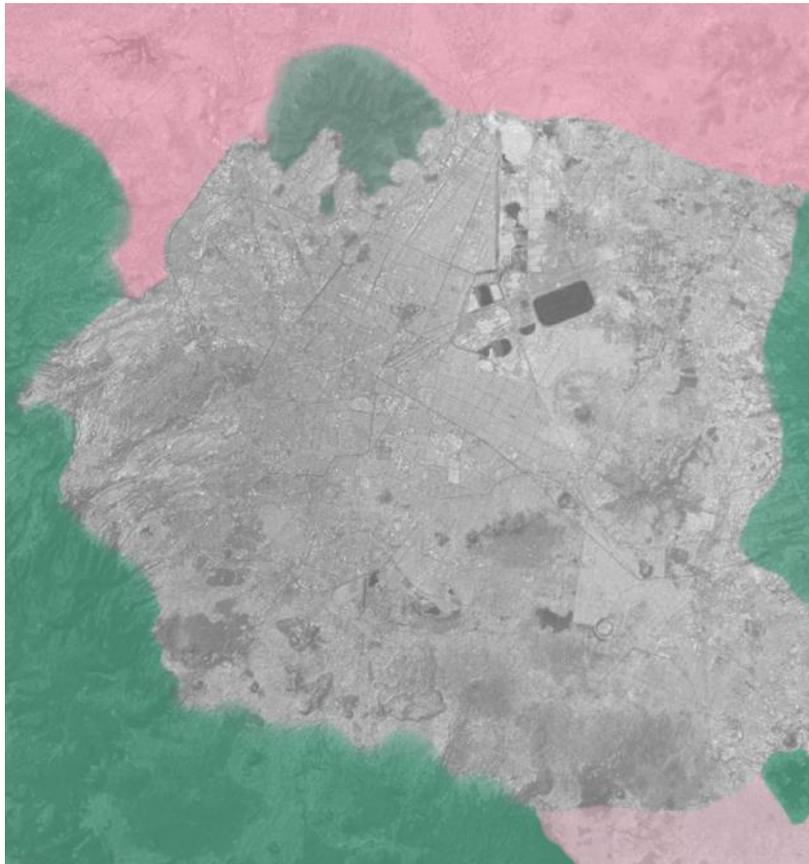


Figura 7. Bioregión en que se encuentra la Ciudad de México, con sus límites físicos (verde) y culturales (rosa).

meramente urbanos; en cuanto desaparece el suelo urbanizado, estas decaen rápidamente. [Figura 7]

Para poder comprender las relaciones con el medio natural que aún existe dentro la estructura urbana, pero alterado en cierta medida, y más comúnmente

fragmentado que continuo, como mencionan Mostafavi, M., y Doherty, G. (2014). Ellos reconocen 4 categorías [Tabla 6] que clasifican y dividen la gradiente de las áreas vegetadas dentro de los entornos urbanos, que va desde el ecosistema natural circundante al urbano (Zona Natural) hasta el suelo urbano consolidado como tal, sin presencia de los componentes biológicos ni físicos característicos de la Zona Natural sin alterar (Zona Construida).

Así, cada que se urbaniza un sitio se añaden nuevos componentes físicos y biológicos que crean nuevas relaciones y alteran las originales en distintos grados, que,

Tabla 6. Categorización de áreas vegetadas en los entornos urbanos.

Zonas	Característica
Zona Natural	No cultivada ni con usos intensivos
Zona Seminatural	Ligeramente alterada
Zona Verde de Uso Intensivo	Cubierta de vegetación con un gran uso de la población (parque, campo de golf, agricultura)
Zona Construida	

Fuente: Elaboración propia con datos de Mostafavi, M., & Doherty, G. (2014). *Urbanismo Ecológico*. p. 314

dependiendo de la resiliencia de este, pueden o no alterar el equilibrio ecológico de éstos, generando lo que se conoce como impacto. A nivel interno, estos impactos cubren " ...un radio de 100 y 1.000 m y son comunes y

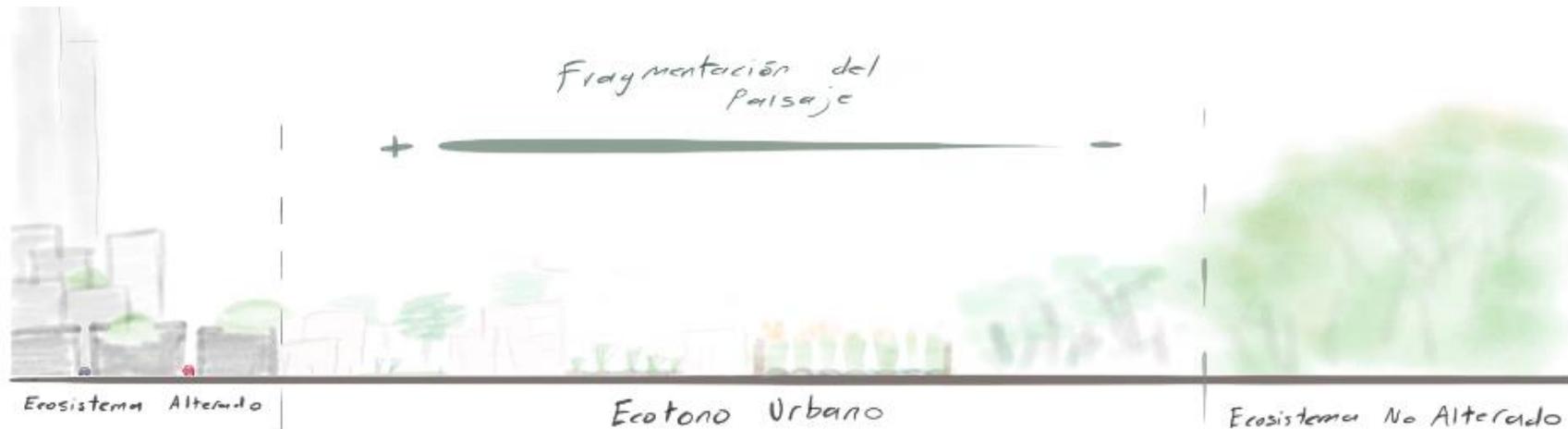


Figura 8. Gradientes entre el ecosistema natural y el “ecosistema urbano”. Fuente: Elaboración Propia

*especialmente importantes para el análisis y la planificación de la región urbana.”<sup>31</sup>.*

Esta percepción del impacto visto desde este enfoque de ecosistemas nos permitirá predecir de una mejor manera las afectaciones que la vida urbana traerá consigo al expandirse el “ecosistema urbano” en los ecotonos, y en como los componentes específicos de cada subdivisión del “ecosistema urbano” y con las unidades de paisaje remanentes que se encuentran dentro de la ciudad.

Es crucial poder comprender el verdadero impacto que conllevan las relaciones que tiene el ser humano con el medio artificial y previo a él, para poder dar una mejor solución a los problemas que implica nuestra presencia en los territorios, y no de una forma “romántica” o con

discursos pesimistas de nuestra presencia en nuestro entorno, sino desde intervenciones que tengan incidencia estructural desde los sistemas complejos que nos permita un verdadero análisis y comprensión de nuestro papel, nuestras acciones y de lo que es necesario hacer para mantener el equilibrio y la salud de nuestras bio-regiones. Así mismo, es fundamental eliminar de la formulación de políticas las normativas que regulan nuestra interacción con el ambiente bajo el desconocimiento de las afectaciones negativas de nuestra actividad en los ecosistemas cercanos, para evitar el uso de pretextos como escudos políticos para la justificación de las externalidades ocasionadas por parte de las acciones políticas irresponsables hacia el ambiente.

<sup>31</sup> McDonald, R.I., Op. Cit.

## 2.2. La perspectiva metabólica de las ciudades

Actualmente la manera en que las ciudades ejercen su impacto sobre el medio es visto en un esquema de metabolismo, en el cual la ciudad se conceptualiza como un organismo que consume y desecha desde y hacia el medio. A esta concepción del metabolismo se le llama metabolismo lineal, que obtiene del medio lo que necesita y luego lo desecha. Igualmente se puede decir que la ciudad estaría formada por un conjunto de organismos heterótrofos (construcciones) con metabolismo lineal que se encargan de consumir y desechos.

El hecho que estos se encuentren fijos en el territorio implica que una vez terminados los recursos más cercanos sea necesario el transporte de estos para que sigan metabolizándolos al ser incapaces de desplazarse por las mismas características del suelo, y requiriendo obtenerlas de otro sitio al no poder generar su sustento, expandiendo el rango de impacto fuera de sus límites

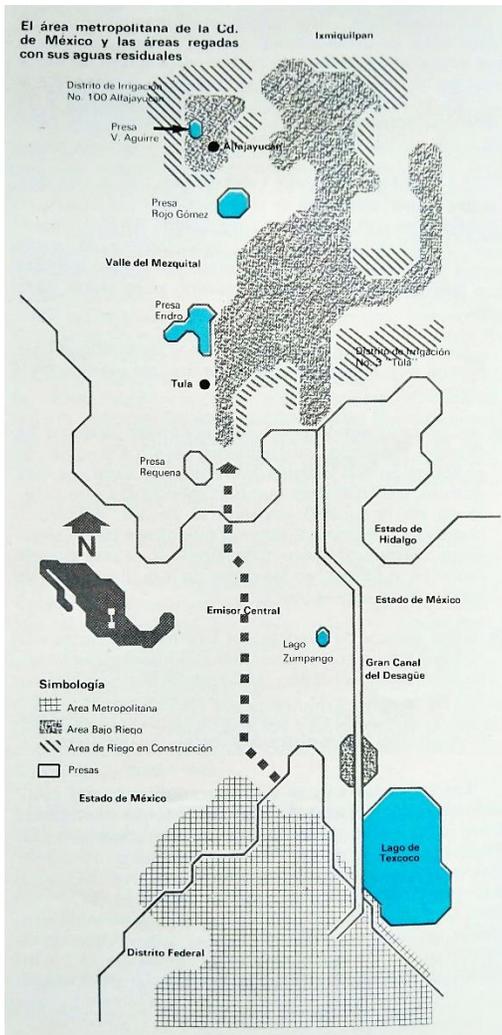


Figura 9. Destino de las aguas residuales generadas por la CDMX. Fuente: Romero, H. M., & Mora, P. (1988). México: La ciudad más grande del mundo. En Editora Espacios Juventud A. C., p. 68

cercanos. Robert A. Francis y Michael A. Chadwick (2013) consideran las regiones urbanas como los mayores consumidores de recursos ambientales a escala local y global, afectando a ecosistemas que no están físicamente continuos a ellos y generando una enorme cantidad de desechos que se procesan en otros ecosistemas. Así, la ciudad no es productora de beneficios para el resto de los ecosistemas, solo consume recurso y produce desechos que el ecosistema debe de procesar; desde una perspectiva de escalas se comporta como un organismo muy grande que sobrepasa la biocapacidad de los ecosistemas circundantes, lo que termina contaminándolos.

Esto se nota en la manera en que disponemos de los desechos urbanos: los residuos sólidos los concentramos en un número limitado de vertederos emplazados en los ecotonos o dentro de otros ecosistemas para que sean procesados por ellos como puedan, de forma “natural”; por ejemplo, el agua de desecho de la Ciudad de México en conjunto es dirigida hacia Valle del

Mezquital en un solo volumen continuo [Figura 9], esto aumenta drásticamente la cantidad de materia orgánica y sustancias no orgánicas hacia otra cuenca que ahora debe encargarse de procesarlos según la resiliencia del ecosistema.

Al no ser capaz de hacerlo en su totalidad el exceso de materia sigue fluyendo hacia otros ecosistemas distintos hasta llegar al mar donde continua modificando las cantidades de materia sobre los niveles normales mientras esta se disipa, similar a lo ocurrido en los ciclos biogeoquímicos donde elementos inorgánicos viajan de un ecosistema a otro, sin embargo estos se vuelven necesarios al formar parte de la correcta función y metabolismo de los ecosistemas, mientras que los desechos urbanos no. Aún con acciones como la creación de campos de cultivo de irrigación de aguas negras o con el aprovechamiento de vertederos como parques y generadores de energía eléctrica con gas metano estos son insuficientes para el volumen de desechos que expulsa la ciudad.

En cuanto al consumo de recursos, la especialización de ciertas regiones para la producción eficiente de un tipo de recurso que se utiliza en las urbes ha provocada la generación de una red de fuerte interdependencia entre diferentes ecosistemas urbanos que trasciende la continuidad espacial directa entre ellas, aunque sigue determinada por el peso de la cercanía entre ellas y el tipo

de producto que genera. Para cualquiera de las actividades económicas los recursos necesarios son casi siempre obtenidos de los ecosistemas continuos a los ecosistemas urbanos, y no dentro de ellos. Pueden ser extraídos de ellos o pueden ser modificados para la eficiencia de producción de los recursos que la ciudad consume, lo que genera impacto en mayor y menor medida; una parte es consumida por el “ecosistema urbano” extractor y otra es enviada a otros ecosistemas urbanos dentro de la red Urbana, aportando una cantidad extra de materia que será desechada en esos ecosistemas.

Así, al no ser la ciudad productora de sus mismos medios de subsistencia para sus habitantes genera una carga ecológica extra en los ecosistemas aledaños a esta y en otros ecosistemas externos, elevando el nivel de complejidad una escala más arriba, en comunidades de biorregiones con un intercambio continuo. La ciudad no es un organismo inscrito en un ecosistema homogéneo, es un sistema socioambiental rodeado de los distintos ecosistemas distintos que conforman su bioregión, al no poder procesar sus productos ni mantenerse con los recursos disponibles y al tener un lugar fijo en el espacio este extiende su impacto hacia aquellos ecosistemas más cercanos que dispongan de estos recursos, desequilibrándolos por la ausencia o exceso de elementos que no están contemplados en el equilibrio de estos.

Como se había mencionado en el capítulo anterior, bajo el mismo ejemplo del agua en Ciudad de México el déficit que provoca la impermeabilización de la superficie de la cuenca junto con la alta población genera la necesidad de importar este recurso desde otras cuencas, generando desbalance hídrico en otras cuencas más: 30% del agua que se consume viene del Sistema Cutzamala [Figura 10] y 12% es extraída del Valle de Lerma (Consejo Consultivo del Agua, 2018), casi la mitad del agua necesaria para la subsistencia de la ciudad viene de fuentes externas, lo que añade unos 26.6 m<sup>3</sup> de agua cada segundo al agua que normalmente se encontraría en la cuenca, y que finalmente terminara fuera de ella en Valle del Mezquital.

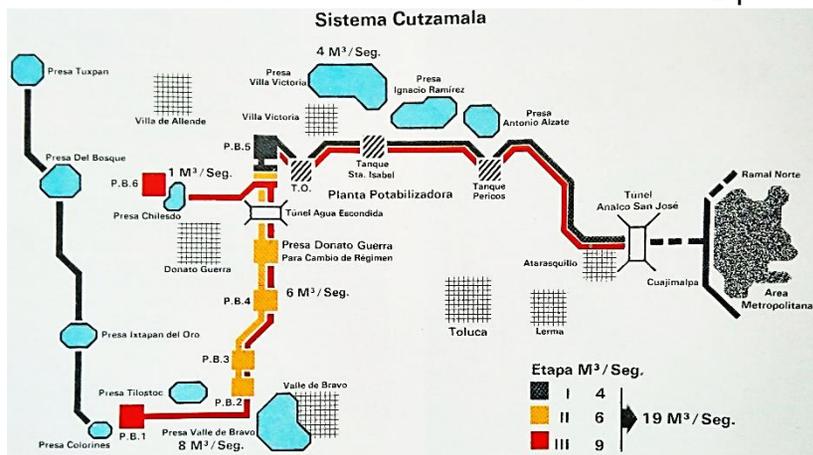


Figura 10. Diagrama del Sistema Cutzamala. Fuente: Romero, H. M., & Mora, P. (1988). México: La ciudad más grande del mundo. En Editora Espacios Juventud A. C., p. 64

Considerar la ciudad como un organismo con un metabolismo lineal simplemente no encaja en la

complejidad de la realidad de sus relaciones a nivel intra e interurbano, provocando la creación de políticas y proyectos que se crean conceptualizando la relación urbano-natural sin tomar en cuenta las condiciones ecológicas, hidrológicas, climáticas, etcétera, y que son insuficientes e inefectivas para mitigar los impactos de la ciudad en sus biorregiones, haciendo imposible alcanzar la completa neutralización de estos por los volúmenes y la escala que las urbes alcanzan y el amplio territorio en el cual estos afectan los ecosistemas aledaños.

### 2.3. Fragmentación del paisaje: de parches y corredores

Debemos entender el paisaje no como naturaleza, sino como una construcción social formada por las interacciones que imprime en ella (Ramírez Velázquez, B. R., 2010), que incluye desde el fondo hasta el primer plano de la experiencia sensorial, que permite reconocer la identidad de un lugar como continuum completo. Incluso se podría hablar de la representación del paisaje a distintas escalas; de la diferencia entre el bullicioso centro de las ciudades donde el primer plano abarrotta la vista, un barrio residencial con un equilibrio entre planos y fondo, y vida de las comunidades gobernadas por el paisaje de su contexto natural y suburbano. Ese continuum tiene su base en la misma continuidad de los ecosistemas, cuyas variaciones crean los distintos matices de homogeneidad

que podemos percibir para diferenciar un paisaje de otro.

Sin embargo, uno de los efectos estructurales más importantes de los ecosistemas urbanos sobre el medio ambiente es la fragmentación del paisaje provocado por la presencia de infraestructura urbana dentro y fuera del “ecosistema urbano”. La fragmentación paisajística se define como “... *el resultado de la transformación de grandes parches de hábitat en pequeños, más aislados, fragmentos de hábitat*”<sup>32</sup> principalmente por la presencia de infraestructura de comunicación o de transporte de bienes o pasajeros que atraviesa los ecosistemas naturales conectando distintos ecosistemas urbanos. Igualmente, las actividades productivas (como la agricultura) y los usos del suelo provocan esa separación y alteración de hábitats reduciendo sus tamaños tanto en ecosistemas naturales como urbanos. Las alteraciones provocadas por la fragmentación del paisaje tienen efectos negativos en los valores ambientales de los ecosistemas y afecta los servicios ecosistémicos que estos brindan. [Tabla 7]

*“Los servicios ecosistémicos (SE) son definidos como los servicios que el capital natural provee a los seres humanos.”*<sup>33</sup>

Para Francis, R. y Chadwick, M (2013, p.37) “... *el tamaño y la distribución espacial de los parches del paisaje tienen una relevancia ecológica directa*”, mayores índices de fragmentación del paisaje significan una disminución en la calidad de los servicios ecosistémicos de sus parches, y, considerando el ambiente urbano como un elemento distinto al ecosistema natural original, mientras tengan una mayor cercanía a la infraestructura de transporte, usos de suelo comerciales, de servicios y equipamientos, y su utilización en actividades agropecuarias, se vuelven más susceptibles a urbanizarse en el corto plazo.

Al ser incapaces de mantener estos servicios ecosistémicos su valor al anexarse como suelo urbanizado que el de los disminuidos beneficios que ofrece permite que las autoridades retiren su protección y sean considerados como reservas de suelo para el crecimiento urbano futuro. Así, de forma progresiva anexamos pedazos de paisaje fragmentados como nuevo suelo urbanizado listo para el desarrollo, los cuales provocan la fragmentación de nuevo suelo continuo al “ecosistema urbano”, perpetuando el crecimiento de los ecosistemas urbanos sobre los naturales con la paulatina fragmentación de ecosistemas naturales con la parcelación del suelo contiguo a las ciudades y el impacto

<sup>32</sup> European Environment Agency. (2011). Landscape fragmentation in Europe. Copenhagen. p. 9

<sup>33</sup> Codato, D. (2015). Estudio De La Percepción Social Del Territorio Y De Los Servicios Ecosistémicos en El Alto Mayo, Región San Martín, Perú. Espacio y Desarrollo, (27), 7–31. p. 1

## Efectos de la fragmentación paisajística en el ambiente y varios servicios ecosistémicos

Tema	Consecuencia de las instalaciones de infraestructura lineal
<b>Cobertura de suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupación del suelo para superficie de rodamiento y arcén</li> <li>• Compactación del suelo, sellado de la superficie del suelo</li> <li>• Alteraciones a la geomorfología (ej. cortes, terraplenes, presas, estabilización de taludes)</li> <li>• Remoción de vegetación, alteración de la vegetación</li> </ul>
<b>Clima local</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de las condiciones de temperatura (ej. calentamiento de caminos, incremento en la variabilidad de temperatura)</li> <li>• Acumulación de aire frío en terraplenes de caminos (ascenso de aire frío)</li> <li>• Modificación de las condiciones de humedad (ej. menor contenido de humedad en el aire a causa de mayor radiación solar, humedad contenida en arcones debido a la compactación del suelo)</li> <li>• Modificación de condiciones lumínicas</li> <li>• Modificación de condiciones de vientos (ej. a causa de corredores en los bosques)</li> <li>• Límites climáticos<sup>1</sup></li> </ul>
<b>Emisiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de vehículos, contaminantes, sustancias fertilizantes causando eutrofización</li> <li>• Polvo, partículas (abrasión de llantas y balatas)</li> <li>• Aceite, combustible, etc. (ej. en caso de accidentes viales)</li> <li>• Sal de camino<sup>1</sup></li> <li>• Ruido</li> <li>• Estímulos visuales, iluminación.</li> </ul>
<b>Agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drenaje, rápido escurrimiento de agua</li> <li>• Modificación de corrientes superficiales de agua</li> <li>• Aumento o disminución del nivel freático subterráneo</li> <li>• Contaminación del agua</li> </ul>
<b>Flora y fauna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte de animales por atropellamiento (ej. parcialmente debido a la atracción de animales por caminos o líneas de ferrocarril: "efecto trampa")</li> <li>• Mayores niveles de alteración y estrés, pérdida de refugios</li> <li>• Reducción o pérdida de hábitat; en algunas ocasiones creación de nuevo hábitat</li> <li>• Modificaciones a la disponibilidad de alimento y composición dietética (ej. reducción de disponibilidad de alimento de murciélagos debido al ascenso de aire frío a lo largo de terraplenes por la noche)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto barrera, efecto de filtro al movimiento animal (conectividad reducida)</li> <li>• Ruptura de las vías de migración estacional, dispersión impedida, restricción de recolonización</li> <li>• Subdivisión y aislamiento de hábitats y recursos, separando poblaciones</li> <li>• Ruptura de dinámicas metapoblacionales, aislamiento genético, afectaciones de la endogamia y aumento de deriva genética, interrupción de los procesos de desarrollo evolutivo</li> <li>• Reducción de hábitat por debajo de las áreas mínimas requeridas, pérdida de especies, reducción de la biodiversidad</li> <li>• Aumento de la intrusión y distribución de especies invasivas, accesos que facilitan la infección con enfermedades</li> <li>• Efectividad reducida de depredadores naturales de plagas para la agricultura y silvicultura (es decir, el control biológico de plagas es más complicado)</li> </ul>
<b>Paisaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estímulos visuales, ruido</li> <li>• Aumento de penetración del paisaje por caminos, postes y cables</li> <li>• Cortes visuales, contrastes entre naturaleza y tecnología; ocasional vivificación del paisaje (ej. por avenidas con árboles)</li> <li>• Cambio del carácter e identidad del paisaje</li> </ul>
<b>Uso de suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consecuencias del aumento de movilidad humana debido a caminos, aumento del volumen del tráfico, presión aumentada por el desarrollo y la movilidad</li> <li>• Consolidación del campo (mayormente en relación con la construcción de nueva infraestructura de transporte)</li> <li>• Calidad reducida de productos agrícolas cosechados a lo largo de caminos</li> <li>• Calidad reducida de áreas recreativas debido al empequeñecimiento, disección y ruido.</li> </ul>

**Nota:** Ejemplos de las consecuencias de las instalaciones de infraestructura lineal como son caminos, vías de ferrocarril y líneas eléctricas (no incluye los efectos de construcción tales como excavación y depósitos de suelos, vibraciones, perturbaciones acústicas y visuales). Los efectos están agrupados en siete temas.

**Fuente:** Jaeger, 2003, basado en distintas Fuentes.

*Tabla 7. Fuente: Francis, R. A., & Chadwick, M. A. (2013). Urban Ecosystem: Understanding the Human Environment.*

de las actividades humanas sobre los ecotonos contiguos.

Las redes de intercambio en los sistemas de ciudades que trascienden los límites bioregionales provocan la creación de infraestructura para el transporte, la cual aumenta conforme aumentan las actividades productivas y, por ende, la población de las ciudades, aumentando la fragmentación en el paisaje de los ecosistemas circundantes al urbano. En su reporte de 2011 la EEA menciona que: *“una región es más probable de ser más fragmentada que otras... si tiene mayor densidad de población, mayor producto interno bruto per cápita, menor tasa de desempleo y mayores volúmenes de bienes y pasajeros transportados, con una población bien educada y consciente ambientalmente (a causa de una avanzada degradación ecológica), con pocas barreras naturales (ej. grandes montañas), y si la región ya está naturalmente dividida en islas.”*<sup>34</sup>, de las cuales menciona las 3 más importantes son la densidad poblacional, el volumen de transporte de personas y mercancías y el producto interno bruto.

Podemos decir entonces que las causas de la fragmentación del paisaje son las siguientes:

- Crecimiento demográfico.
- Crecimiento económico.
- Altos impactos que degeneran los servicios

ecosistémicos en los ecotonos.

- Creación de infraestructura lineal relacionada a las actividades urbanas.
- Parcelación y transformación de los ecosistemas contiguos a la mancha urbana.
- Falta de medidas de conservación y remediación ecológica para mantener los servicios ecosistémicos de los ecotonos y ecosistemas afectados por la actividad urbana y evitar su transformación en suelo urbano.
- Política pública urbana enfocada en los aspectos social y económico.

Por otra parte cuando un parche se encuentra inmerso en la estructura urbana y pierde conexión directa con el ecosistema original del que formaba parte de forma permanente e irreversible (por la construcción de infraestructura de gran dimensión que implique la transformación completa del territorio que los separa) cambiarán radicalmente sus interacciones al interior de este, al punto que no puede ni debe ser considerado como parte del ecosistema original, al ser imposible recuperar las características originales del sitio (Sijmons, 2012, citado en Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (2014). *Revising Green Infrastructure: Concepts Between Nature and Design*. p. 93) a causa de las nuevas interacciones que adquiere al sumergirse completamente

<sup>34</sup> Op. Cit. European Environment Agency, p. 16

la estructura urbana y adquirir el complejo sistema de relaciones que rigen el territorio urbano, sumados a los efectos magnificados de la infraestructura sobre los parches de paisaje, y de aquí la necesidad de tratar el problema bajo la visual de sistemas complejos.

Como mencionan Sijmons, *“El paisaje cultural emerge como una unidad de tierra y gente (Riehl, 1851), como el territorio evoluciona a través de las relaciones de adaptación a la naturaleza...”*.<sup>35</sup> Mientras más pequeños, más alejados entre sí y menos conectados se encuentren los parches de paisaje dentro de la estructura urbana menor será la calidad de los servicios ecosistémicos que puedan ofrecer a su entorno urbano. Un parche lo suficientemente grande puede llegar a conservar buena parte de sus servicios ecosistémicos protegido por un ecotono lo suficientemente amplio para lograr mitigar la mayor parte de los impactos del “ecosistema urbano” circundante (como en un bosque urbano), mientras que uno pequeño actuaría de forma más parecida a un ecotono, careciendo de una estabilidad relativa dentro de su función (cuando se ven como unidades separadas de paisaje), pero pasando a formar parte del paisaje “urbano” gracias a su estrecha relación.

Estos parches influyen ampliamente en el paisaje urbano e inclusive en la forma misma de la ciudad, ya que, al ser el paisaje un todo, dotan de características específicas y una identidad única al espacio urbano en donde se encuentran, lo que permite la diferenciación de zonas de la ciudad en distintos paisajes urbanos. Así, Narciso C.A.F. nos dice: *“El paisaje urbano es en toda su estructura, formada por las características naturales del sitio que le dio origen, adquiriendo características únicas y de identidad”*.<sup>36</sup> Estas relaciones también pueden fortalecerse por medio de corredores de paisaje, los cuales son espacios verdes lineales que conectan con otros espacios verdes cercanos, (Doherty, G., & Mostafavi, M., 2014) penetrando por medio de un canal más estrecho la presencia de un área verde dentro del entorno urbano hasta poder llegar a otro parche, extendiendo el paisaje de una y otra como una unidad, pero con claras diferencias físicas y morfológicas. La presencia de corredores y parches en zonas específicas de la ciudad genera áreas que, aunque están fragmentadas, mantienen un paisaje en mayor o menor medida uniforme, extendiendo el impacto que tendrían los parches por su propia cuenta.

De esta forma los efectos negativos de la fragmentación paisajística de una ciudad pueden ser mitigados

---

<sup>35</sup> Sijmons (2012) citado en Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (2014). Revising Green Infrastructure Concepts Between Nature and Design. p.15

<sup>36</sup> Narciso C.A.F. (2008) A cidade o futuro – estrutura ecológica urbana: da sustentabilidade do ecossistema urbano. p.78

combatiendo la fragmentación del paisaje dentro del “ecosistema urbano”, facilitando el flujo de organismos (Mostafavi, M., & Doherty, G., 2014, p. 37), así el uso de parches naturales y seminaturales que estén conectados por medio de corredores puede permitir el flujo de personas, agua y especies entre los parches inmersos en el “ecosistema urbano” desde los ecosistemas que rodean al urbano y la conservación de las características originales del ecosistema previo; la existencia de un paisaje continuo *“tendrá más firmes e integrales flujos de organismos y materiales, y posiblemente mantendrá niveles más naturales de biodiversidad, procesos ecosistémicos y servicios ecosistémicos...”*<sup>37</sup>, otorgándole un mayor impacto sobre el suelo urbano contiguo haciéndolo parte fundamental del paisaje urbano local, logrando que los elementos del paisaje original se fundan dentro del paisaje urbano y los beneficios de sus servicios ecosistémicos percibidos y valorados sean apropiados por los habitantes que los disfrutan (ya sea de forma permanente o temporal).

*“La utilización de bienes naturales para conservar los valores y funciones ecosistémicos que proveen beneficios asociados a la sociedad humana, expresados en “redes de espacios verdes*

*interconectados” que consisten en “ecosistemas naturales o restaurados” y “características del paisaje” en un sistema de “centros”, “conexiones” y “sitios” (Benedict and McMahon 2006)”.*

Parte de los servicios ecosistémicos es su valor social, *“Los valores sociales de los SE se pueden definir como la percepción sociocultural del bienestar humano brindado por los ecosistemas.”*<sup>38</sup> Estos tienen su origen cuando establecen interrelaciones con la macroestructura social; en otras palabras, la percepción del ser humano es lo que le da sentido. Por ejemplo, Codato utilizó para su estudio del Alto Mayo los siguientes valores sociales:

- **“Valor del paisaje:** ...sitio bonito, con un paisaje hermoso, buen olor y sonidos, etc.
- **Valor de diversidad biológica:** ...plantas, animales, peces diferentes.
- **Valor de uso:** ...provee madera, comida, minerales y/o plantas medicinales
- **Valor de sustento para la vida:** ...producción, preservación y renovación del agua y del suelo.
- **Valor recreacional:** ... disfrutar de mi tiempo libre haciendo actividades de diversión con mi familia.

<sup>37</sup> (Mostafavi, M., & Doherty, G., (2014) Op. Cit. p. 36

<sup>38</sup> Codato, D. (2015). Op. Cit.

- **Valor espiritual y cultural:** *...me permite continuar y pasar la sabiduría, conocimientos y tradiciones de mis ancestros y porque es un sitio sagrado, religioso o espiritualmente importante para mí*
- **Valor histórico:** *...sitios y aspectos de la historia natural y humana del área muy importantes por el pueblo...*<sup>39</sup>

Como en todo valor, la percepción es el componente que otorga la valorización, la percepción de los habitantes de una zona que han establecido ya una relación con su entorno y la capacidad que el paisaje tiene para transmitir esta sensación por medio del componente cultural, donde se origina la complejidad y amplitud de este concepto. Esta valorización por parte de los habitantes mejora las condiciones de conservación y protección de los servicios ecosistémicos y las áreas verdes; una mejor comprensión de cómo afecta la fragmentación de estos sitios a su capacidad de mantener sus servicios ecosistémicos y la identificación de los beneficios asociados a la presencia de elementos naturales otorga un mayor significado a la existencia de estos lugares y permitir la mitigación de sus efectos.

<sup>39</sup> Ibidem. p.14

<sup>40</sup> Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. Op. cit. p. ix

## 2.4. Las áreas libres como un estructurador ecológico, urbano y social de las ciudades

La calidad del paisaje urbano no solo ofrece beneficios de carácter ecológico a la población inmersa en él (como se ha enfatizando) también otorga servicios económicos y sociales. Para tal, el paisaje deber funcionar como *“...infraestructura cuando actúa como una especie de red de transporte y distribución, capaz de mover personas y soportando una variedad de sistemas vivos”*<sup>40</sup>; en que los parches permitan la penetración del paisaje natural dentro del urbano hasta otros parches por medio de corredores, creando la conectividad entre parches de paisaje inmersos en el “ecosistema urbano”.

Los corredores naturales inscritos en el “ecosistema urbano” pueden ser definidos desde distintas escalas, una de ellas es la presencia de los ríos urbanos que, en distintas escalas de alteración, mantienen aún parte de su sentido ecológico como un elemento de paisaje natural estructurador de su entorno urbano. Por ejemplo, los cauces de ríos como el Río Magdalena, que, aunque se encuentra entubado en casi la totalidad de su recorrido dentro de la ciudad, aún es posible distinguir el espacio que ocupaba dentro de la colonia Chimalistac; la calle Paseo del río se estableció al margen de este, y, aunque el río fue cubierto en este tramo, el tamaño de la vialidad

y el poco tránsito dentro y a través de la colonia permitieron que el espacio que dejó atrás continuara como un área verde tipológicamente especializado en un parque lineal que conecta el paisaje interno de la colonia.

La capacidad de los corredores para prolongar el paisaje dentro del “ecosistema urbano” depende del grado de conectividad que exista entre parches, así de cómo tan aislados se encuentren unos de otros. Así, *“Más allá de proveer servicios ecosistémicos (MEA 2005) y mejorar la biodiversidad y conectividad de hábitats, la infraestructura ecológica también puede actuar como un marco de trabajo para definir el crecimiento urbano y las formas urbanas a través de las escalas.”* (Yu 2010,59)<sup>41</sup>. A su vez, el grado de conectividad y aislamiento están igualmente relacionados con la escala a la que se realicen los estudios; o sea, depende de donde los estemos mirando y cual el objetivo para lo cual se observan los corredores. Sin embargo, es determinante que se observe de manera multiescalar y de forma longitudinal. Así, para conocer la conectividad general de un sistema las grandes escalas nos permiten realizar análisis generales para poder comparar un sistema con otro, pero para poder conocer las áreas más y menos conectadas dentro del sistema debemos realizar nuestros análisis a nivel local, con unidades de medición acordes al área de influencia de los

servicios eco sistémicos de los elementos ecológicos, recordando que las interacciones espaciales tienden a perder fuerza dependiendo de la distancia entre los elementos en el Paisaje. Aquí reside la importancia de los corredores, los cuales permiten extender esta influencia y acortar las distancias entre ellos y con el entorno natural adyacente al urbano.

Aunque no todos los parches de paisaje se encuentran conectados con remanentes del ecosistema original dentro del urbano o son parte de este, su valor ecológico dentro del “ecosistema urbano” es innegable, aunque puedan ser estos también modificados, inducidos o artificiales; de esta forma, el paisaje como un elemento de infraestructura dentro del entorno urbano regulado o creado por la mano humana puede considerarse una máquina de paisaje. Parafraseando a Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G., estas máquinas de paisaje no son *“...el actual o pasado paisaje”* conservado y/o restaurado para usar como base para el desarrollo futuro de las ciudades, *“sino un nuevo, incluso artificial, sistema de paisaje que aun así se convertirá en un sistema auto-sustentable...”*; *“una máquina de paisaje; es un diseño que permite el procesamiento de material y recursos que no*

---

<sup>41</sup> Ibidem.

*son endémicos, sino importados...*"<sup>42</sup> En este sentido, la máquina de paisaje se permite incluso alterar los remanentes del paisaje natural de ser necesario para el correcto diseño en pro de la estructura ecológico-urbana existente en el contexto de ese, ya que "...no es posible regresar la historia de un sistema de paisaje y volver en el tiempo (Sijmons 2012, 290)"<sup>43</sup> para poder recuperar el paisaje ni su ecosistema natural originales por la alteración de sus relaciones al existir ahora dentro de un nuevo contexto, un "ecosistema urbano". Según Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (2014, p. 94), las características de una máquina de paisaje son:

1. *"Es un paisaje productivo que, por el diseño de una intervención, resolverá una falla existente en el medioambiente físico. Esta debe ser explícitamente presente por un desarrollo ecológico, social y económico negativamente afectado.*
2. *El aspecto de máquina consiste en procesos ecológicamente descritos que son extendidos o estimulados para rendir. Estos interactuarán constantemente entre ellos, afectando la forma, escala y posición de los componentes en el paisaje. Tienen un intercambio dinámico...*

3. *El diseño y evaluación de la funcionalidad será explícitamente hecha por ratios de entradas y salidas, i.e. metabolismo del sistema."*

Como mencionan Francis, R. y Chadwick, M. (2013), si se conectan diferentes fragmentos de paisaje con la ayuda de corredores esto no implica que los flujos que fueron interrumpidos con la implementación de la infraestructura ecológica creada por mano humana puedan volver o que sean capaces de recorrer estos conductos, ya que no necesariamente pueden ser apropiados para ciertas especies animales y vegetales que quieran ser reconectadas entre parches; inclusive las comunidades humanas pueden no obtener un beneficio de conectividad si el diseño se realiza de forma arbitraria o unilateral, pero sin duda puedan ayudar a reactivar la conectividad ambiental, ecológica y social de los espacios artificializados, pensados como un instrumento integral de planeación y gestión del paisaje.

Las dimensiones, los materiales, la escala o el contexto, que a la vista del diseñador conectan en paisaje, pueden no realizar esta misma función para las relaciones de intercambio entre las comunidades aisladas, por lo cual no pueden dar una solución adecuada para los problemas de conectividad de paisaje dentro de los ecosistemas urbanos; de aquí la importancia del conocimiento y

<sup>42</sup> Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (2014). Op. Cit. p. 93

<sup>43</sup> ibidem

comprensión de las interacciones entre los componentes del paisaje que serán intervenidos. Así, la tercera característica expuesta (Czechowski; Hauck; Hausladen) que menciona de las máquinas de paisaje no puede limitarse al estudio de las interacciones simplemente como metabolismo con sus entradas y salidas (una visión usada ampliamente en las visiones ingenieriles), debe evaluar e investigar sobre la visión de los sistemas complejos.

La integración de los parches de paisaje como un elemento de “infraestructura verde” dentro de las ciudades nos presenta un panorama en el que la inversión de esfuerzo y recursos en el mejoramiento de estas áreas verdes urbanas y otros elementos del paisaje urbano se vean reflejados directamente en el mejoramiento de problemas de carácter público anteriormente mencionados a lo largo de las ciudades, (como son las inundaciones, infiltración de agua, captura de CO<sub>2</sub>, reduciendo el costo en gastos de otros esfuerzos realizados para el combate de los efectos negativos de estos problemas.

En este sentido el paisaje <sup>44</sup> se vuelve determinante como parte de la maquinaria de interrelaciones existentes dentro de la ciudad y que nos permite como planificadores,

establecer la forma, la estructura, el significado y la función que determina la toma de decisiones, en que las áreas verdes se vuelven determinantes como estructura integral de la ciudad y parte de la infraestructura y equipamiento públicos. En este sentido, es importante visualizar la integración de las áreas verdes desde una perspectiva que requiere de dotarla de ciertos parámetros que deben ser respetados para mantener y mejorar los beneficios que otorgan y que marcan el camino para la creación de una mejor y más efectiva normatividad, y que tenga efectos en el bien estar de los habitantes. Las áreas verdes requieren de condiciones óptimas para poder proveer de los servicios ecosistémicos, como la restauración urbana y funcionar correctamente como elementos de infraestructura dentro de las ciudades, como habitantes de un entorno urbano es nuestro deber velar por el estado de estos servicios y de las características básicas necesarias del paisaje, y realizar las acciones necesarias para su restauración y conservación. Dicks, H., en su escrito menciona los aportes de *Andrew light*, quien, en sus palabras, considera “...que la importancia de los proyectos de restauración urbana puede recaer sobre todos en la

---

<sup>44</sup> El paisaje, en tanto que resultado de una transformación colectiva de la naturaleza, es un producto social. Los paisajes reflejan una determinada forma de organizar y experimentar el territorio y se construyen socialmente en el marco de unas complejas y cambiantes relaciones de género, de clase, de etnia, de poder, en definitiva (Nogué, J, 2007).

*participación pública...<sup>45</sup>: Andrew nos dice que “...la restauración ecológica representa una práctica, y su mayor progreso hasta ahora en términos de servir como conducto para la participación pública en la naturaleza han sido las áreas urbanas. ...En su núcleo las restauraciones participativas suman a la participación pública en la naturaleza; es una restauración no solo para la naturaleza sino también de la relación cultural humana con la naturaleza”.<sup>46</sup>*

Así la restauración ecológica mide “...la relativa importancia de diferentes prácticas ambientales en términos de su habilidad para engendrar una relación más participativa entre los humanos y la naturaleza alrededor de ellos...”<sup>47</sup>, lo que permitirá fortalecer los lazos de identidad y apropiación del paisaje y así asegurar su protección y valorización; la restauración y la conservación de los elementos naturales pueden así convertirse en parte de lo que significa ser ciudadano. Narciso C.A.F (2008). nos habla de esta *nueva perspectiva* en el actuar de la ciudad:

*“...se hace emerger una nueva perspectiva de avance en el área de una nueva política de*

*intervención, en el nivel de un espacio verde/abierto público, que se remite a la arborización urbana -o tratamiento del “verde”- como parte integrante de la ciudad, vislumbrando un proceso de forma integrada y también en su totalidad, como componente urbano insertado en una realidad mayor -ecológica- y también articulado con todas sus partes externas.<sup>48</sup>*

Esta relación entre los habitantes y el paisaje le otorga una dimensión social de carácter público, la cual se esclarece de mejor manera desde las áreas libres urbanas, las cuales definiremos como extensiones de territorio en las que no se encuentran grandes volúmenes construidos que nieguen la circulación o la visual de los habitantes de la ciudad. La variedad de áreas libres va desde los bosques urbanos y áreas naturales protegidas (ANP) que se encuentran dentro o colindan con la ciudad hasta las plazas y vialidades, con sus distintas funciones dentro de la estructura urbana. Estas áreas libres pueden ser comprendidas desde su función urbano-ambiental en dos grandes grupos: las áreas verdes y los espacios cívicos. Cada tipo de área libre comprende una función específica

<sup>45</sup> Dicks, H. (2014) A phenomenological approach to water in the city: towards a policy of letting water appear. Environment and Planning D: Society and Space 2014 Volume 32 Number 3 June, pages 381-570 p. 424

<sup>46</sup> Light, Andrew (2001, pages 28-31) “The urban blind spot in Environmental Ethics”, in Political Theory and the Environment: A Reassessment Ed. M Humphreys (Frank Cass, London) pp 7-35

<sup>47</sup> Ibidem

<sup>48</sup> Narciso, C. A. F. (2008) “A cidade o futuro...” Op. Cit. p. 80

dentro del entorno urbano para el territorio que las conforma, y que debe ser acorde a dos dinámicas existentes dentro de la urbe, la dinámica natural, y la dinámica social. La dinámica natural da prioridad a la libre expresión y desarrollo de las relaciones entre elementos los “naturales” del ecosistema, mientras que la dinámica social apela a facilitar el desarrollo de las interrelaciones sociales en la urbe. La idea es que cada tipo de área libre responde en menor o mayor medida a una de las dinámicas dentro de un degradado que contiene ambas.

En cuanto al uso y diseño de estos en función de la dinámica social y natural, la principal diferencia entre ellas es que los espacios cívicos generalmente cuentan con una distribución y elementos de carácter artificial (que no excluye la presencia de elementos naturales) colocados para permitir la interacción entre habitantes y su entorno urbano, y una efectiva movilidad dentro de este; mientras que en las áreas verdes el dominio de la presencia de los elementos naturales sobre los artificiales es obvio, con un enfoque de esparcimiento e intercambio más reducido por la presencia de estos elementos en favor de la conservación de la dinámica natural del sitio. Mostafavi ejemplifica esta diferencia de la siguiente manera: “... los parques de montaña son demasiado empinados, están

*muy lejos poco programados como para sustituir a un parque urbano. A un parque urbano debe poder accederse a la hora del almuerzo sin que sea necesario cambiarse de ropa o calzado.”*<sup>49</sup> La vocación de cada área verde reside en sus características físicas, ambientales y urbanas, y está relacionada a su vez con la superficie disponible para una u otra dinámica. La principal diferencia entre un espacio público como una plaza y un área verde como un bosque o parque urbano reside en la presencia de elementos que permitan y faciliten este intercambio social. Así, conforme los espacios abiertos gocen o carezcan de ciertas características estas estarán en mayor o menor medida dentro de las categorías de áreas verde o espacio cívico.

La penetración que permiten las áreas libres en el territorio y que a su vez permite el sumergimiento del transeúnte en el paisaje, y le otorgan un carácter público. Narciso C.A.F. (2014) considera que: “*El espacio público constituye o debería constituir una fuente de fuerte representación personal, cultural y social, pues se trata de un espacio simbólico donde se oponen y se responden los discursos, en su mayoría contradictorios, los agentes políticos, sociales, religiosos, culturales e intelectuales que constituyen una sociedad.*”<sup>50</sup> El simbolismo es adquirido

<sup>49</sup> T. T. Forman, R. (2014), La ecología urbana y la distribución de la naturaleza en las regiones urbanas, en Mostafavi, M., & Doherty, G. (2014). “Urbanismo ecológico”. p.370

<sup>50</sup> Narciso, C. A. F. (2014). Espaço público: ação política... Op. Cit. p. 4

por el reconocimiento y el sentido de apropiación de un espacio, que le otorgan su sentido de representación, y los intercambios que en este espacio acontecen son posibles por las condiciones físicas que permitan la accesibilidad y el desarrollo de actividades específicas en el territorio.

Es innegable que *“... es cada vez más importante la comprensión del espacio abierto público en todas sus formas y manifestaciones, siendo que... se orientan nuevas perspectivas protegidas a través del simbolismo, valorización y formas de creación de/para la apropiación. Es importante ...evaluar la necesidad de integración entre los diferentes sistemas morfológicos de la ciudad actuando de forma positiva y salvaguardándolos.”*<sup>51</sup> Esta comprensión ampliada otorga a los investigadores y a las autoridades nuevas formas de abordar las problemáticas que giran alrededor de la ocupación de este espacio libre, como lo son los conflictos socioespaciales entre grupos de interés o las afectaciones que generan los proyectos o acciones dentro del suelo privado en el espacio público y en otras propiedades privadas. Así *“...los espacios de vivencia de la ciudad sufrirán fuertes presiones urbanísticas, deteriorando el sentido de “lugar” y*

*resultando en la desintegración estructural y excluyendo el paisaje urbano.*<sup>52</sup> El problema reside en que estos conflictos trascienden el alcance de la legislación preestablecida y la falta de flexibilidad y actualización de las normativas permiten la existencia de “áreas grises” dentro de la normatividad que dificultan el control de los procesos urbanos, la resolución clara de conflictos y dan pie a la aparición de prácticas de corrupción. Uno de ellos son los grandes desarrollos inmobiliarios y comerciales que insertan grandes bloques de construcción continua cuyas intervenciones responden a sus propios planes y beneficios “personales”.

Por ejemplo, el desarrollo completo de Mítikah en el pueblo del Xoco contemplaba la interacción de varios terrenos cercanos en la misma colonia. Se comentó<sup>53</sup> que las dimensiones del proyecto colapsarían la infraestructura vial de la zona y posiblemente también la de agua potable y alcantarillado, debido a la inserción de una gran densidad habitacional en un área que ya estaba siendo densificada, lo que implica impactos a nivel local y, al estar al lado de un eje vial importante, a nivel ciudad. Igualmente, el proyecto necesitaba generar una

<sup>51</sup> Narciso, C. A. F. (2008) “A cidade o futuro...” Op. Cit. p. 80

<sup>52</sup> Ibidem. p.78

<sup>53</sup> Ortiz Prado, F. (2019, 13 de marzo). Libre en el Sur’ alertó y documentó sobre impacto urbano de Mitikah; gobierno cancela torre 16 meses después. Ciudad de México, México. LIBRE EN EL SUR.MX. Recuperado de <https://libreenelsur.mx/libre-en-el-sur-alerto-y-documento-sobre-impacto-urbano-de-mitikah-16-meses-despues-gobierno-capitalino-cancela-torre/>

continuidad entre sus distintas partes, lo que requería el uso del espacio público para transitar entre ellas. Bajo este concepto recientemente se talaron los árboles de la calle Mayorazgo para la construcción de un paso a desnivel para “...facilitar el acceso y salida a dos torres de 35 niveles, contempladas en la fase dos del proyecto inmobiliario, cuya construcción tampoco está autorizada...”<sup>54</sup>, provocando la tala de 54 árboles presumiblemente de manera dolosa y creando un mayor conflicto con los residentes de la zona. Finalmente, también está la gran dimensión del proyecto, que dominará el paisaje de la zona, pero igualmente podría bloquear a los habitantes más cercanos la posibilidad de disfrutar el paisaje, problema de la densificación en zonas que carecen de área libre.

Y aunque los elementos que conforman el todo del paisaje urbano no son exclusivamente públicos, no existe algún impedimento legal que prohíba el bloqueo de la permeabilidad visual de las personas en su entorno con excepción de aquella aplicable a los grandes elementos invasivos (constructivos en su mayoría) que bloquean las visuales de otras personas generalmente con justificantes de privacidad. El área libre, que puede ser pública o privada, es la espina dorsal del paisaje urbano que conocemos, el espacio no construido (en volumen) de la

ciudad es que nos permite el acceso al paisaje urbano, pero el paisaje, al no ser un elemento físico, se encuentra libre del régimen de propiedad, y por tanto, al ser un bien común debe sobreponerse a la propiedad, y cuyo acceso integral debería ser un derecho de la ciudad, lo que conllevaría normar la propiedad pública y privada para limitar el impacto visual de los elementos artificiales para no comprometer la “existencia del horizonte” y evitar el confinamiento visual y monótono de los habitantes de las ciudades. Un área libre que no permita este intercambio o lo dificulte debe ser considerado como deficiente y ser intervenido para mitigar estos impactos sociales (hasta donde la conservación de los servicios ecosistémicos originales lo permitan en caso de existir) para mantener el “sentido de lugar” al que Narciso C.A.F. nos refiere.

Las áreas verdes urbanas facilitan una conexión entre las personas y sus ambientes naturales, la cual se pierde dentro de una ciudad; esta conexión es importante para el bienestar general del público, la salud mental y la productividad (Nowak et al., 1996). Estas áreas se llegan a convertir en uno de los principales sitios para recreación en muchas ciudades, los residentes, y en ocasiones, los visitantes tienden a frecuentar los parques locales, debido a su accesibilidad, esto, por supuesto depende de algunas condiciones: que el parque este a una distancia accesible,

---

<sup>54</sup> Cruz Flores, A. (2019, 10 de mayo). Millonaria multa al proyecto Mítikah por talar árboles. Ciudad de México, México. La Jornada Online. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/ultimas/2019/05/10/millonaria-multa-al-proyecto-mitikah-por-talar-arboles-1447.html>

que se encuentre en buenas condiciones y que tenga los atractivos que la gente prefiera (López, 2013).

## 2.5. Hidrología de entornos urbanos y el manejo del agua urbana

El agua es un elemento esencial para los ecosistemas urbanos: las precipitaciones que corren y se estancan en las superficies impermeables, los canales y ríos que atraviesan la traza urbana, el agua entubada, tanto potable como de drenaje, los vasos reguladores, los estanques y los lagos remanentes dentro de la ciudad. Así, el agua es un elemento constante en el “ecosistema urbano”, aunque se encuentre la mayor parte del tiempo fuera de nuestra vista en el subsuelo, proveyendo agua a los habitantes desde los acuíferos o alimentando a las especies vegetales que habitan en las áreas verdes y los mantienen vivos, así como los beneficios que proveen en el ambiente urbano, de los cuales se pueden considerar los siguientes 4 como los más importantes:

- *“Control de contaminación:* Disipan la polución del aire, amortiguan los ruidos, protegen el agua, la fauna u otras plantas, controlan la luz solar y artificial.

- *Reguladores de Clima:* Las áreas vegetadas tienen un potente efecto regulador sobre el clima, modificando la temperatura, el viento, la humedad y la evapotranspiración.
- *Control de la erosión y estabilización de taludes:* Los árboles dependiendo de las características de sus raíces (profundidad, extensión, dimensiones, etc.) cumplen un papel importante en la estabilización de taludes y prevención de deslizamientos.
- Disminución de la exposición de los suelos a los efectos del agua tanto por el impacto vertical (lluvia) como por arrastre (escorrentía) minimizando la erosión.
- *Protección de cuencas y cuerpos de agua:* La presencia de vegetación, en la medida en la cual se asocia a cuerpos de agua, además de adicionar belleza escénica protege y estabiliza las orillas, y dependiendo de su ubicación y cantidad, contribuye a la regulación del ciclo hídrico, ya que las hojas de los árboles interceptan las gotas de lluvia y dosifican su paso hacia el suelo, sus raíces lo retienen, minimizando la erosión y permiten el paso del agua hacia el subsuelo para la recarga de los mantos acuíferos (Ochoa, 2009).<sup>55</sup>

<sup>55</sup> Lopez Elizalde, E. C. (2013) Beneficios en la implementación de áreas verdes urbanas para el desarrollo de ciudades turísticas. Topofilia: Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales. Vol. IV, No, 1. enero de 2013. Pp. 8-9

Sin embargo, el agua se ha mantenido escondida a los ojos de la Ciudad de México por las consecuencias que trae su mal manejo en el funcionamiento general de la ciudad (como las inundaciones que provocan el caos vial) y efectos sanitarios negativos relacionados con las inundaciones y encharcamientos. La impermeabilización de las superficies de la ciudad que evita que grandes cantidades de agua esté disponible para las especies vegetales en el subsuelo y que el agua que corre por las superficies de rodamiento deposite los contaminantes que ha ido arrastrando a lo largo de su trayecto por el suelo urbano a las áreas verdes y los cuerpos de agua urbanos: *“la ausencia de flora y fauna, junto con las superficies lisas y duras de los canales crean unas condiciones pobres para el agua urbana... La suciedad de las calles, los caminos y las plazas van a parar a los canales...”*<sup>56</sup>.

Esta contaminación de las aguas urbanas les otorga un aspecto y características desagradables y de alta contaminación (sobre todo en predios industriales, talleres mecánicos, gasolineras, donde se ha visto una relación de estos usos y una mayor contaminación del agua vertida) que son “fácilmente solucionadas” por la población y por las autoridades con la desaparición o disfraz de estos

elementos en la estructura urbana como un elemento ajeno:

*“...Esto claramente es verdad de la arquetípica ciudad moderna: marismas, estanques, corrientes, arroyos y ríos son cubiertos de forma variada, rellenados, desviados, drenados, canalizados, o, en el caso de los grandes ríos donde esto no es factible, rodeados de construcciones varias que le quitan de forma efectiva su fenomenalidad.”*<sup>57</sup>

La ausencia forzada del agua en la ciudad provoca que los habitantes no la relacionen con las áreas verdes más que la presente en fuentes, piletas, espejos de agua y canales, (solo el 1% del agua tratada se usa con este fin) y no como un elemento vital de la salud en estas. Al alterar la forma, función y significado de la naturaleza del agua en el territorio también se altera y pierde su función ecológica y con ella su valor social y urbano.

*“Un río contaminado que se ve y huele desagradable posee problemas sanitarios para los seres humanos... no es algo que nadie quiera que aparezca, menos todos aquellos que son responsables por contaminarlo... Dejar las aguas*

<sup>56</sup> Dreiseitl, H. (2014), Nuevos paisajes acuáticos para singapur, en Mostafavi, M., & Doherty, G. (2014). “Urbanismo Ecológico”. p. 218

<sup>57</sup> Dicks, H. (2014) Op. Cit. p. 422

*naturales aparecer no puede ser distinguido de dejar las aguas naturales ser.”<sup>58</sup>*

El no permitir que el agua fluya y sea parte del paisaje urbano lo aleja del imaginario de lo que es un área verde para los habitantes de la ciudad. Dicks, H. (2014) habla acerca de la idea de dejar “aparecer” y dejar “ser” el agua dentro de las ciudades, tanto de permitir que los ríos urbanos fluyan libremente por la estructura urbana y de no permitir que continúen en un estado de degradación que provoquen el sentimiento de necesidad en los habitantes y las autoridades de “deshacerse” del problema.

Para poder crear una relación entre los habitantes y el agua dentro de la estructura urbana distinta a aquella de ocultar y denar las escorrentías y cuya integridad esté continuamente vigilada y conservada por la ciudadanía es necesario hacer visibles los beneficios que estas pueden ofrecer a los entornos urbanos en las que ya no están presentes más. Como con los parches de paisaje, la valoración de un elemento de paisaje no puede realizarse si no se pueden medir o percibir los beneficios de los servicios ecosistémicos que ofrecen. Para esto es necesaria la integración de los cuerpos de agua como elementos de las áreas verdes, y como elementos del paisaje y del “ecosistema urbano” con un enfoque

funcional dentro de la dinámica urbana aparte de su dinámica natural.

Al reconocer la previa pertenencia del agua al entorno natural y como esta se transfiere al “ecosistema urbano” de forma inalienable al estar anclada al territorio podemos reconocer tanto su participación dentro del entorno urbano en el paisaje, como sus directrices en la estructura urbana. Como menciona Rodríguez, J. A. R. (2014, p.98): *“Las rondas de los ríos que atraviesan transversalmente la ciudad deben integrarse funcionalmente con el espacio público-físico construido de la ciudad. Las rondas de los humedales y los cerros son elementos naturales que también deberían ser utilizados por los habitantes, puesto que son elementos que conforman el paisaje natural en lo urbano.”*

Un ejemplo de esto es el Proyecto Integral y Ejecución de Obra de Saneamiento del Canal Nacional que tiene una extensión de 2.3 km repartidos entre las delegaciones Coyoacán e Iztapalapa. Fue reconocido por el GODF como un Espacio Abierto Monumental en 2012 sin contar con un plan de manejo, por lo que la PAOT lo considero vulnerable a perder sus servicios ecosistémicos. 7 años después se crea el Proyecto Integral para Canal Nacional con el objetivo de este es *“...rescatar el Canal, hacerlo un espacio público y generar un esquema de mantenimiento*

---

<sup>58</sup> Ibidem, pp. 423-424.

*permanente junto con la ciudadanía (...) Y no solamente es el saneamiento del Canal en términos ambientales, sino también va a permitir generar desarrollo económico en la zona a partir de actividades turísticas, con microempresas que estarán asociadas a todo el corredor”*<sup>59</sup> Ahora el canal, que solo contaba con un limitado impacto de servicios ecosistémicos para la población y vulnerable a una desvalorización y degradación será integrado como un elemento de espacio público funcional en el cual la intención es crear un espacio de esparcimiento sin perder los valores ambientales con los que ya contaba.

La integración y comprensión de las características de los cuerpos de agua en las directrices como ejes rectores del diseño y planeación de los espacios de la Ciudad permiten desarrollar mejores propuestas urbanas que puedan aprovechar los beneficios de la presencia del agua en el entorno urbano y que puedan encausarla con un propósito específico en lugar de gastar recursos públicos tratando de combatirla cada que aparece en la ciudad. El negarse utilizar estas directrices del agua simplemente entorpecerá el manejo del recurso hídrico y generará externalidades negativas y costos ambientales,

económicos, materiales y sociales para el resto del sistema.

En la Ciudad de México el aprovechamiento del agua se limita a la extracción del agua del subsuelo para el consumo humano, el uso industrial y el posterior tratamiento de las aguas residuales para el riego de áreas verdes, la recarga de acuíferos y para su uso en la agricultura eliminando los agentes patógenos que contiene y manteniendo una cierta cantidad de nutrientes que pueden ser utilizados por las especies vegetales. Sin embargo, parte de los costos que son generados por este tratamiento, y un gran volumen de agua de la cuenca que entra al sistema de drenaje y se pierde podrían ser eliminados con el uso y el almacenamiento del agua pluvial. Henry Dicks nos asegura que:

*“Usar el agua corriente y el agua de lluvia con propósitos productivos puede probar significativamente mayor eficiencia. En muchos casos simplemente no hay necesidad práctica de purificar el agua hasta el límite considerado necesario para agua potable, particularmente cuando uno considera el costo de tratar el creciente número y tipos de contaminantes producidos por la*

---

<sup>59</sup> Gobierno de la Ciudad de México, Jefatura de Gobierno. (2019) Ciudad de Mexico. CDMX. Recuperado de <https://jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/presenta-gobierno-capitalino-el-proyecto-integral-y-ejecucion-de-obras-para-el-saneamiento-del-canal-nacional>

*industria moderna. De otra manera, si el agua es usada localmente en la forma de agua corriente o agua de lluvia no hay necesidad de transportarla largas distancias, un proceso que regularmente implica bombas de alto consumo energético y costosa inversión en infraestructura material.* <sup>60</sup>

Para Ciudad de México el problema con la recolección de agua de lluvia es que se encuentra contaminada (las primeras lluvias) y no cumple con las regulaciones para ser potable; sin embargo, puede ser utilizada para el riego de áreas verdes o su uso para descargas sanitarias, haciendo más sencillo hacer que cumpla con los “...límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público...” que deben cumplirse están establecidos en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997 (sean o no de contacto directo con los usuarios) con el uso de métodos de tratamiento de agua residual menos costosos y con base en el uso de especies vegetales en humedales artificiales que sean parte de las áreas verdes urbanas.

Parte de la enajenación del agua en la vida de la ciudad recae en la visión que el agua no tratada puede ser peligrosa, por lo cual las autoridades prefieren no dejarla al alcance de las personas (Dicks, H., 2014). Hacer esto

es “...tratar a las personas de idiotas (refiriéndose al concepto “idiot” en estudios de ecología marxista, donde se refiere a alguien que no toma parte de la vida de la polis, por tanto, alguien ajeno a la vida y reglas de las ciudades)” <sup>61</sup> y que pueden ser simplemente superado con medidas como la señalización y la educación; una adecuada capacitación y el continuo contacto con los elementos acuáticos del paisaje podrían ser suficientes para establecer una correcta relación entre los habitantes de la ciudad y el uso de los cuerpos de agua urbanos.

Una opción para mitigar los impactos sociales, urbanos y ambientales relacionados al agua de la Ciudad de México puede ser la utilización de las áreas verdes como humedales artificiales en estos espacios, aprovechando la vocación natural del medio como una cuenca endorreica y tratar el agua de precipitaciones, generar el proceso de recarga de acuífero y ayudar en el almacenamiento, canalización y expulsión del exceso de agua de tormenta en la ciudad para la prevención de inundaciones. El principal problema para la captación, tratamiento y uso del agua de lluvia es la superficie disponible para este fin.

La superficie que ocupan las áreas verdes disponibles dentro de la ciudad se convierte en una limitante para este fin en su estado actual, por lo que sería necesaria “.../a

<sup>60</sup> Dicks, H. Op Cit., p. 425

<sup>61</sup> Ibidem.

distribución a los ríos de agua de lluvia con una menor velocidad de circulación y limpieza. Y esto solo será posible con una reconstrucción gradual del sistema urbano, integrado y descentralizado, de gestión del agua de tormentas.”<sup>62</sup>, así como la adecuación de las áreas verdes urbanas para captar y almacenar el líquido en diferentes puntos de la ciudad. Para esto un sistema descentralizado permitirá un manejo más eficiente de las aguas a nivel local, ya que , a diferencia del sistema centralizado con el que contamos, el agua de lluvia para los fines que se proponen no requiere de un control estricto de enfermedades o un monitoreo extensivo, reduciendo la cantidad de capital invertido tanto en infraestructura como en quipo de monitoreo y de traslado

Tabla 8. Tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Centralizado	Descentralizado
<b>Ventajas:</b> Cantidad de desechos suficiente Monitoreo conveniente Mejora de control de enfermedades	<b>Ventajas:</b> Fácil captación de distintas calidades de agua Tratamiento y reúso conveniente Baja inversión de capital
<b>Limitaciones:</b> Alto consumo de agua Mezcla de distintas aguas residuales Gran inversión de capital	<b>Limitaciones:</b> Sensible a las fluctuaciones del agua residual Requiere mantenimiento específico Conveniencia de operación limitada

Fuente: Krieges, P. (2007). *Acuápolis*. p. 257

del agua a lo largo de la ciudad, pero si requiere de un equipo de mantenimiento específico para cada zona y tipo de área verde en la ciudad, lo que puede significar gastos en personal, pero también el empleo de profesionistas especializados.

Recapitulando, para lograr una captación eficiente de agua pluvial en las áreas verdes para su uso y tratamiento es necesario:

- Lograr que el agua de lluvia sea captada libre de basura
- Aumentar la superficie por área verde que puede ser ocupada en cada área verde
- Liberar los cuerpos de agua de la Ciudad de México
- Aumentar el número de áreas verdes
- Modificar los cursos de las escorrentías para disminuir sus velocidades
- Contar con una infraestructura de captación de agua de lluvia separada del drenaje normal

La idea general es maximizar el aprovechamiento de agua disponible en la cuenca con las superficies aún permeables existentes en la ciudad para la recolección e infiltración del líquido, y así evitar la fuga de agua de la cuenca de México y el impacto de sus contaminantes hacia otras cuecas. Igualmente, esta medida de

<sup>62</sup> Doherty, G., & Mostafavi, M. (2014). *Urbanismo Ecológico...* Op. Cit. p.218

aprovechamiento del agua le otorgará una presencia distinta a la que la población está acostumbrada, y que se encuentra actualmente en conflicto con las dinámicas de la población. Así, *“...En la medida que los espacios públicos tengan un manejo adecuado de aguas de superficie, aprovechen las aguas lluvias retenidas in situ para riego en zonas urbanizadas y los drenajes urbanos mediante la reutilización del agua para mantenimiento de espacios públicos, y favorezcan la formación de zonas verdes arborizadas, también se garantiza un medio ambiente más saludable para los habitantes.”*<sup>63</sup>, que, finalmente, es uno de los objetivos de la existencia de áreas verdes aptas y funcionales en y para el medio urbano.

## 2.6. El sistema de áreas verdes

El marco teórico – metodológico anteriormente analizado nos ha permitido entender la necesidad de un esquema de planeación que entienda, responda y se fortalezca con la lógica de la estructura del ambiente urbano. Narciso, C. A. F. (2018) sostiene que: *“De este modo, una ciudad funcional y socialmente bien organizada debe poseer un sistema de espacios abiertos -verde continuum-estructuralmente ligados con el espacio construido y que*

*constituyan un indicador válido en el planteamiento de una ciudad más equitativa y justa”*<sup>64</sup> No será posible llegar a este objetivo bajo las ópticas de planeación vigentes, es necesario que las propuestas de planeación sean innovadoras y modernas, no en el sentido que se utiliza en la política, sino realmente entregar realmente efectivas soluciones para las problemáticas urbanas.

En la opinión de Bauer Wurster, C. (1964, p. 6) *“Los planificadores tienen dos papeles sustancialmente diferentes: el de técnicos y analistas objetivos, y el de reformadora... En ambos, las publicaciones y los métodos científicos más adelantados pueden ser muy útiles, pero también pueden presentar grandes debilidades si no son aplicados con considerable inventiva”*. Como parte de esta inventiva es que nace la idea de cambiar la percepción política y social de las áreas verdes de superficies cubiertas con vegetación a unidades de paisaje repartidas, interconectadas e interrelacionadas con su entorno urbano y las personas que lo habitan, como parte de la infraestructura de la ciudad, y como dotadores de servicios que la infraestructura tradicional no puede otorgar.

Primeramente, debemos reconocer la integración de las áreas verdes a la estructura urbana como parte del “ecosistema urbano” y no como ecosistemas naturales; para D. Czechowski, T. Hauck y G. Hausladen (2014) *“El*

<sup>63</sup> Rodríguez, J. A. R. (2014). *Urbanismo Sostenible: un enfoque desde la planificación*. p. 99

<sup>64</sup> Narciso, C. A. F. (2018). *Estructura Ecológica Urbana... Op. Cit.* p. 143

*paisaje es visto como un objeto físico, que ya no es más “escénico” o “romántico” sino “productivo” y “bien diseñado”, sin embargo, es crucial reconocer la importancia ecológica inherente a estos parches para conservar y mejorar su condición y los servicios ecosistémicos que ofrecen.*

*“... se basa en la idea de controlar procesos en los ecosistemas de tal forma que el paisaje trabaje como un sistema estable que sirva a las necesidades humanas. La infraestructura verde debería ser el medio tecnológico que no solo provea servicios ecosistémicos, sino también asegure su producción. La “Ecología” como el principio rector debería ser la base para un nuevo acercamiento tecnológico que sea más “cuidadoso”, “suave” u “holístico” y produce infraestructuras “específicas”, “integradas” y “multipropósito.”<sup>65</sup>*

Esto debe ser tratado desde la perspectiva de un sistema abierto, adaptativo, donde se creen *“...paisajes con patrones espaciales que sean generados por infraestructuras basadas en recursos naturales específicos del sitio...”<sup>66</sup>*, y que funcione como una red de intercambio que abarque el “ecosistema urbano” de la

Ciudad de México. Son necesarios los espacios para la mitigación de los impactos ambientales hacia y desde la ciudad considerando la Ciudad de México como un “ecosistema urbano” inscrito en una gran región ambiental, y al mismo tiempo compuesto de fragmentos de paisaje menores que funcionen como corredores ambientales y ecológicos desde el interior de las ciudades hasta las áreas naturales de la región. Sin embargo, para lograr que las áreas verdes urbanas actuales (de carácter público o meramente ambiental) y nuevas propuestas logren captar y redistribuir estos impactos es necesario aumentar y hacer eficiente el reducido espacio del que disponen. Una forma de solucionar la eficiencia del espacio es que su efectividad no recaiga solamente en las características internas de las áreas verdes, sino en su distribución y conectividad espacial con el uso de corredores ecológicos establecidos a lo largo de la infraestructura vial en los sitios más adecuados.

Para la configuración de los parches en esta red RICHARD T. T. FORMAN habla de dos opciones, zonas de grano grueso y fino: *“Las zonas de grano grueso tienen generalmente grandes parches, mientras que las de grano fino son una mezcla de diversos usos de la tierra de menor tamaño. Los primeros sirven de soporte a la*

<sup>65</sup> Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (2014). *Revising Green Infrastructure Concepts Between Nature and Design*.

<sup>66</sup> Ibidem, p.21

*especialización... Un paisaje de grano fino reduce gran parte de la especialización, pero sirve de apoyo a... usos de tierra múltiples y cercanos.* <sup>67</sup> Esta especialización se refiere a la homogeneidad de la vocación que puede darse dentro y en torno a los parches: por ejemplo, la masividad de las secciones del bosque de Chapultepec como un gran espacio para la recreación de la población ocupa casi toda el área en que se extiende, dejando poco espacio para la aparición de una mezcla de usos de suelo; por otra parte, las pequeñas y repartidas áreas verdes de la Delegación Coyoacán han permitido la aparición de múltiples usos urbanos en su extensión y a cada área verde adaptarse a las necesidades de sus usos aledaños.

Una vez solucionada la conectividad espacial de la red del sistema de áreas verdes deben establecerse los objetivos que cumplirán estas áreas verdes como elementos de infraestructura urbana (recreación, movilidad, salud pública) y como unidades de paisaje que otorgan servicios ecosistémicos (disminución de islas de calor, infiltración de agua, recarga de acuíferos, captación de CO<sub>2</sub>) en coordinación con el resto de la infraestructura establecida en el entorno urbano, y así generar las directrices que serán aplicables a todo el sistema, y las adecuaciones que

deberán aplicarse a las áreas verdes dependiendo de sus características físicas y urbanas particulares.

En este esquema es responsabilidad de los planificadores el monitorear y coordinar las acciones y proyectos del sistema de forma continua para asegurarse que estas cumplen con las directrices establecidas. Aunque, *“Es cierto que la función principal de los planificadores es la de <<percibir el flujo de informaciones>> pero esto significa mucho más..., significa comunicar hechos, ideas y juicios a los que toman las decisiones, según modos que les persuadan a transformar algunas instituciones y prácticas...”* <sup>68</sup> Un constante y permanente monitoreo de la estructura ecológica urbana será crucial debido a la naturaleza de las ciudades como sistemas complejos; la velocidad con la que estas interrelaciones modifican el territorio urbano requieren de una normativa que permita una actualización constante capaz de responder rápidamente a fin de no ser rebasadas por las problemáticas urbanas, y reducir los costos económicos, ambientales y sociales a corto, mediano y largo plazo que provocan las propuestas que carecen de soluciones necesarias, reales, medibles y tangibles, especialmente aquellas medidas llevadas a cabo por intereses políticos y económicos individuales.

<sup>67</sup> T. T. Forman, R. (2014) La Ecología Urbana y... Op. Cit. p.313

<sup>68</sup> Bauer Wurster, C., Dyckman, J. W., FoLEY, D. L., Guttenberg, A. Z., Webber, M. M., & Wheaton, W. L. C. (1964). Indagaciones sobre la estructura urbana.

## **CAPITULO III: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ÁREAS VERDES PARA LA CIUDAD DE MÉXICO**

### **3.1. Diagnóstico y clasificación socioeconómica de las áreas verdes de la Ciudad de México**

#### **3.1.1 Identificación y cuantificación de áreas verdes urbanas**

Para la realización del diagnóstico de la estructura urbana es la identificación y delimitación de los elementos que la conforman, que en nuestro caso particular serán las áreas verdes y los cuerpos de agua de la Ciudad de México y de sus alrededores, es necesario reducir los datos obtenidos a sus valores relevantes para el estudio dentro de la siguiente información:

i. Identificación de áreas verdes urbanas oficiales:

El primer paso es la delimitación de las áreas verdes que existen dentro de la Ciudad de México; en la cartografía de INEGI para el Distrito Federal SCINCE [S1] del año 2010 [Mapa 1] se enlistan aquellas áreas verdes reconocidas por esta institución como parte oficial de los

servicios urbanos y al estar ya delimitada la información esta base de datos simplemente nos facilita la identificación de elementos que sirvan de base como conexión o un punto de mejora para la conectividad de las áreas verdes urbanas. Igualmente nos encontramos con una segunda fuente de información, el Inventario de áreas verdes urbanas del Distrito Federal (IAVUDF) de la PAOT [S2] para el año 2008, [Mapa 2] realizado por CentroGeo, en el cual se muestran con una resolución de pocos metros aquellas áreas de la ciudad que cuentan con la presencia de vegetación y agua, catalogados en 5 categorías: 'Arbolado', 'Pastos/Arbustos', 'A Deportivas', 'Agricultura' y 'Vaso Regulador'. Al combinar la geometría de ambos Shape <UNION> obtenemos una base de datos [S3] que nos refleja tanto los límites y ubicación de las áreas verdes oficiales como de la vegetación urbana, y si esta pertenece o no a un área verde.

ii. Identificación de las áreas verdes no oficiales

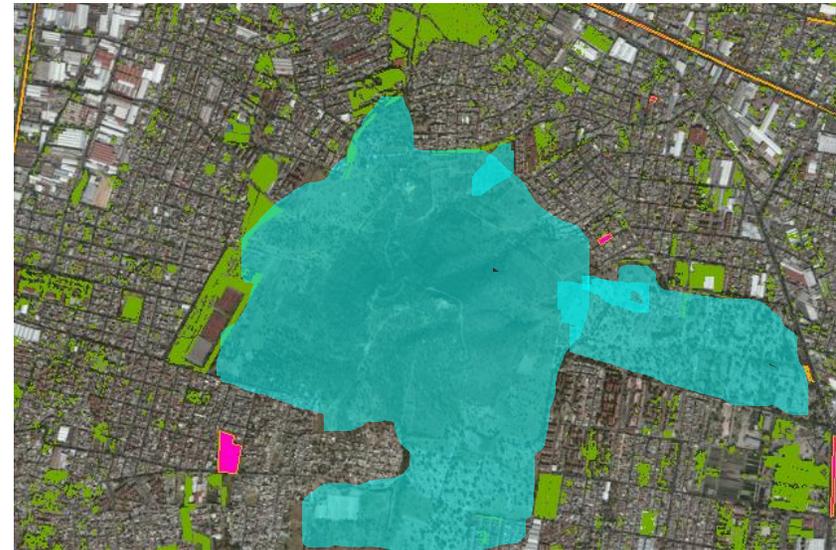
Al observar la disposición de la vegetación obtenida sobre la traza urbana [1] podemos observar dos cosas:

- Que el área que cubre el IAVUDF es visiblemente mayor a aquella reconocida por INEGI como área verde, llegando a existir grandes cantidades de vegetación en las manzanas urbanas que podrían

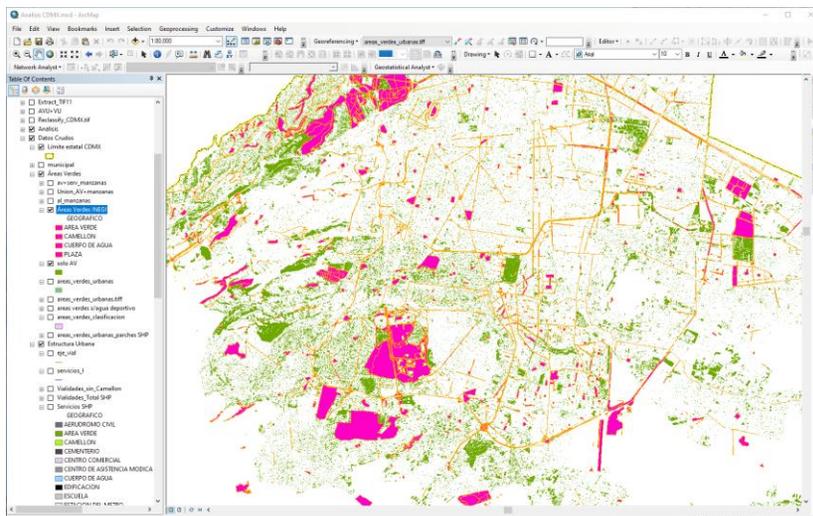
ser jardines privados o parques reconocidos únicamente a un nivel local; y segundo,

- Que la información de ambos shape no cubre la totalidad del suelo reconocido como urbano, por lo que para el análisis tendremos que obtener esta información faltante y verificar la relevancia de la información que finalmente será analizada para reducir los sesgos de información.

Tanto el IAVUDF como la geometría de INEGI no cubren todo el suelo urbano de la Ciudad de México dejando fuera ciertas partes de la periferia urbana que estaba catalogada en los años 2008 y 2010, respectivamente, como suelo urbano y que no contienen los datos de vegetación



[1]. ANP Cerro de la Estrella, Delegación Iztapalapa. Su categoría como ANP la ha excluido de la calificación de áreas verdes y de vegetación urbana, creando un vacío para el análisis de la estructura ecológica a pesar de contar con una vegetación importante y de estar rodeada de suelo urbano. Fuente: Captura de pantalla

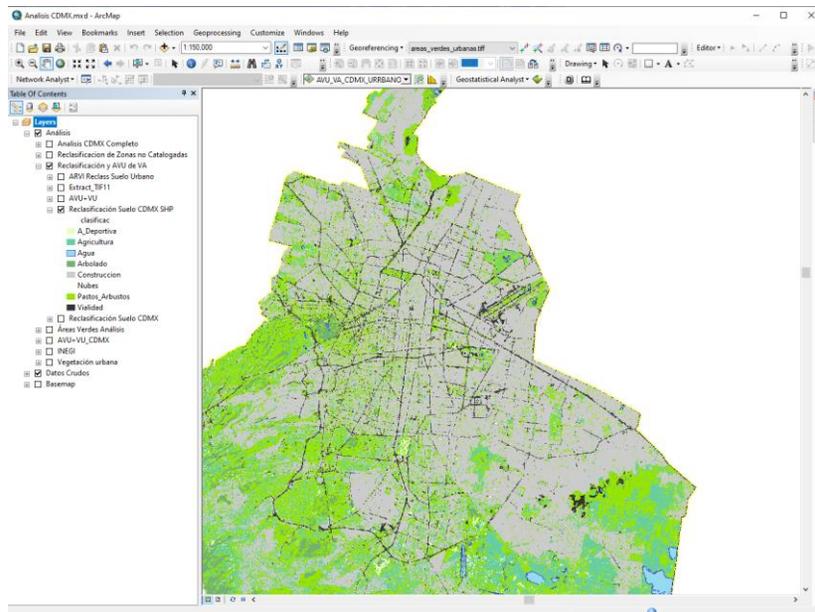


[2]. Vegetación urbana y áreas verdes oficiales en el territorio de la CDMX. Fuente: Captura de pantalla

posteriores a estas fechas ni los pertenecientes a Áreas Naturales Protegidas (ANP) que se encuentran dentro de la mancha urbana como lo son Cerro de la Estrella, [2] y los Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. [Figura 3] La importancia de la presencia de estas dentro de la categorización es que, gracias a sus dimensiones su ausencia se convierte en grandes vacíos espaciales que actúan como barreras dentro de la estructura urbana y ecológica de la ciudad, que podrían arrojar resultados de conectividad alejados de la realidad, lo que finalmente

vuelve insuficientes estas fuentes para realizar un análisis realista de la estructura ecológica urbana.

La información faltante se obtendrá de un juego de imágenes satelitales tomadas por LANDSAT 8, con fecha del 19 de abril del año 2019 (RT\_LC08\_L1TP\_026047\_20190419\_20190423\_01\_T1\_2019-04-19) [R1], con una resolución de píxel de 30m. Con estas se realizará una clasificación de cobertura de suelo con el uso de la herramienta *Semi-Automatic*



[3]. Reclasificación de suelo de la CDMX. Fuente: Captura de pantalla

*Classification Plugin* <sup>69</sup> para el software QGIS siguiendo el método señalado en *Land Cover Classification of Sentinel 2 Images* <sup>70</sup>, en el cual se seleccionan muestras (ROI's) que representan las siguientes categorías, representadas por un valor numérico:

Tabla 9. ID de clase de cobertura de suelo.

Nombre de clase	ID de clase
NoValue	0
Agua	1
Arbolado	2
Pastos_Arbustos	3
A_Deportiva	4
Agricultura	5
Vialidad	6
Construccion	7
Nubes	8

Fuente: Elaboración propia

Así, el análisis de las bandas 2 a 7 en las imágenes satelitales generan una imagen ráster con la nueva clasificación de cobertura urbana calculada por el software [R1] [3] [Mapa 5].

Para delimitar el área de la cual se extraerán los datos a analizar se utilizó el shape de Manchas Urbanas y Rurales 2015 de INEGI [S4], del cual se extrajo solo el suelo

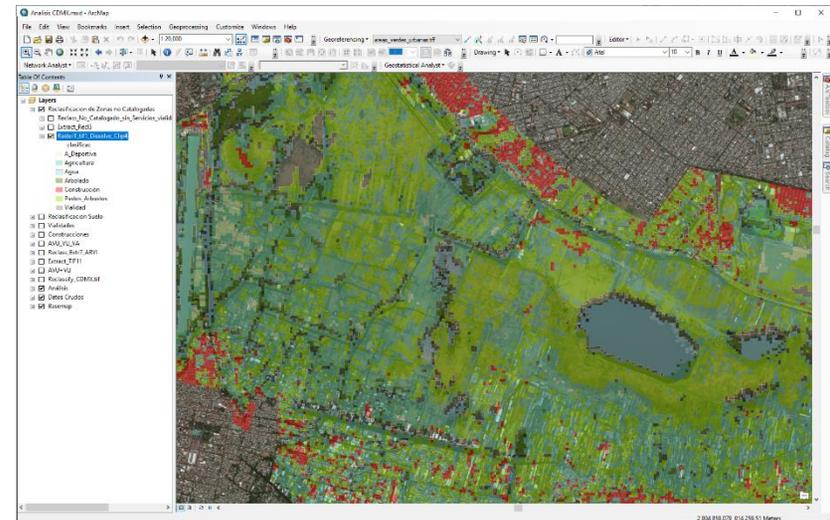
<sup>69</sup> Congedo L. (2016). Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>

<sup>70</sup> Congedo L. (2016). Recuperado de [https://semiautomaticclassificationmanual-v5.readthedocs.io/en/latest/tutorial\\_2.html#tutorial-2-land-cover-classification-of-sentinel-2-images](https://semiautomaticclassificationmanual-v5.readthedocs.io/en/latest/tutorial_2.html#tutorial-2-land-cover-classification-of-sentinel-2-images)

marcado como urbano y se eliminó el área que abarcaba la combinación de las áreas verdes urbanas de INEGI y el IAVUDF [S3] debido a que estas ya están catalogadas. El área resultante es aquella del suelo urbano cuya vegetación no se encuentra catalogada [S5]. Igualmente, se realizó un <BUFFER> de 1 Km y de 500 m para el suelo urbano y rural, respectivamente [R1], con el fin de obtener un área No Urbana para medir los valores del suelo no alterado que rodea al “ecosistema urbano” (lo que en el análisis denominaremos como “ECOTONO” [S6]. El valor establecido para el área rural es menor bajo la idea que el suelo rural ejerce menor presión e impacto en el ambiente circundante (no así sus actividades, como la agricultura, y la ganadería, las cuales tienen un alto impacto en los ecosistemas).

Luego seleccionamos únicamente los valores reclasificados del suelo pertenecientes a las áreas de [S4] y [S5], y se filtran por aquellos valores que representen vegetación únicamente (‘Arbolado’, ‘Pastos\_Arbustos’, ‘A\_Deportiva’ y ‘Agricultura’). El objetivo es crear un archivo gemelo al IAVUDF que permita combinar ambas fuentes de información de la forma más homogénea posible. [S7] [4]

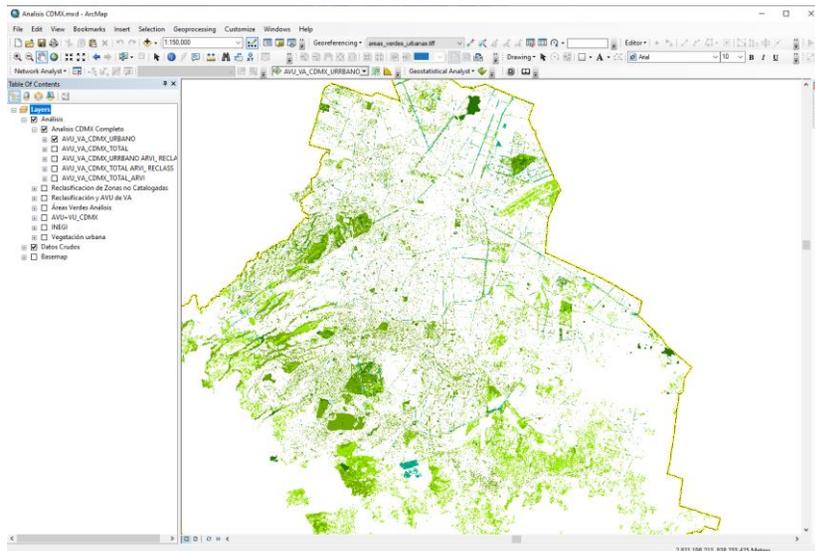
### iii. Identificación de áreas con relevancia ecológica



[4]. Reclasificación de suelo urbano no catalogado. Fuente: Captura de pantalla

Sin embargo, no todas las áreas verdes oficiales cuentan con la vegetación para ser consideradas de alto valor ambiental, ni toda la vegetación urbana tiene las dimensiones o la localización en la vía pública para considerarse relevante para el estudio, por lo que será necesario delimitar más nuestra información. De no ser así, la gran cantidad de vegetación reflejada no permitiría realizar un análisis correcto, y al no estar delimitados los parches que pueden funcionar para analizar y mejorar esta estructura se estaría cayendo en una contradicción con la crítica realizada a la planeación superficial realizada por el gobierno.

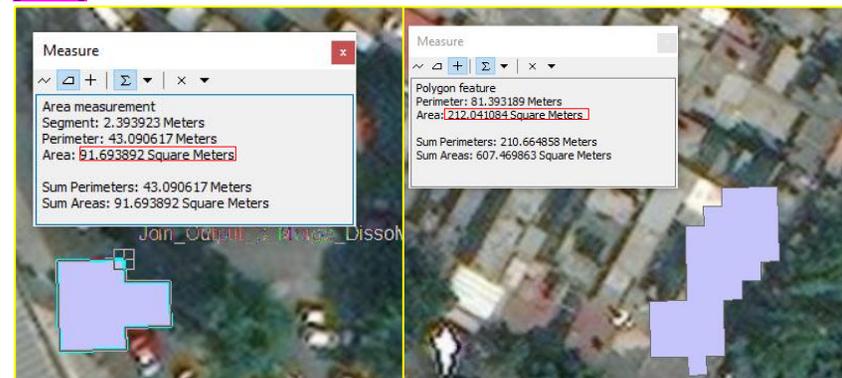
Por medio de la combinación de la geometría <UNION> de las áreas verdes urbanas ([S3], [S7]) y de las manzanas urbanas de la Ciudad de México [S1] obtenemos un shape en el cual se delimita que vegetación está contenida dentro de las manzanas y el área de ella que ocupan según su clasificación. [S8] Se procedió a calcular el porcentaje del área que ocupada y no ocupada de vegetación de cada manzana; así, si una manzana no tiene más de un 20% de su superficie cubierta por vegetación, o el parche de vegetación más grande no supera el 10% de la superficie, la manzana y su vegetación serán eliminadas del análisis. Esto es para extraer la vegetación contenida en las manzanas que



[5]. Vegetación urbana y áreas verdes de la CDMX. Fuente: Captura de pantalla

podría utilizarse como parte de la estructura ecológica urbana. Estas manzanas se seleccionan y se elimina su geometría completa <ERASE> de los shape. Finalmente, sólo resta combinar los resultantes ambas geometrías ([S3], [S7]) y así obtendremos una imagen completa de la vegetación urbana dentro de la Ciudad de México y de su Ecotono. [S9] [5] [Mapa 6]

Una vez eliminada la vegetación individual dentro de las manzanas urbanas la selección de aquella vegetación que tiene acceso a la vía pública y sea ecológicamente relevante. Para la primera se eliminarán los parches de vegetación [S9] que tengan un área menor a los 200 m<sup>2</sup>, [6] ya que estos reflejarían parches aislados con una pobre cantidad de vegetación que simplemente haría más tardados los tiempos de análisis sin aportan una verdadera mejora en el análisis de estructura ecológica [S10].



[6]. Diferencia de áreas y cantidad de vegetación entre un parche de 91m<sup>2</sup> y uno de 212 m<sup>2</sup>. Fuente: Captura de pantalla

Al realizar este último filtro de eliminación nos hemos quedado solamente con la vegetación que cuenta con la localización y tamaño suficientes para su consideración como áreas de potencial ecológico. Para decidir finalmente que parches de vegetación serán utilizadas falta la adición de un último valor, el cual se realizará obteniendo los valores de ARVI de cada parche de vegetación individual. El ARVI es un índice de vegetación basado en otro popular índice como NDVI. El NDVI es un índice que mide la cantidad de luz absorbida por la clorofila en las plantas, con los valores de reflectancia de luz a distintas longitudes de onda, cuya expresión es:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

dónde: NIR es la reflectividad en el infrarrojo cercano, y R la reflectividad en rojo.

Sin embargo, el ARVI (Atmospherically Resistant Vegetation Index) es un índice mejorado que autocorrigue la influencia de la atmósfera en la imagen aprovechando la radiancia del canal azul (B2). Es usado en zonas con alto contenido atmosférico (como regiones tropicales o contaminadas con hollín) lo que lo hace perfecto para su uso en la Ciudad de México. Los resultados se expresan en valores que van del 1 al -1, siendo el mayor la de menor reflectancia de estas longitudes de onda (que se traduce en la absorción de estas por la clorofila de las plantas). Su fórmula es la siguiente:

$$ARVI = \frac{(B5 - (B4 - 1 * (B2 - B4)))}{(B5 + (B4 - 1 * (B2 - B4)))}$$

dónde: B5 es la reflectividad en el infrarrojo cercano, B4 la reflectividad en rojo y B2 la azul.

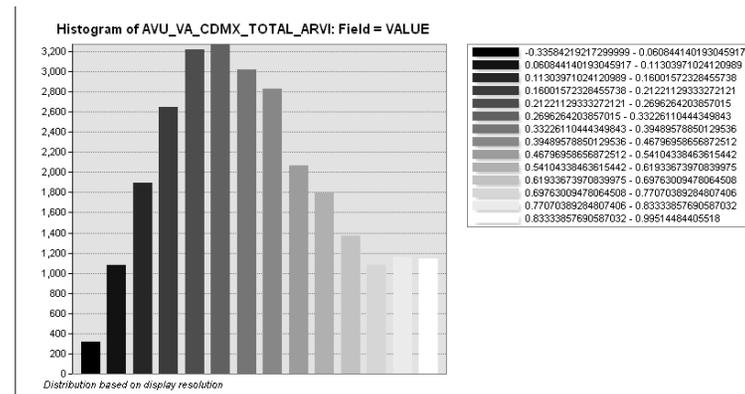
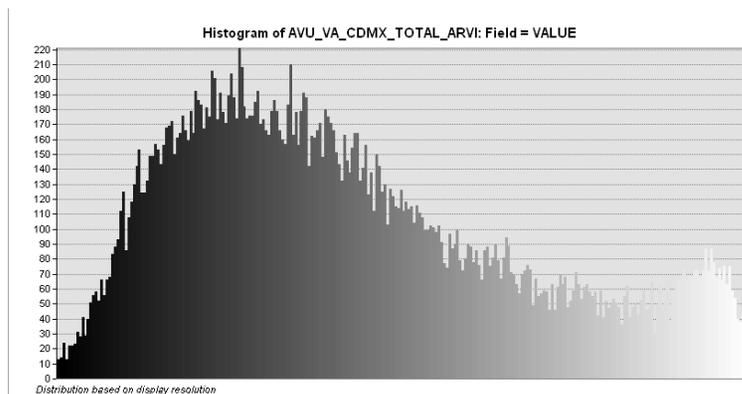


Gráfico 2. (Izquierda) y Gráfico 2. (Derecha). Histogramas de valores de ARVI encontrados en [R4] para las Áreas Verdes Urbanas de CDMX generados en ArcMap. Fuente: Captura de pantalla

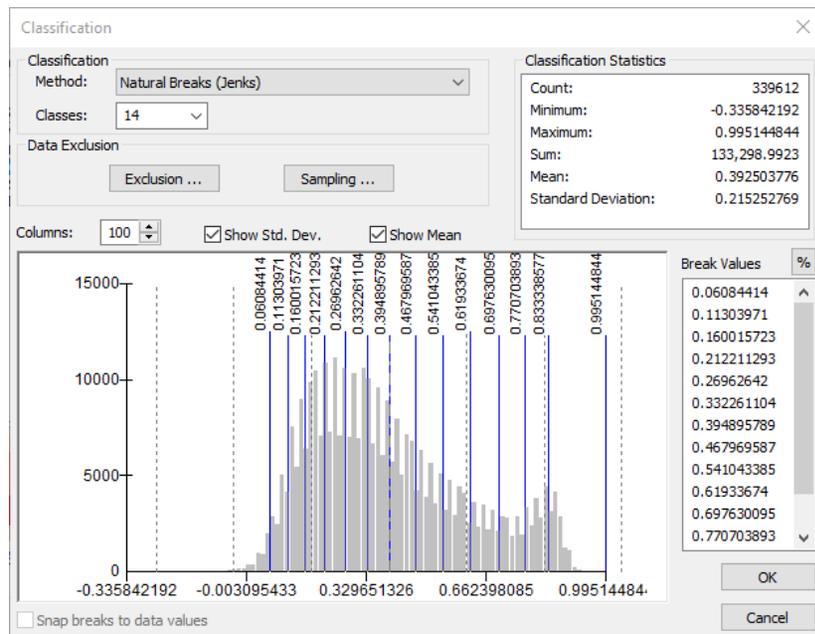
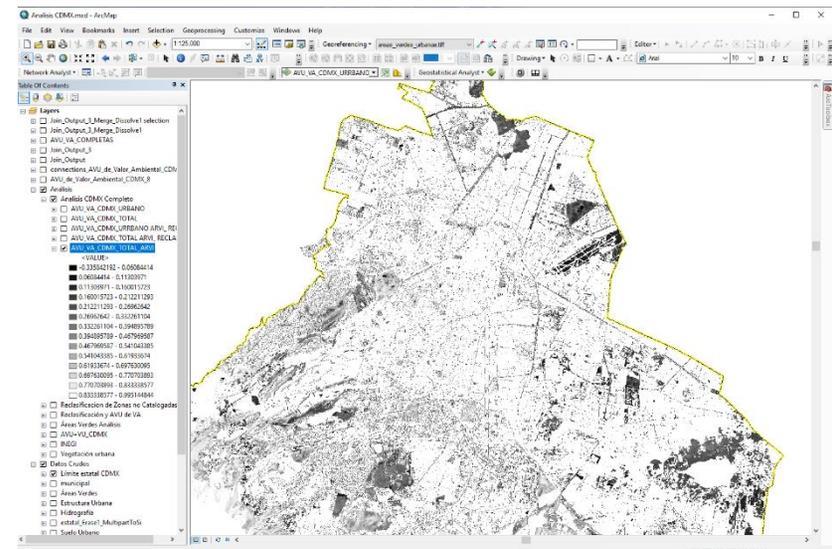


Gráfico 3. Distribución de valores de ARVI para la CDMX, y clasificados con el método de Optimización de Jenks, generados en ArcMap. Fuente: Captura de pantalla

Al ser obtenido directamente del visor “Land Viewer EOS”<sup>71</sup> los cálculos y correcciones ya vienen aplicados por defecto en la imagen satelital **[R3]**. De esta imagen se extraen aquellos valores que intersecan con las áreas verdes urbanas del análisis **[S10]** con el uso de la herramienta <Extract By Mask>, lo que nos deja únicamente con los valores de ARVI correspondientes a cada parche de vegetación **[R4]** **[7]**. Así, para la vegetación

de la Ciudad de México se obtuvieron valores de ARVI que van desde el -0.336 al 0.995, con un promedio de 0.392 dentro, una desviación estándar de 0.215 y una distribución binomial negativa. **[Gráfico 3]** A simple vista, la mayoría de los valores se encuentran ubicados en el rango de 0.16 al 0.46, de la primera desviación estándar del grupo de valores. **[Mapa 7]**

Sin embargo, algunos de estos valores corresponden a superficie que no necesariamente es vegetación. Al realizar un muestreo manual del **[R3]** usando la imagen satelital de ESRI “World Imagery”<sup>72</sup>, que ofrece el software



[7]. Valores ARVI para la vegetación urbana de CDMX.

<sup>71</sup> © Copyright 2019 Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>

<sup>72</sup> Fuente: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA FSA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

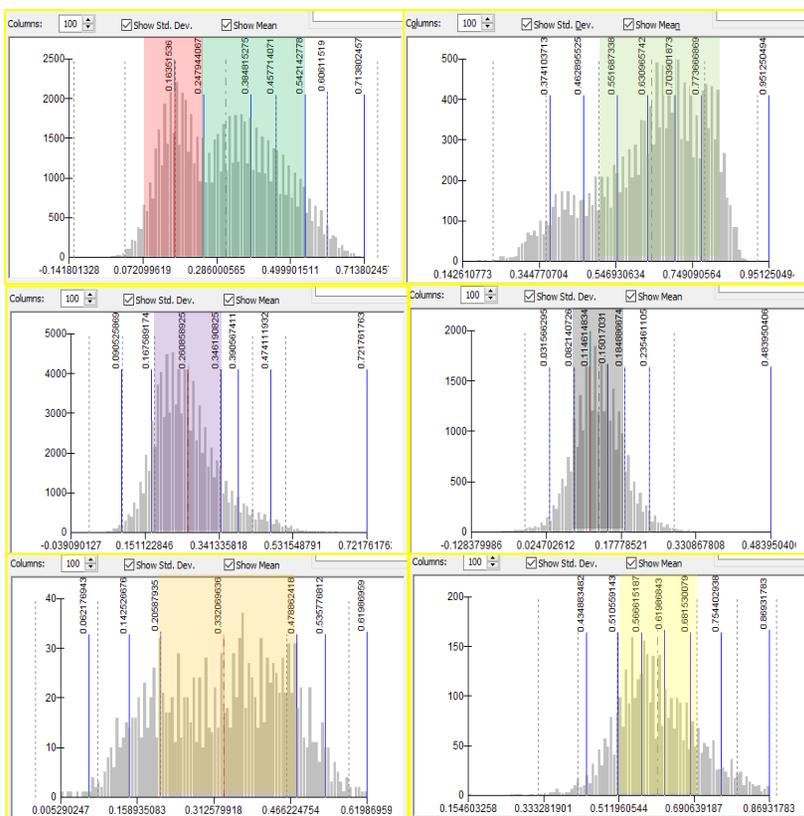


Gráfico 4. Valores de ARVI por cobertura de suelo No Catalogado por PAOT. De izquierda a derecha, y de arriba a abajo: Suelo desnudo y Arbustos y Pastos; Árboles; Campos Agrícolas; Construcciones; Vialidades; y Campos Deportivos. Fuente: Captura de pantalla

de ArcMap, se pudieron observar superficies como suelo desnudo, tejados metálicos, inclusive construcciones colindantes con los parches de vegetación acotados, por lo cual, la información aún debía ser acotada ya que, a causa de la resolución de la imagen satelital (30m por

píxel) existe la posibilidad de la presencia de fragmentos que no corresponden a valores de áreas verdes.

Para obtener los valores correspondientes se extrajeron los valores ARVI [R3] para cada tipo de cobertura de suelo reclasificado <Extract By Mask> [S9], se analizó su distribución, y con ayuda de muestreo manual se obtuvieron los siguientes rangos de valores para distintos tipos de cobertura de suelo, haciendo uso del método de Optimización de Jenkins y la desviación estándar de cada grupo de datos:

Tabla 10. Cobertura de suelo y valores de ARVI.

Tipo de Cobertura	Valores ARVI	Valor Ambiental
Suelo Desnudo	0.07 – 0.24	NO
Arbustos y Pastos	0.25 – 0.54	SI
Árboles	0.54 – 0.82	SI
Campos Agrícolas	0.16 - 0.34	NO
Construcciones	0.08 – 0.18	NO
Vialidades	0.2 – 0.47	NO
Campos Deportivos	0.51 – 0.69	NO

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.], los valores entre 0.25 y 0.82 están relacionados a suelo que tiene vegetación que puede ser ecológicamente relevante por su cobertura y

**vigorosidad**<sup>73</sup> (“Árboles” y “Arbustos y Pastos”). Sin embargo, los valores no tienen límites bien definidos, por lo que existe un margen de error de incluir o excluir elementos. Por lo tanto, se procedió a la selección de la vegetación cuyos valores de ARVI se encuentran entre el 0.25 y el 0.85, esto para deshacerse de los valores de suelo desnudo, vegetación sin vigor y construcciones por debajo de 0.25, de coberturas y pastos altamente irrigados (como los campos de golf y fútbol que no aportan valor ambiental) que son más probables de encontrar por arriba de 0.85.

Tabla 11. Rangos de valores de ARVI y su valor de reclasificación.

Valores ARVI	Valores Reclasificación
0.25 – 0.30	1
0.30 – 0.35	2
0.35 – 0.40	3
0.40 – 0.45	4
0.45 – 0.50	5
0.50 – 0.55	6
0.55 – 0.60	7
0.60 - 0.65	8
0.65 – 0.70	9
0.70 – 0.75	10
0.75 – 0.80	11
0.80 – 0.85	12

Fuente: Elaboración propia

<sup>73</sup> El índice ARVI "...arroja valores de intensidad del verdor de la zona, y da cuenta de la cantidad de vegetación presente en una superficie y su estado de salud o vigor vegetativo." (Meneses-Tovar, C. L. (2011). NDVI as indicator of degradation. *Unasylva*, 238(62), p.40.)

Ambos criterios se establecieron con el muestreo manual de porciones de suelo urbano con estos tipos de coberturas. El ráster resultante **R4** con los valores acotados finalmente es convertido en polígonos **<Raster To Polygon>**, dando como resultado un mapa de las áreas verdes urbanas que se utilizará para los cálculos de conectividad espacial. **S11** **[Mapa 8]** Es importante mencionar que para el ecotono se tomarán los valores mayores a 8.5 por la ausencia de construcciones para identificar la vegetación más vigorosa.

iv. Impactos de las Áreas Verdes Urbanas al suelo urbano:

Para complementar el valor ambiental de las áreas urbanas con base en sus servicios ecosistémicos utilizaremos algunos valores agregados para medir el impacto que están tienen en el suelo urbano circundante:

- Temperatura de Superficie de Suelo (LST)

La temperatura aproximada a la que se encuentra la superficie terrestre se obtiene por medio del

procesamiento de imágenes satelitales. Para su cálculo se utilizó el complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* para QGIS <sup>74</sup> usando el método señalado en “*Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER*”: <sup>75</sup>, que nos permite realizar la descarga y corrección de las imágenes satelitales correctamente, así como expresar los valores del satélite en °C para generar un mapa más amigable la información de la Ciudad de México. El proceso se desarrolla de la siguiente forma:

Una vez realizado el proceso de descarga y corrección se procede a la reclasificación de las bandas 2 a la 7 obtenidas de LANDSAT 8 [RB] (similar al realizado para la reclasificación de [R1] para diferenciar Agua, Construcciones, Vegetación y Suelo desnudo. Una vez reclasificado se le otorgan los siguientes valores de emisividad de superficie por cada tipo de clasificación:

Tabla 12. Valores de emisividad de superficie.

Superficie (Land Surface)	Emisividad (Emissivity)
Agua (Water)	0.98
Construcción (Built-up)	0.94
Vegetación (Vegetation)	0.98
Suelo Desnudo (Bare Soil)	0.93

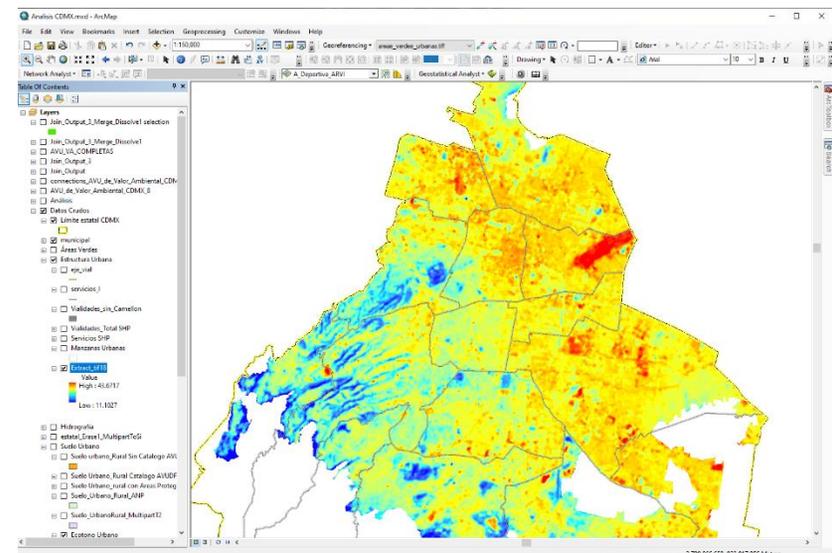
Fuente: Elaboración propia con datos de Congedo Luca (2016). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. Op. Cit.

<sup>74</sup> Congedo Luca (2016). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. Op. Cit.

<sup>75</sup> Congedo Luca (2016). *Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER*. From GIS to Remote Sensing. Recuperado de <https://fromgistors.blogspot.com/2016/09/estimation-of-land-surface-temperature.html?m=1>

Una vez añadidos los valores de emisividad por cobertura de suelo la información se contrasta con la Banda 10 de LANDSAT 8 para obtener un aproximado de la temperatura en Kelvin, que luego es transformada a Celsius, dando como resultado el mapa de LST. [R5] Finalmente, se extrae de éste ráster aquellos valores que pertenecen al suelo urbano de la CDMX. [R6] [8] [Mapa 9]

Este valor nos permite medir la diferencia de temperatura entre las superficies cercanas a las áreas verdes y aquellas que se encuentran alejadas de ellas,



[8]. Temperatura de superficie de suelo de la CDMX. Fuente: Captura de pantalla

permitiéndonos observar los efectos de las áreas verdes en el combate a las islas de calor urbanas (UHI's), así como los valores de temperatura según el tipo de vegetación. Es importante recalcar que los valores obtenidos en las áreas serán aquellos encontrados en la parte superior de la vegetación (la copa), por lo que no reflejan la temperatura del suelo debajo de ellas, dando valores que podrían parecer poco lógicos a simple vista.

### 3.2. Caracterización y análisis de la estructura ecológica urbana de la Ciudad de México.

Para realizar el análisis de la estructura ecológica urbana fue necesario el uso de dos softwares conjuntos, debido a la incapacidad de realizar los análisis de conectividad y la inexperiencia del manejo del software en uno u otro. Se utilizó el software <Graphab 2.4><sup>76</sup> para el cálculo de indicadores de conectividad y la creación de nodos y corredores, y <ArcGIS 10.5> para el análisis espacial urbano de estos indicadores con el resto de la información recabada y generada en este trabajo. Los pasos

realizados serán marcados con el color de su respectivo software indicado anteriormente.

Usando los pasos descritos en “Graphab 2.4 User Manual”<sup>77</sup> se realizaron dos análisis de conectividad para la Ciudad de México con una **conectividad de parches** de 8-cell neighboring (mide la conectividad en diagonal, vertical y horizontal al parche), **tamaño mínimo de parche** de 0.01 ha (100m<sup>2</sup>). Las diferencias entre ambos análisis fueron las siguientes:

Tabla 13. Comparativa entre el análisis funcional y el estructural para la estructura urbana de la CDMX.

	Análisis Funcional	Análisis Estructural
<b>Topología</b>	Planar	Completa
<b>Distancia entre parches</b>	Least Cost Path	Least Cost Path
<b>Impedancia</b>	Longitud recorrida	de Costo acumulado

Fuente: Elaboración propia

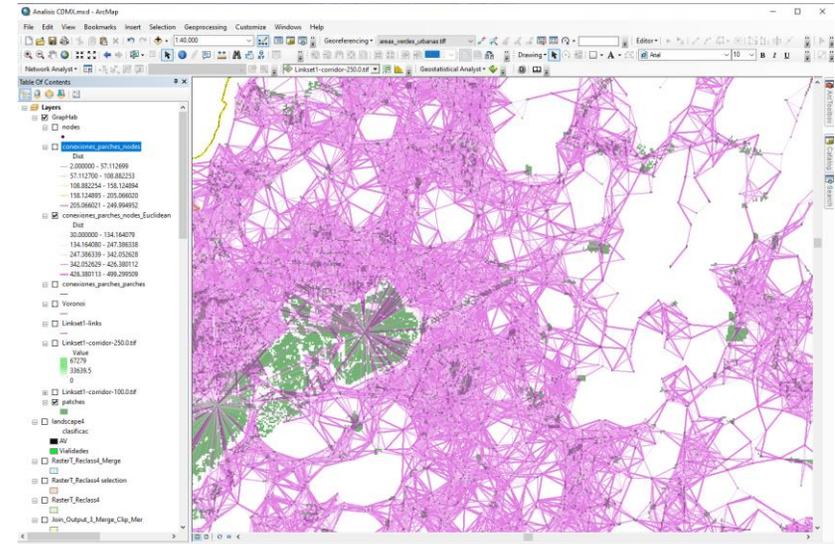
Para el **Análisis Funcional**, el análisis de los parches urbanos con una topología planar considera únicamente los parches que cercanos medidos con distancia euclidiana, lo que genera un mapa con diagramas de

<sup>76</sup> Foltête J.C., Clauzel C., Vuidel G., 2012. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks Environmental Modelling & Software, 38: 316-327. <https://sourcesup.renater.fr/graphab/en/home.html>

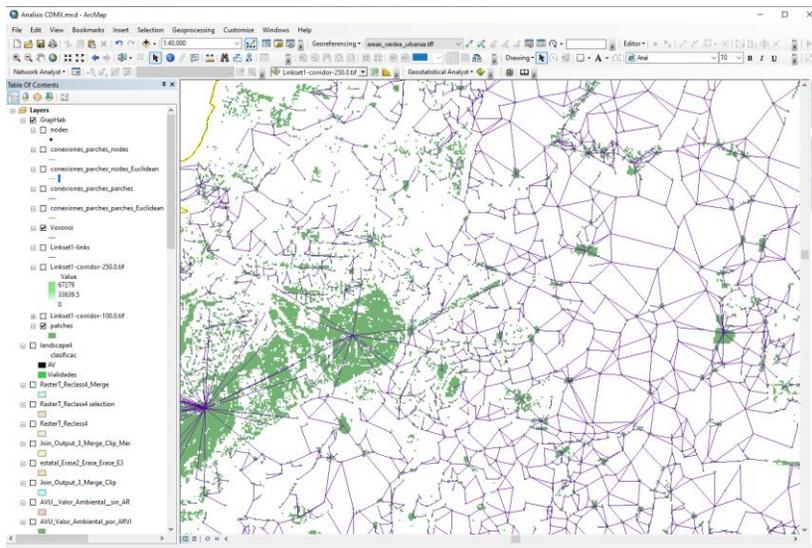
<sup>77</sup> Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Recuperado el 8 de junio de 2019 de <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf>

Voronoi, (que definen un grupo de puntos que están de un sitio más que de otro) para seleccionar estos parches. Una vez seleccionados, las distancias entre parches serán establecida en 250 m para generar un mapa de <Least Cost Path> que tome como parte del recorrido hecho la distancia que se atraviesa de, y la impedancia (recorrido) con un máximo de 250 y 500 metros recorridos. El producto obtenido de este primer análisis nos arroja las conexiones entre aquellos parches que se encuentren a 500 m a la redonda, sin afectaciones de la estructura urbana ni las construcciones.

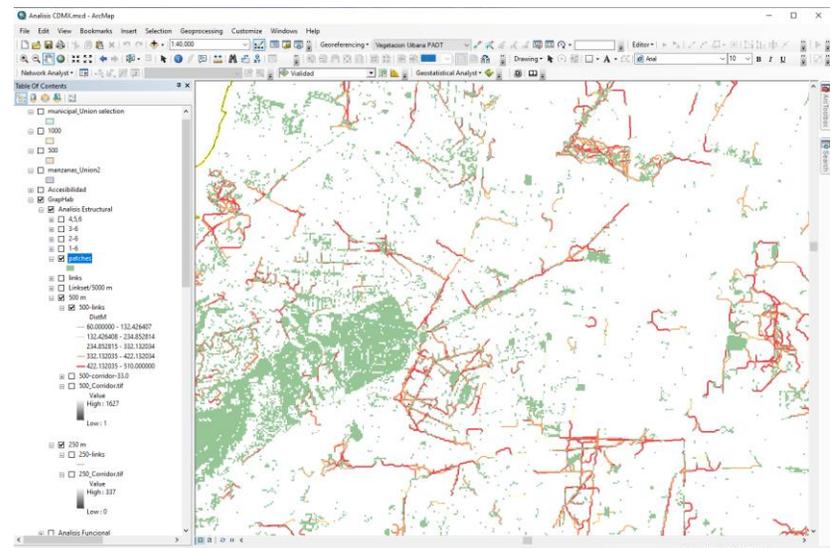
El **Análisis Estructural**, en cambio, tendrá una topografía completa que contemple cada parche



[9]. Conexiones entre nodos a 500m de distancia Euclidiana. Fuente: Captura de pantalla



[11]. Diagrama de Voronoi. Fuente: Captura de pantalla



[10]. Conexiones entre nodos hasta 500 m usando las vialidades como medio de conexión. Fuente: Captura de pantalla

independientemente de su agrupación, pero estará limitado a una distancia de 250m para la creación de estos enlaces. La distancia entre parches será igualmente para <Least Cost Path>, pero los costos estarán establecidos (y limitados) a las vialidades de la CDMX. En esta ocasión la impedancia será con 17, en el cual cada celda (de 30 metros) de parche tiene un costo de 1, y cada celda de vialidad un costo de 2, estableciendo que es más complicado realizar una conexión entre parches mientras más vialidad exista entre ellos. Las conexiones resultantes crearán redes de hasta 8km de largo, pero limitadas a una distancia de 250 y 500 metros alrededor de cada parche para realizar la conexión.

### 3.2.1. Conectividad general

Cuando hablamos de la conectividad general de un sistema nos referimos al total de interacciones entre el total de elementos de un sistema. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que en el análisis de conectividad la escala es sumamente importante. Lo primero que debemos medir es el nivel de conectividad entre las áreas verdes de la Ciudad de México como un todo interconectado; para lograr medir esta

Integral Index of Connectivity (IIC)	Formula	Meaning
Global level Component level Delta	$IIC = \frac{1}{A^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i a_j}{1 + nl_{ij}}$	<p>For the entire graph: product of patch capacities divided by the number of links between them, the sum is divided by the square of the area of the study zone.</p> <p>IIC is built like the PC index but using the inverse of a topological distance rather than a negative exponential function of the distance based on the link impedance.</p>
Values	Minimum value: 0 Maximum value: 1	
Reference	[Pascual-Hortal and Saura(2006)]	

*Ecuación 1. Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf> p.32*

interconectividad a diversas escalas utilizaremos los siguiente dos índices:

- **Índice Integral de Conectividad (IIC):** Índice binario de conectividad entre dos parches. Los valores van de 0 al 1, siendo 1 el caso hipotético que todo el paisaje esté ocupado por hábitat.<sup>78</sup> Normalmente este índice mide la relación binaria entre parches basándose en las distancias euclidianas, y el tamaño de los parches (para este estudio y software).
- **Probabilidad de Conectividad (PC):** El PC es la probabilidad que dos puntos colocados aleatoriamente a lo largo del paisaje caigan en

<sup>78</sup> Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: Towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21(7), 959–967.

áreas habitables que son alcanzables entre ellas. Cuantifica la conectividad funcional, en un rango de 0 a 1 (Pascual-Hortal, L., & Saura, S., 2008) <sup>79</sup>.

La principal diferencia entre ambos índices (aparte que el PC refleja probabilidad) radica en la forma de medir el valor de la distancia entre parches; mientras el IIC mide la distancia con topología planar en un espacio libre (acorde con un análisis funcional de las relaciones), el PC utiliza las características de la misma topología para tomar en cuenta obstáculos que deban atravesar estas relaciones para poder llevarse a cabo (mas estructural).

Probability of Connectivity (PC)	Formula	Meaning
Global level Component level Delta	$PC = \frac{1}{A^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}$	Sum of products of capacity of all pairs of patches weighted by their interaction probability, divided by the square of the area of the study zone. This ratio is the equivalent to the probability that two points randomly placed in the study area are connected.
Values	Values correspond to a probability. Minimum value: 0 Maximum value: 1	
Comment	For each pair of patches, the path of the graph used is the one that maximizes $e^{-\alpha d}$ , i.e. the one that minimizes the distance $d$ (or the cost) between the patches $i$ and $j$ . This metric is not available when $a_i$ does not represent patch area.	
Reference	[Saura and Pascual-Hortal(2007)]	

Ecuación 2. Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). *Graphab2.4 UserManual*. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf> p.30

Los resultados del cálculo de los índices de conectividad obtenidos por medio de <Graphab 2.4> para los análisis mencionados anteriormente fueron los siguientes:

- **Conectividad General (Planar)**

IIC: [8.625016617140111E-5]

- **Análisis Funcional (Distancia Euclidiana)**

**(250 m):** IIC: [1.9415383811950354E-4]; PC\_d250\_p0.5: [9.006576663797143E-5]

**(500 m):** IIC: [2.9937267482681396E-4]; PC\_d500\_p0.5: [1.1791567772226297E-4]

- **Análisis Estructural (Distancia Costos)**

**(250m):** IIC: [6.943407138107161E-5]; PC\_d250\_p0.5: [1.0140081863613797143E-4]

<sup>79</sup> Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006) Citado en: Saura, S., & Rubio, L. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33(3), 523–537.

**(500 m):** IIC: [7.403727925911468E-5]; PC\_d500\_p0.5: [7.298292845540651E-5]

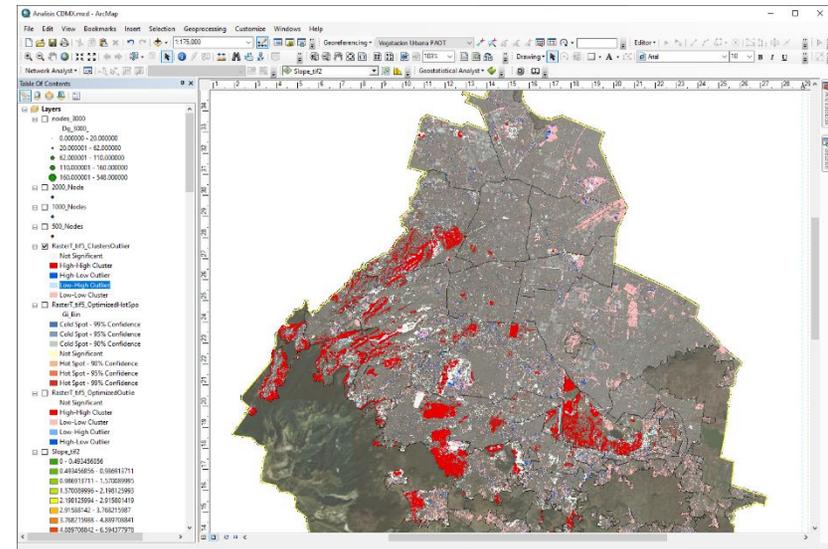
*Tabla 14: Resultados de IIC y PC para los análisis de conectividad general de AV de la CDMX.*

		Índice	250 m	500 m
Global	<b>Análisis Funcional</b>	IIC	0.0001942	0.0002994
		PC	0.0000901	0.0001179
	<b>Análisis Estructural</b>	IIC	0.0000694	0.0000740
		PC	0.0001014	0.0000730

*Fuente: Elaboración propia*

Al comparar los resultados de ambos análisis podemos observar dos cosas: el IIC nos da un mejor resultado en las conexiones calculadas por distancia euclidiana (al estar basado en esta medición) en comparación a aquellas realizadas por costos, mientras que el PC, en una distancia corta da un mejor resultado en las conexiones por costos, pero disminuye al aumentar la distancia, siendo el único indicador que decrece.

Esta diferencia puede deberse a que, al limitar el área de análisis a vialidades y parches únicamente para forzar la ruta, es menos probable que los puntos aleatorios encuentren un área habitable por la inclusión de espacio no habitable en el análisis, lo que finalmente lo hace más adecuado que el euclidiano. Con este rápido análisis se establecerá el ICC para medir la conectividad del **Análisis Funcional**, y el PC para la conectividad del **Análisis Estructural**, ambos a nivel local.



[12]. Clúster y Outliers. Fuente: Captura de pantalla

### 3.2.2. Conectividad local

En análisis de la conectividad de la estructura ecológica urbana a nivel local será la que nos permita detallar aquellos parches importantes y aquellos que necesitan mejoras para la conectividad del sistema a una escala local.

- Clúster y Aislamiento de parches (Clúster & Outliers): [Mapa 10]

Las agrupaciones de parches cercanos unos a otros de valores similares que pueden ser agrupados gracias a esta cercanía se pueden denominar como clúster. Cuando

un parche no comparte las características de aquellos que lo rodean se dice que está aislado (es un Outlier). Estos resultados se pueden expresar de 4 formas:

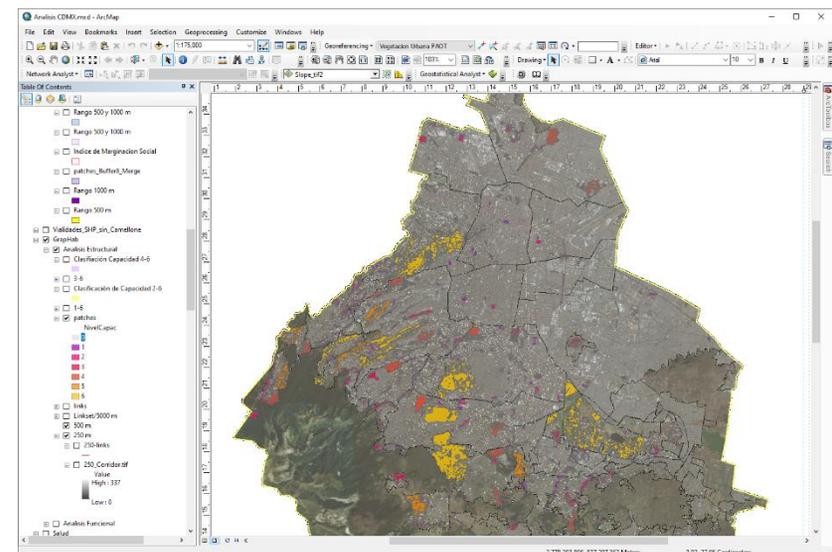
Los clústeres pueden ser formados por valores altos (HH) o por valores bajos (LL) más o menos homogéneos; mientras que los Outliers pueden ser un valor bajo rodeado de valores altos (LH) o un valor alto rodeado de valores bajos (HL). Para las áreas verdes de la Ciudad de México, los clústeres con mayor vigorosidad de vegetación se encuentran repartidos en las zonas poniente u sur de la ciudad, mientras que justo al inverso los clústeres de vegetación menos vigorosa se encuentran en el norte y oriente de la ciudad.

Estos grandes clústeres se encuentran tanto en los límites del territorio urbano como bastante adentrados en el “ecosistema urbano”, parches que parecen no alejarse de aquellos que rozan las periferias, adentrándose al “ecosistema urbano” paulatinamente, aunque de forma intermitente. Los campos de cultivo, así como el menor tamaño y la cantidad de suelo urbano que rodea al resto de los clústeres afecta su valoración (no así su conexión) en toda la ciudad. Finalmente, las delegaciones centrales, al contar con áreas verdes de menor tamaño difícilmente forman clúster o tienen Outliers, lo que refleja un ecosistema donde las áreas verdes se encuentran

alejadas entre sí, a distancias similares y/o con diferentes calidades de vegetación que impiden dibujar este tipo de relaciones en entornos altamente heterogéneos. Así, la gran mayoría de las áreas verdes de estas áreas no tiene una relevancia en esta variable.

- Capacidad de Parches (Capacity): [Mapa 11]

La capacidad de un parche es el indicador del potencial demográfico de este; a mayor ‘área, mayor la población (general) que puede soportar.<sup>80</sup> Esta variable nos sirve para otorgar un valor entero numérico diferente al área que se refiere a ésta misma, no simplemente su tamaño bruto.



[13]. Capacidad de parches. Fuente: Captura de pantalla

<sup>80</sup> Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Op. Cit. p. 10

Tabla 15. Nivel de capacidad de parches.

Nivel	Capacidad min
0	< 25,000
1	25, 000
2	100,000
3	250,000
4	500,000
5	1,000,000
6	> 2,000,000

Fuente: Elaboración propia

Para la Ciudad de México, no se utilizaron todos los parches: al contrario, fueron seleccionados según su capacidad; primeramente, se procedió a la separación de la muestra en categorías por Natural Breaks (Jenkins) con 6 categorías como un previo. Con ajuste manual, se decidió que los

valores menores a 25,00 entraran en la menor categoría para no ser tomados en cuenta en análisis posteriores, y que aquellos mayores a 2,000,000 se combinaran tanto por la baja cantidad como por similitud de área entre ellos y la diferencia con el resto.

- Node Degree (Dg): [Mapa 12]

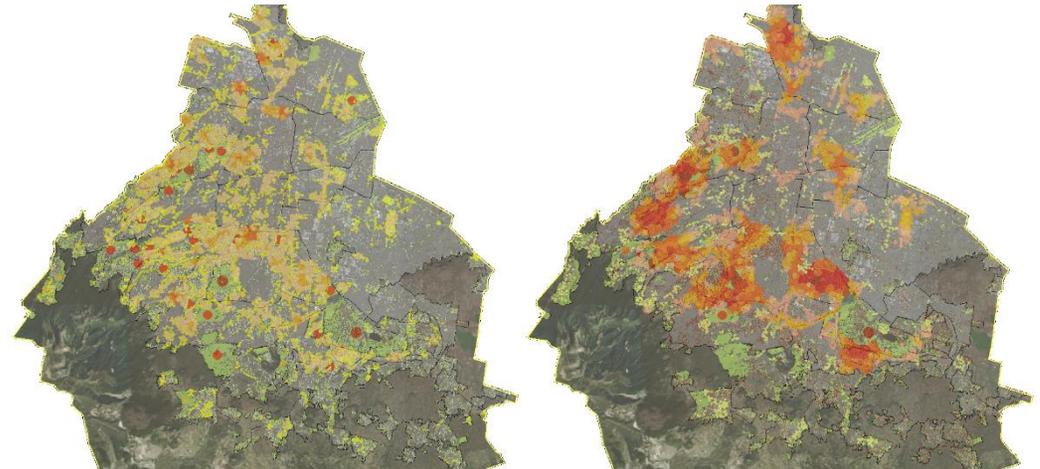
Es el número de enlaces conectados a un nodo particular contra el número de enlaces que pueden existir. Node degree establece una jerarquía general a cada parche de un sistema tomando en cuenta solo aquellos parches presentes en su red local. Su cálculo se detalla en la [Ecuación 3]:

Este puede funcionar para localizar aquellos nodos relevantes a nivel ciudad para la conectividad de la

estructura ecológica urbana, funcionando tanto como un indicador local como uno general. Conforme aumenta la escala aumenta el número de conexiones entre parches, lo que beneficia principalmente a las áreas verdes que se encuentran en las zonas clisterizadas; sin embargo, al aumentar estas en grado (*Degree*), aquellas que no se encuentran continuas a estos clústeres son incapaces de

Node Degree ( <i>Dg</i> )	Formula	Meaning
Local level	$Dg_i =  N_i $	Number of edges connected to the node <i>i</i> ie. number of patches connected directly to the patch <i>i</i>
Values	Minimum value: 0 Maximum value: <i>n</i>	
Comment	There is an equivalence between the node degree and the number of nearest patches because graphs are not oriented and do not contain any loops.	
Reference	Freeman, 1979	

Ecuación 3. Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf> p.36



[14]. Node degree de enlaces de 500 m y 3000 m (izquierda a derecha). Fuente: Captura de pantalla

aumentar su alcance, no se ven beneficiadas y de forma relativa reducen su valor al resto. Sin embargo, en cualquiera de las escalas es claro que la zona sur y oeste son las más importantes en conexiones de nodos, con excepción del norte de la Gustavo A. Madero, donde al aumentar la escala de los análisis aumenta significativamente su potencial de conectividad.

- Closseness Centrality (CCe): [Mapa 13]

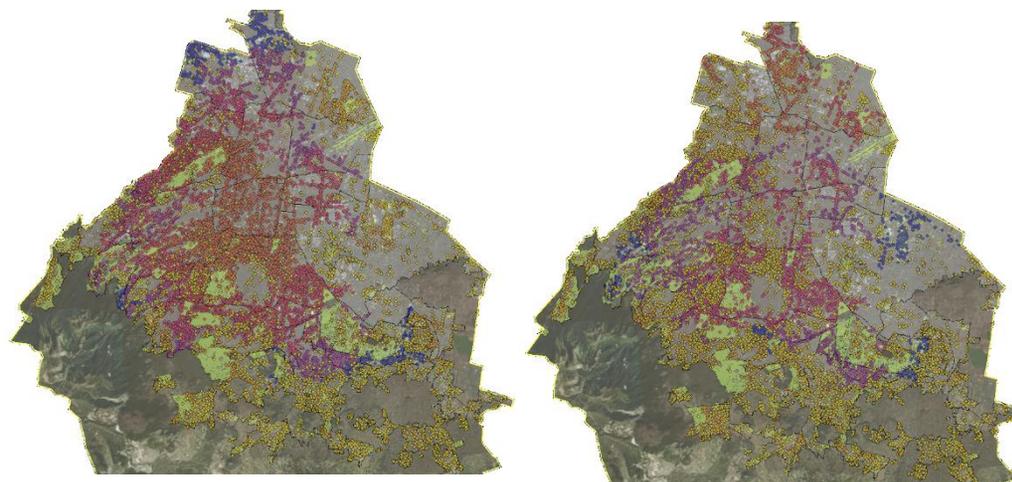
Este indicador se utiliza para conocer qué tan fácilmente puede un nodo conectarse con el resto de los nodos en la red. Mide la capacidad de un nodo de afectar a otros dentro de su red [Ecuación 4], y con este podemos obtener información del potencial de los parches de paisaje dentro de la red ecológica urbana de la ciudad.

Conforme la escala del análisis aumenta, y con ella sus conexiones locales, puede verse como a los parches se les es más difícil obtener los valores más altos de centralidad, dando paso a los parches mejor comunicados dentro de la red ecológica urbana. Aunque los mismos clústeres que se encontraron anteriormente mantienen valores altos de Centralidad, es importante notar como al aumentar el nivel de la escala las áreas verdes pertenecientes a Iztapalapa e Iztacalco tienen un altísimo

potencial de conectarse con los nodos de la red en particular, colocándolos como candidatos factibles para la mejora de las condiciones de acceso ambiental de la zona oriente de la ciudad que cuenta con niveles bajos en todos los análisis.

Closseness Centrality (CCe)	Formula	Meaning
Local level	$CCe_i = \frac{1}{n_k - 1} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n_k} d_{ij}$	Mean distance from the patch i to all other patches of its component k.
Values	Minimum value: 0 Maximum value: +∞	
Comment	Si $n_k = 1 \rightarrow CCe_i = 0$	
Reference	Freeman, 1979	

Ecuación 4. Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf> p.36



[15]. "Closseness Centrality" de enlaces de 500 m y 3000 m (izquierda a derecha). Fuente: Captura de pantalla

- Betweenness Centrality (BC): [Mapa 14]

El número de veces que el parche ha servido de puente entre otros dos nodos depende de la capacidad de los parches, y de la distancia de los enlaces entre parches que lo atraviesan. Con este indicador es posible reconocer aquellos nodos que permiten la accesibilidad entre parches dentro de la red, y, de forma similar al CCE, conforme a la escala analizada reducir las posibilidades a aquellas con mayores impactos a nivel ciudad y local.



[16]. "Betweenness Centrality" de enlaces de 500 m y 3000 m (izquierda a derecha). Fuente: Captura de pantalla

Al observar los valores a nivel ciudad, podemos percatarnos de un patrón repetido de conectividad en el sur de la ciudad principalmente, pero deja en claro una realidad de la red, que no existen parches que funcionen como conectores en la zona central, oriental y norte de la ciudad, lo que nos dice que las relaciones entre parches en estas se realizan de una forma lineal y seriada, no como un sistema cerrado, lo que dificulta la capacidad de estos parches de formar clúster de gran relevancia, y que evita que la estructura ecológica en estas zonas (y la mayor parte del suelo urbano) no tenga un fuerte tejido de conexiones, dando paso a un esquema centralizado de servicios ecosistémicos localizado en la zona sur de la ciudad, en los parches de mayor tamaño.

Betweenness Centrality index (BC)	Formula	Meaning
Local level	$BC_i = \sum_j \sum_k a_j^\alpha a_k^\beta e^{-\alpha d_{jk}}$ <p><math>j, k \in \{1..n\}, k &lt; j, i \in P_{jk}</math></p>	Sum of the shortest paths through the focal patch $i$ , each path is weighted by the product of the capacities of the patches connected and of their interaction probability. $P_{jk}$ represents all the patches crossed by the shortest path between the patches $j$ and $k$ .
Values	Values depend on the configuration. They correspond to a weight of potential transit. Minimum value: 0 Maximum value: square of the total area of habitat.	
Comment	With an adjustment of $\alpha = 0$ and $\beta = 0$ (uniform weighting of paths), the $BC$ index is the same as that used in other types of graphs. An adjustment of $\alpha = 0$ and $\beta = 1$ gives paths a weight proportional to the product of the capacities of the patches that they connect, whatever their distance. In [Foltête et al.(2012a), Foltête et al.(2012b)], the $BC_i$ index was proposed so as to give greater weight to paths exceeding a given criterion (e.g. dispersal distance). But tests showed that this index was strongly correlated with the weighted $BC$ adjusted with $\alpha = 0$ . In [Bodin and Saura(2010)], the $BC_{pc}$ is the weighted $BC$ with $d$ equal to the dispersal distance, $\alpha$ as $e^{-\alpha d} = 0.05$ and $\beta = 1$ .	
Reference	[Bodin and Saura(2010)] [Foltête et al.(2012a)]	

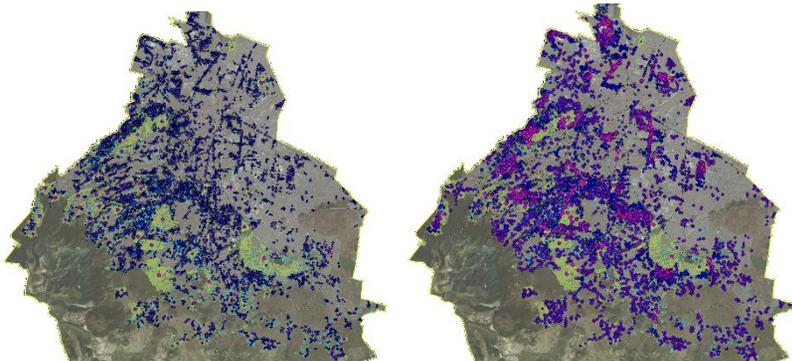
Ecuación 5. Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf> p.32

- Connectivity Correlation (CCor): [Mapa 15]

Relación entre el Node Degree del parche y la suma de sus vecinos. Al igual que este, aumenta con la escala cuando el nodo tiene un mayor grado que aquellos que lo rodean, castigando a los Outliers y homogeneizando los Clúster.

Connectivity correlation (CCor)	Formula	Meaning
Local level	$CCor_i = \frac{ N_i ^2}{\sum_{j \in N_i}  N_j }$	Ratio between the degree of the node i and the degree of its neighboring patches j
Values	Minimum value: 0 Maximum value: $ N_i $	
Comment	If $ N_i  = 0 \rightarrow CCor_i = 0$	
Reference	[Minor and Urban(2008)]	

Ecuación 6. Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf> p.37



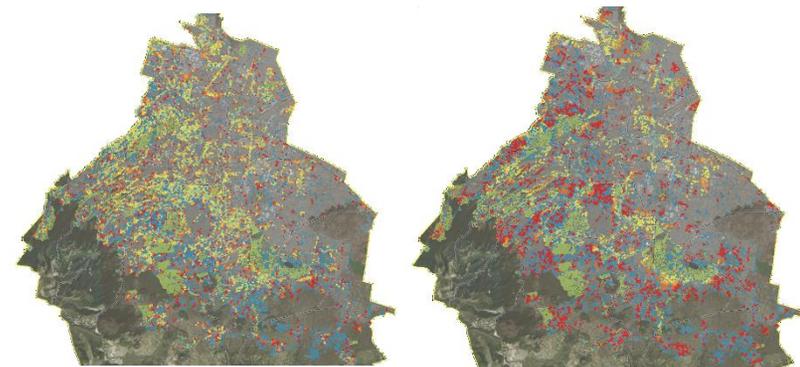
17. "Connectivity Correltaion" de enlaces de 500 m y 3000 m (izquierda a derecha). Fuente: Captura de pantalla

- Clustering Coefficient (CC): [Mapa 16]

Pensado para saber si dos nodos conectados son parte de una red interconectada más grande de nodos (un clúster). Las relaciones se vuelven más detalladas conforme aumenta la escala y más parches son considerados.

Clustering Coefficient (CC)	Formula	Meaning
Local level	$CC_i = \frac{1}{ N_i  ( N_i  - 1)} \sum_{j \in N_i}  N_i \cap N_j $	Ratio of the number of nodes close to i which are neighbors to each other over the possible total.
Values	Minimum value: 0 Maximum value: 1	
Comment	Si $ N_i  \leq 1 \rightarrow CC_i = 0$	
Reference	[Ricotta et al.(2000)]	

Ecuación 7. Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf> p.36



18. "Clustering Coefficient" de enlaces de 500 m y 3000 m (izquierda a derecha). Fuente: Captura de pantalla

### 3.2.3. Análisis de Conectividad

En resumen, como se había mencionado antes, la conectividad se ve afectada de gran manera por la escala a la que se trabaja, no solamente en los valores resultantes, sino en las interacciones entre las variables utilizadas.

En la [Tabla 16] se puede ver como el aumento de escala fortalece en la mayoría de los casos las correlaciones entre variables, con las disminuciones mas significativas entre el CC y el CCe (de .477 a .377), y la del CCor con la Capacidad de parches. En esta segunda relación, mientras que aun escala local (500 m) la correlación entre ambos es de .426, al subir la escala hasta los 3,000 metros esta relación se pierde, ya que, al aumentar la escala, las dimensiones de las áreas verdes pierden importancia contra su posicionamiento en la red y la de sus vecinos

Tabla 16. Correlaciones entre indicadores de conectividad.

		Capacity	Dg_500	CCe_500	BC_d500_	CCor_500	cc_500
Capacity	Correlación de Pearson		.190	.000	.070	.426	-.043
Dg_500	Correlación de Pearson	.190		.511	.085	.593	.306
CCe_500	Correlación de Pearson	.000	.511		.067	.333	.477
BC_d500_	Correlación de Pearson	.070	.085	.067		.080	.000
CCor_500	Correlación de Pearson	.426	.593	.333	.080		.405
cc_500	Correlación de Pearson	-.043	.306	.477	.000	.405	
		Capacity	Dg_3000_	CCe_3000	BC_d3000_	CCor_300	cc_3000_
Capacity	Correlación de Pearson		.112	.021	.125	.125	.002
Dg_3000_	Correlación de Pearson	.112		.745	.158	.502	.362
CCe_3000	Correlación de Pearson	.021	.745		.099	.305	.377
BC_d3000	Correlación de Pearson	.125	.158	.099		.086	.013
CCor_300	Correlación de Pearson	.125	.502	.305	.086		.690
cc_3000_	Correlación de Pearson	.002	.362	.377	.013	.690	

Fuente: Elaboración propia

cercanos. Igualmente, se presenta una relación entre variables con la siguiente estructura:

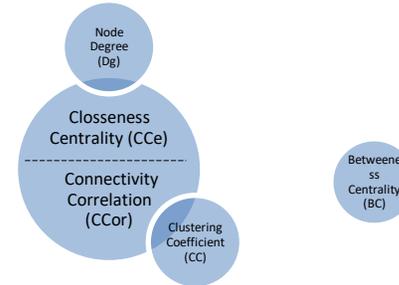


Figura 11. Relación entre indicadores de conectividad. Fuente: Elaboración propia.

Podemos afirmar que, cuando consideramos las áreas verdes de mayor valor ambiental, su tamaño es menos importante en la conectividad de la red ecológica, lo que se mide es la distancia, posición y relaciones entre los parches. La importancia del área en la conectividad reside en el aumento de la posibilidad de alcanzar más fácilmente a un parche si tu perímetro se encuentra más cercano a él, no tu centro, otorgando mayor peso a la geometría del

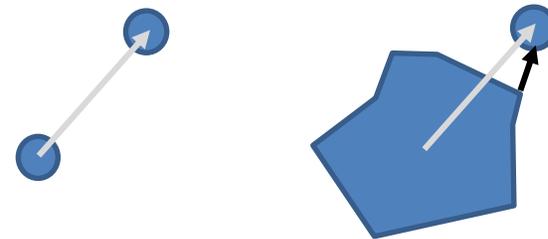


Figura 12. Diferencia entre distancias nodo a nodo, y límite a límite entre parches. Fuente: elaboración propia.

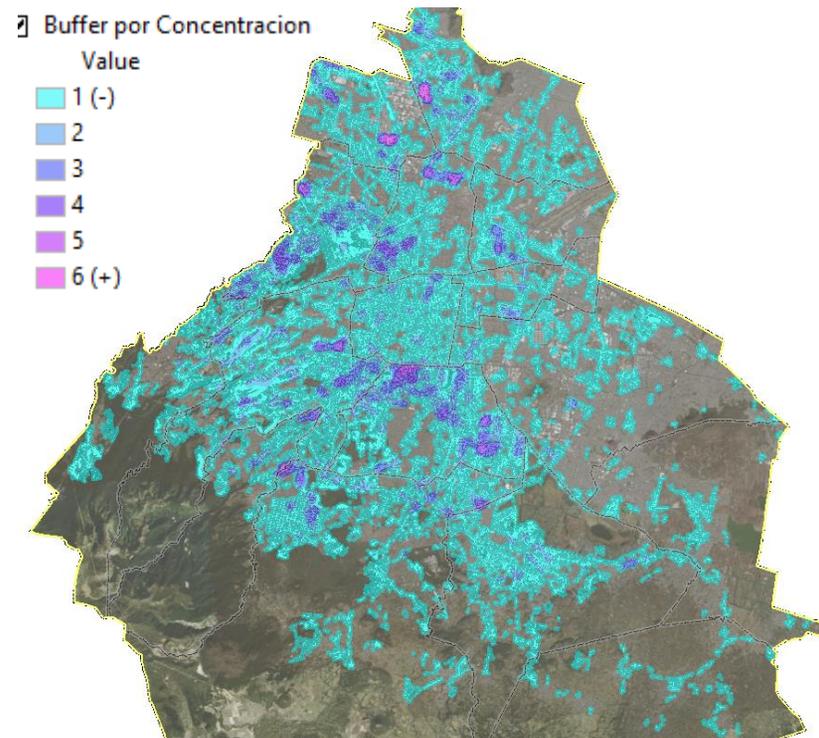
parche, cuestión que se modifica en la distancia entre nodos y entre parches.

### 3.2.4. Corredores

Finalmente, obtenemos la visual de los corredores obtenidos por medio de GrapHab2.4 para la escala local de las áreas verdes de la Ciudad de México. Estos corredores contemplan tanto áreas verdes como vialidades. [Mapa 17] Las vialidades que son marcadas en estos corredores son aquellas que sirven (actualmente) para la conexión física y el desplazamiento de elementos bióticos dentro de la estructura urbana de un parche a otro. En otras palabras, todas las vialidades que no aparecen aquí no proveen ningún beneficio a la estructura ecológico-urbana en su estado actual.

Así, las áreas con valores más altos son aquellas que concentran un mayor número de enlaces que usan esa vialidad o parche como medio de comunicación entre otros a una distancia máxima de 500 metros entre ambos. Este análisis nos ofrece una escena más clara de los clústeres de áreas verdes desde una perspectiva estructural, no funcional, usando la forma urbana como un impedimento para la agrupación de las áreas verdes, independientemente de su valor ambiental.

Al final, obtenemos una imagen completa del sistema circulatorio de la estructura ecológica urbana y los puntos de mayor concentración de enlaces locales entre parches, y aquellas áreas donde no existen estas conexiones, lo que nulifica sus efectos de forma individual al resto de la red (mas no a sus alrededores).



[19] Acceso local a corredores. Fuente: Captura de pantalla

### 3.3. Caracterización y análisis poblacional y socioeconómico de la Ciudad de México.

Para poder establecer una relación entre las áreas verdes y el entorno urbano es necesario no enfocarse solamente en el aspecto estructural de las áreas verdes, sino en las relaciones funcionales que establece también con los elementos bióticos del ecosistema. La caracterización y análisis de las variables socioeconómicas de la población residente de la Ciudad de México con el medio para poder otorgar un efecto social medible de la presencia de las áreas verdes en la superficie de la ciudad y poder establecer con mayor precisión las áreas de la ciudad que necesitan intervención para la mejora de la estructura ecológica en el “ecosistema urbano”.

#### 3.3.1 Salud Pública:

Más allá de las áreas verdes como elementos estéticos dentro del paisaje urbano, nos interesa saber el impacto que tiene a nivel urbano la presencia de estas en los habitantes que las rodean y frecuentan. Las áreas verdes tienen efectos en la salud de los habitantes de la ciudad,

especialmente en personas de bajos recursos, jóvenes y adultos mayores. En un radio de 3 kilómetros un área verde puede afectar positivamente en el estrés y la salud mental de los ciudadanos, y promueven la actividad física (ciclismo, caminata, correr).<sup>81</sup> Sin embargo, es a partir de 1000 m que la actividad física es afectada negativamente<sup>82</sup> así es como se crea una zona de influencias progresiva de las áreas verdes <Progressive Buffering> [S12] que cubra estos 3 km para obtener las manzanas que tienen una cobertura de salud por parte de un área verde urbana [S11]. [Mapa 18] Este efecto se otorgó únicamente a las áreas verdes con una mayor Capacidad, y se fue disminuyendo según la misma para las áreas verdes de valor ambiental de la siguiente manera:

Tabla 17. Capacidades y rangos para las áreas verdes en metros.

Rango (Distancia) (m)	Capacidad mínima
100	25,000
250	100,000
500	250,000
1000	500,000
2000	1,000,000
3000	2,000,000

Fuente: Elaboración propia

<sup>81</sup> Groenewegen, P., van den Berg, A., Maas, J., Verheij, R., & de Vries, S. (2012). Is a Green Residential Environment Better for Health? If So, Why? *Annals of the Association of American Geographers*, 102(5), 996–1003.

<sup>82</sup> Klompmaker, J. O., Hoek, G., Bloemasma, L. D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A. H., ... Janssen, N. A. H. (2018). Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental Research*, 160(October 2017), 531–540. p.537

De los resultados, [Tabla 18] un total de 39,904 manzanas de la CDMX (48.86% del total) se encuentran dentro del rango mayor de beneficio que pudieran otorgar las áreas verdes, que es equivalente a 47.33% de la población de la ciudad. La gran mayoría de esta cobertura se encuentra en el sur y poniente de la ciudad, con coberturas de casi el 100 % en Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras, debido a la cantidad y dimensión de las áreas verdes contenidas en ellas. Coyoacán, Miguel Hidalgo, Tlalpan y Xochimilco igualmente poseen una alta cobertura, siendo la menor Coyoacán con un 85.04%.

Por otra parte, las alcaldías con un mayor déficit de cobertura de áreas verdes se encuentran del oriente al

Tabla 18. Población de manzanas dentro de los rangos de efectos en la salud que pueden otorgar las áreas verdes.

Alcaldía	Población Total	Accesibilidad Peatonal 500m			
		Cubierta	%	No Cubierta	%
Alvaro Obregon	727,034	358,600	49.32%	368,434	50.68%
Azcapotzalco	414,711	126,791	30.57%	287,920	69.43%
Benito Juarez	385,439	69,619	18.06%	315,820	81.94%
Coyoacan	620,416	292,552	47.15%	327,864	52.85%
Cuajimalpa de Morelos	186,391	66,887	35.89%	119,504	64.11%
Cuauhtemoc	531,831	224,908	42.29%	306,923	57.71%
Gustavo A. Madero	1,185,772	213,354	17.99%	972,418	82.01%
Iztacalco	384,326	82,200	21.39%	302,126	78.61%
Iztapalapa	1,815,786	246,794	13.59%	1,568,992	86.41%
La Magdalena Contreras	239,086	150,898	63.11%	88,188	36.89%
Miguel Hidalgo	372,889	136,462	36.60%	236,427	63.40%
Milpa Alta	130,582	21,468	16.44%	109,114	83.56%
Tlahuac	360,265	21,940	6.09%	338,325	93.91%
Tlalpan	650,567	223,387	34.34%	427,180	65.66%
Venustiano Carranza	430,978	91,278	21.18%	339,700	78.82%
Xochimilco	415,007	201,816	48.63%	213,191	51.37%
	<b>8,851,080</b>	<b>2,528,954</b>	<b>28.57%</b>	<b>6,322,126</b>	<b>71.43%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

norte, como son Iztacalco, Venustiano Carranza y Milpa Alta, con porcentajes mayores al 90% de sus manzanas a más de 3 kilómetros de un área de valor ambiental grande y con relativamente pocas de menor valor.

### 3.3.2 Accesibilidad:

En cuanto al acceso físico de una vivienda a un área verde, el efecto se reducirá al análisis de una distancia caminable de máxima de 500 metros a la redonda de éstas. Aquí, el efecto de las dimensiones del área verde no depende de su capacidad, sino de el lugar en que se encuentran ubicados en el espacio tanto las viviendas como las áreas verdes. En un análisis sin tomar en cuenta el área de las áreas verdes el resultado sería el plasmado en la [Tabla 20]. Como puede verse, tan solo un 28.57% de la población de la Ciudad de México se encontraría a una distancia caminable relativamente corta de un área verde, independientemente de su tamaño. Sin embargo, aunque vivir a 500 metros de un camellón puede ser una distancia bastante alejada para querer ir a ese lugar, es importante destacar la capacidad de las grandes áreas verdes de atraer a personas más alejadas que estas distancias, dispuestas a recorrer un camino mayor para llegar a ellas.

Al eliminar las áreas verdes de baja capacidad (menores a 25,000) del análisis podemos extender el área de efecto

de éstas para la accesibilidad tanto peatonal hasta 1 kilómetro caminando, bajo el supuesto que un área verde de mayor área y capacidad será capaz de sostener más y mejores servicios ambientales, variedad de especies y actividades que la hagan más atractiva para considerar aumentar el radio de efecto y la decisión del usuario de caminar más para llegar a ella. Así el rango de análisis se vuelve dinámico, otorgándonos un alcance de 1000 metros solo para aquellas áreas verdes con la capacidad de atracción. [Mapa 19]

Como podemos observar, [Tabla 21] un aumento del doble de distancia caminable disminuye el déficit de cobertura a un 52.84%, de la población que no se encuentra lo suficientemente cerca para acceder a un área verde

Tabla 20. Accesibilidad peatonal desde las manzanas aledañas a 500 metros de un área verde.

Alcaldía	Población Total	Accesibilidad Peatonal 500m			
		Cubierta	%	No Cubierta	%
Alvaro Obregon	727,034	358,600	49.32%	368,434	50.68%
Azcapotzalco	414,711	126,791	30.57%	287,920	69.43%
Benito Juárez	385,439	69,619	18.06%	315,820	81.94%
Coyoacan	620,416	292,552	47.15%	327,864	52.85%
Cuajimalpa de Morelos	186,391	66,887	35.89%	119,504	64.11%
Cuauhtemoc	531,831	224,908	42.29%	306,923	57.71%
Gustavo A. Madero	1,185,772	213,354	17.99%	972,418	82.01%
Iztacalco	384,326	82,200	21.39%	302,126	78.61%
Iztapalapa	1,815,786	246,794	13.59%	1,568,992	86.41%
La Magdalena Contreras	239,086	150,898	63.11%	88,188	36.89%
Miguel Hidalgo	372,889	136,462	36.60%	236,427	63.40%
Milpa Alta	130,582	21,468	16.44%	109,114	83.56%
Tlahuac	360,265	21,940	6.09%	338,325	93.91%
Tlalpan	650,567	223,387	34.34%	427,180	65.66%
Venustiano Carranza	430,978	91,278	21.18%	339,700	78.82%
Xochimilco	415,007	201,816	48.63%	213,191	51.37%
	<b>8,851,080</b>	<b>2,528,954</b>	<b>28.57%</b>	<b>6,322,126</b>	<b>71.43%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

físicamente sin el uso de transporte público o privado, con los porcentajes más altos en Tláhuac (con 91% de déficit), Milpa Alta, Iztacalco, Iztapalapa, Venustiano Carranza y Benito Juárez. Por otra parte, las coberturas más altas aún con este rango extendido no superan el 50% de cobertura, siendo la excepción Magdalena Contreras, con un 63.11%.

Si bien es relativamente sencillo para una persona acceder a un área verde caminando o usando un transporte como la bicicleta que depende de tracción humana, la historia puede cambiar con las personas que pueden necesitar asistencia especial para poder trasladarse por sí mismos a los espacios públicos, (personas mayores de 60 años [POB23] y personas con

Tabla 19. Accesibilidad peatonal desde las manzanas aledañas a 1,000 metros de un área verde.

Alcaldía	Población Total	Accesibilidad Peatonal 1000 m			
		Cubierta	%	No Cubierta	%
Alvaro Obregon	727,034	659,372	90.69%	67,662	9.31%
Azcapotzalco	414,711	166,825	40.23%	247,886	59.77%
Benito Juárez	385,439	104,574	27.13%	280,865	72.87%
Coyoacan	620,416	459,324	74.03%	161,092	25.97%
Cuajimalpa de Morelos	186,391	150,753	80.88%	35,638	19.12%
Cuauhtemoc	531,831	231,164	43.47%	300,667	56.53%
Gustavo A. Madero	1,185,772	427,212	36.03%	758,560	63.97%
Iztacalco	384,326	82,346	21.43%	301,980	78.57%
Iztapalapa	1,815,786	460,142	25.34%	1,355,644	74.66%
La Magdalena Contreras	239,086	230,910	96.58%	8,176	3.42%
Miguel Hidalgo	372,889	175,588	47.09%	197,301	52.91%
Milpa Alta	130,582	28,540	21.86%	102,042	78.14%
Tlahuac	360,265	30,572	8.49%	329,693	91.51%
Tlalpan	650,567	505,653	77.72%	144,914	22.28%
Venustiano Carranza	430,978	113,515	26.34%	317,463	73.66%
Xochimilco	415,007	348,006	83.86%	67,001	16.14%
	<b>8,851,080</b>	<b>4,174,496</b>	<b>47.16%</b>	<b>4,676,584</b>	<b>52.84%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

discapacidad [DISC1]) parte de los objetivos de accesibilidad propuestos para la CDMX.<sup>83</sup>

Usando las bases del diseño universal, que todas las personas puedan ejercer un libre desplazamiento en el entorno urbano, de forma autónoma y sin interrupciones ni restricciones en el espacio público, la facilidad de las personas con discapacidad para acceder a las áreas verdes, ejemplificando una mayor restricción a las situaciones de movilidad individual dentro de la ciudad.

[Mapa 20] De un total de 385,385 personas con algún tipo de discapacidad en la CDMX (representando el 4.35% de la población total), [Tabla 21] solamente el 25.78% de éstas se encontrarían a una distancia relativamente corta de un área verde como para poder acceder a ella sin la necesidad de un vehículo particular o transporte público. Las alcaldías con un mayor porcentaje de su población con discapacidad que presenta problemas de acceso son Tláhuac, Milpa Alta, Iztapalapa,

Gustavo A. Madero, Benito Juárez y Tlalpan. Sin embargo, por la cantidad poblacional, las más problemáticas son Iztapalapa y Gustavo A. Madero, con 73,117 y 43,385 personas con alguna discapacidad, aunque el mayor déficit en porcentaje le pertenezca a Milpa Alta.

Del otro lado, las delegaciones con la mayor población con discapacidad dentro del rango de servicio de un área verde son Magdalena Contreras y Xochimilco; sin embargo, es necesario aclarar que al ser estos análisis de radio de cobertura el relieve (factor de gran importancia en movilidad de personas con discapacidad) no se encuentra

analizado, por lo que debemos suponer que esta cobertura es mucho menor ya a un nivel estructural.

Igualmente, cuando aumentamos la distancia considerada para que una persona asista a un área verde cercana a su domicilio dentro de 1 kilómetro de distancia gracias a su tamaño, debemos

Tabla 21. Accesibilidad para personas con discapacidad a 500 metros de un área verde.

Alcaldía	Población Total	Población Discapacitad	% del Total	Discapacidad 500m			
				Cubierta	%	No Cubierta	%
Alvaro Obregon	727,034	28,232	3.88%	12,555	44.47%	15,677	55.53%
Azcapotzalco	414,711	17,918	4.32%	5,925	33.07%	11,993	66.93%
Benito Juarez	385,439	14,307	3.71%	2,346	16.40%	11,961	83.60%
Coyoacan	620,416	28,572	4.61%	12,817	44.86%	15,755	55.14%
Cuajimalpa de Morelos	186,391	6,010	3.22%	1,637	27.24%	4,373	72.76%
Cuauhtemoc	531,831	25,390	4.77%	9,659	38.04%	15,731	61.96%
Gustavo A. Madero	1,185,772	54,253	4.58%	8,868	16.35%	45,385	83.65%
Iztacalco	384,326	20,592	5.36%	4,299	20.88%	16,293	79.12%
Iztapalapa	1,815,786	83,949	4.62%	10,832	12.90%	73,117	87.10%
La Magdalena Contreras	239,086	8,721	3.65%	5,400	61.92%	3,321	38.08%
Miguel Hidalgo	372,889	14,222	3.81%	3,928	27.62%	10,294	72.38%
Milpa Alta	130,582	5,830	4.46%	728	12.49%	5,102	87.51%
Tláhuac	360,265	15,474	4.30%	810	5.23%	14,664	94.77%
Tlalpan	650,567	25,862	3.98%	8,109	31.35%	17,753	68.65%
Venustiano Carranza	430,978	19,385	4.50%	3,446	17.78%	15,939	82.22%
Xochimilco	415,007	16,668	4.02%	7,983	47.89%	8,685	52.11%
	<b>8,851,080</b>	<b>385,385</b>	<b>4.35%</b>	<b>99,342</b>	<b>25.78%</b>	<b>286,043</b>	<b>74.22%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

<sup>83</sup> Normas Técnicas de Accesibilidad 2016, Gobierno de la Ciudad de México.

tener en cuenta igualmente la dificultad de desplazamiento este aumento de rango podría limitar su deseo o posibilidad de asistir a estas, al igual que lo hace el relieve, haciéndolos más susceptibles al aumento de radios y al cambio de escala.

Con todo lo anterior, podemos decir entonces, que el déficit de acceso afecta porcentualmente de forma similar tanto a los usuarios totales como a aquellos con alguna discapacidad conforme aumenta la distancia que debe recorrerse para llegar a ellas, como se espera que pase normalmente en las interrelaciones espaciales.

Esto también aplica para los adultos mayores, personas con una edad mayor a 60 años, que progresivamente pueden llegar a tener dificultades para acceder a los espacios públicos por el deterioro físico, por lo cual fueron tratados con la misma distancia de acceso que se trató a las personas con discapacidad. La inclusión de esta variable existe para hacer conciencia de la importancia de

Tabla 22. Accesibilidad para población de 60 años y más a 500 metros de un área verde.

Alcaldía	Población Total	Población 3a Edad	% del Total	3a Edad 500m			
				Cubierta	%	No Cubierta	%
Alvaro Obregon	727,034	79,008	10.87%	12,555	15.89%	66,453	84.11%
Azcapotzalco	414,711	56,484	13.62%	5,925	10.49%	50,559	89.51%
Benito Juarez	385,439	60,607	15.72%	2,346	3.87%	58,261	96.13%
Coyoacan	620,416	87,269	14.07%	12,817	14.69%	74,452	85.31%
Cuajimalpa de Morelos	186,391	14,212	7.62%	1,637	11.52%	12,575	88.48%
Cuauhtemoc	531,831	69,563	13.08%	9,659	13.89%	59,904	86.11%
Gustavo A. Madero	1,185,772	148,472	12.52%	8,868	5.97%	139,604	94.03%
Iztacalco	384,326	50,232	13.07%	4,299	8.56%	45,933	91.44%
Iztapalapa	1,815,786	165,731	9.13%	10,832	6.54%	154,899	93.46%
La Magdalena Contreras	239,086	24,280	10.16%	5,400	22.24%	18,880	77.76%
Miguel Hidalgo	372,889	50,539	13.55%	3,928	7.77%	46,611	92.23%
Milpa Alta	130,582	9,716	7.44%	728	7.49%	8,988	92.51%
Tlahuac	360,265	26,955	7.48%	810	3.01%	26,145	96.99%
Tlalpan	650,567	66,108	10.16%	8,109	12.27%	57,999	87.73%
Venustiano Carranza	430,978	57,076	13.24%	3,446	6.04%	53,630	93.96%
Xochimilco	415,007	37,396	9.01%	7,983	21.35%	29,413	78.65%
	<b>8,851,080</b>	<b>1,003,648</b>	<b>11.34%</b>	<b>99,342</b>	<b>9.90%</b>	<b>904,306</b>	<b>90.10%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

la accesibilidad de la población en general, especialmente los más vulnerables, para poder garantizar el acceso de todos los habitantes a las áreas verdes.

[Mapa 21] Para esta población los resultados [Tabla 22] fueron aún más desfavorables, debido a la mayor cantidad de

individuos que entran en la comparativa. Las coberturas en delegaciones con áreas planas se encuentran entre el 15 y 10%, y en déficit destacan nuevamente Iztapalapa y Gustavo A. Madero, por la gran cantidad de población en este rango de edad, con índices similares de alcaldías más pequeñas.

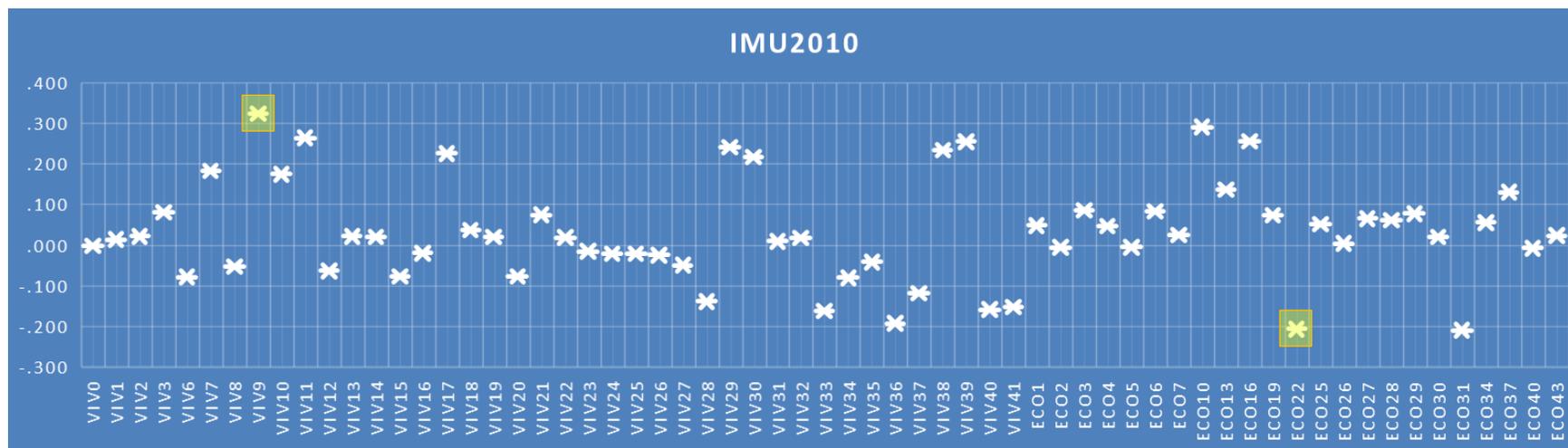
El que los grupos sociales más vulnerables a la falta de accesibilidad a las áreas verdes presenten déficits de acceso tan altos es una alarmante en materia de planeación desde la accesibilidad universal. Ser capaces de garantizar el acceso a estos grupos significa poder garantizar la cobertura de la red ecológica a cualquier habitante de la ciudad.



políticas habitacionales<sup>84</sup>, lo que igualmente nos presenta limitaciones en las decisiones inmobiliarias familiares.

[Mapa 22b] Para hablar del contrario, la población mayor a 12 años con un grado en educación superior o posgrado es una variable que podemos relacionar con la población laboral que podría estar más propensa a recibir salarios fijos y suficientes, reflejando una situación económica distinta a la presentada con la variable de hacinamiento. Al analizar ambas variables estamos evaluando tanto el perfil económico de la población de las manzanas, así como las características de estrato social de las viviendas en ellas de una forma general, sencilla y rápida. Un

resultado importante en la accesibilidad de los hogares con hacinamiento [Tabla 23] es la cantidad de viviendas que se encuentran en esta situación por delegación. En general, solo el 40% de las viviendas con hacinamiento están cubiertas dentro del rango de áreas verdes. Iztapalapa, Milpa Alta y Tláhuac, con porcentajes de vivienda hacinada mayores al 24%, tienen también algunos de los porcentajes más altos de déficit de áreas verdes para estas viviendas, especialmente Tláhuac, donde el 93.22% de las viviendas en esta condición no están a menos de 1 km de un área verde. Por otra parte, Xochimilco y Magdalena, que presentan altos porcentajes de hacinamiento tienen también altos valores de acceso,



Gráfica 1. Correlación entre variables de vivienda y características económicas con el IMU 2010 (CONAPO). Elaborado con datos de INEGI.

<sup>84</sup> Lentini, M., & Palero, D. (1997). El Hacinamiento: la dimensión no visible del déficit habitacional. *Revista INVI*, 12(31). Recuperado de <https://revistaestudiosarabes.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/8572/8374>. pp. 24-25

lo que podría hablarnos de que esta situación se presenta mayormente en las áreas de expansión urbana e invasión, más que de un gran servicio de áreas verdes.

En cuanto a la población ocupada con educación superior, [Tabla 24] la cobertura no mejoró para estas personas, con un déficit cercano al de las personas mayores, una representación de solo el 14% de los habitantes de la ciudad, pero con una mayor presencia en delegaciones centrales como Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo, rondando entre el 20 y el 34% de la población total, comprobando lo mencionado anteriormente, que en estas delegaciones es más factible la presencia de trabajadores con estudios de grado y posgrado, con un mayor nivel de ingresos (debido a los precios de renta de estas). Sin embargo, estas locaciones no necesariamente les otorgan un mejor acceso a las áreas verdes justamente en las delegaciones mejor servidas, por lo que debemos preguntarnos ¿qué usos de suelo son los que realmente se benefician de la presencia de áreas verdes y cuál es la población que obtiene mayores beneficios de esta? Al menos con estas variables parece ser que ni los trabajadores del sector servicios ni los de menores recursos tienen un mejor acceso a las áreas verdes de valor ambiental.

Tabla 23. Viviendas con 2.5 o más personas por habitación a 1000m de un área verde.

Alcaldía	Viviendas Totales	Viviendas 2.5 hab	% del Total	Viviendas con mas de 2.5 habs por cuarto a 1000 m			
				Cubierta	%	No Cubierta	%
Alvaro Obregon	194,919	40,120	20.58%	34,812	86.77%	5,308	13.23%
Azcapotzalco	114,084	19,252	16.88%	5,697	29.59%	13,555	70.41%
Benito Juarez	132,563	7,690	5.80%	1,559	20.27%	6,131	79.73%
Coyoacan	173,741	23,131	13.31%	13,973	60.41%	9,158	39.59%
Cuajimalpa de Morelos	46,438	10,535	22.69%	8,333	79.10%	2,202	20.90%
Cuauhtemoc	168,251	22,178	13.18%	7,467	33.67%	14,711	66.33%
Gustavo A. Madero	315,788	67,257	21.30%	16,803	24.98%	50,454	75.02%
Iztacalco	101,619	18,965	18.66%	4,074	21.48%	14,891	78.52%
Iztapalapa	453,752	114,613	25.26%	24,910	21.73%	89,703	78.27%
La Magdalena Contreras	62,703	14,951	23.84%	14,043	93.93%	908	6.07%
Miguel Hidalgo	112,450	14,227	12.65%	4,474	31.45%	9,753	68.55%
Milpa Alta	31,589	10,753	34.04%	2,307	21.45%	8,446	78.55%
Tlahuac	90,275	21,800	24.15%	1,478	6.78%	20,322	93.22%
Tlalpan	170,428	34,479	20.23%	25,398	73.66%	9,081	26.34%
Venustiano Carranza	118,810	23,207	19.53%	4,961	21.38%	18,246	78.62%
Xochimilco	101,124	26,087	25.80%	20,325	77.91%	5,762	22.09%
	<b>2,388,534</b>	<b>469,245</b>	<b>19.65%</b>	<b>190,614</b>	<b>40.62%</b>	<b>278,631</b>	<b>59.38%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

Tabla 24. Población ocupada mayor a 12 años a menos de 1 kilómetro de un área verde.

Alcaldía	Población Total	PO>12 años con educación	% del Total	Población ocupada mayor a 12 años con educación superior. 1000 m			
				Cubierta	%	No Cubierta	%
Alvaro Obregon	727,034	102,528	14.10%	93,013	90.72%	9,515	9.28%
Azcapotzalco	414,711	63,302	15.26%	5,697	9.00%	57,605	91.00%
Benito Juarez	385,439	131,004	33.99%	1,559	1.19%	129,445	98.81%
Coyoacan	620,416	125,192	20.18%	13,973	11.16%	111,219	88.84%
Cuajimalpa de Morelos	186,391	25,167	13.50%	8,333	33.11%	16,834	66.89%
Cuauhtemoc	531,831	106,541	20.03%	7,467	7.01%	99,074	92.99%
Gustavo A. Madero	1,185,772	147,090	12.40%	16,803	11.42%	130,287	88.58%
Iztacalco	384,326	53,236	13.85%	4,074	7.65%	49,162	92.35%
Iztapalapa	1,815,786	164,498	9.06%	24,910	15.14%	139,588	84.86%
La Magdalena Contreras	239,086	28,159	11.78%	14,043	49.87%	14,116	50.13%
Miguel Hidalgo	372,889	86,653	23.24%	4,474	5.16%	82,179	94.84%
Milpa Alta	130,582	7,935	6.08%	2,307	29.07%	5,628	70.93%
Tlahuac	360,265	29,551	8.20%	1,478	5.00%	28,073	95.00%
Tlalpan	650,567	98,770	15.18%	25,398	25.71%	73,372	74.29%
Venustiano Carranza	430,978	57,685	13.38%	4,961	8.60%	52,724	91.40%
Xochimilco	415,007	48,395	11.66%	20,325	42.00%	28,070	58.00%
	<b>8,851,080</b>	<b>1,275,706</b>	<b>14.41%</b>	<b>248,815</b>	<b>19.50%</b>	<b>1,026,891</b>	<b>80.50%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

### 3.3. Estructura ecológico - urbana actual de la Ciudad de México

#### Valor de Conectividad de parches:

Con la caracterización y análisis de las áreas verdes de la Ciudad de México es que finalmente podemos comenzar a delimitar los elementos de la estructura ecológica urbana según su importancia relativa en el entorno urbano según sus valores de conectividad. Para esto se realizó un análisis multicriterio sencillo de los parches de la ciudad, así como un análisis de los enlaces entre estas con el software GrapHab2.4 para la obtención de los corredores más importantes entre estos a la escala analizada previamente de 500 m, lo que nos arrojaría como resultado el análisis de conectividad más flexible a mi criterio observado durante la investigación.

Para la elaboración del multicriterio se utilizaron las variables de conectividad local utilizadas previamente en el apartado **3.2.2. Conectividad local**, ya que estas ofrecen información a nivel Nodo. Esta información fue extraída uniendo la información de ambas bases de datos por medio de un **<Spatial join>** para poder combinar las geometrías de puntos y shape en un archivo shape único.

Una vez realizada la unión se utilizó la herramienta **<Weighted Overlay>** del software ArcGIS, por lo cual la información fue convertida a mapa ráster con el

multivariable de cada una de las 6 variables utilizadas (Capacity, DG, CCe, CCor, CC, BC). Estas se reclasificaron usando **<Reclassify>** con valores equivalentes del 1 al 6 para la información a analizar, con un valor de escala idéntico para cada una de las variables. Para otorgar el peso relativo de cada variable se utilizó la

*Tabla 25. Porcentaje de influencia de variables de conectividad.*

	% Influencia
Capacity	10%
Dg_500	15%
CCe_500	20%
BC_d500_	20%
CCor_500	20%
cc_500	15%
	<b>100%</b>

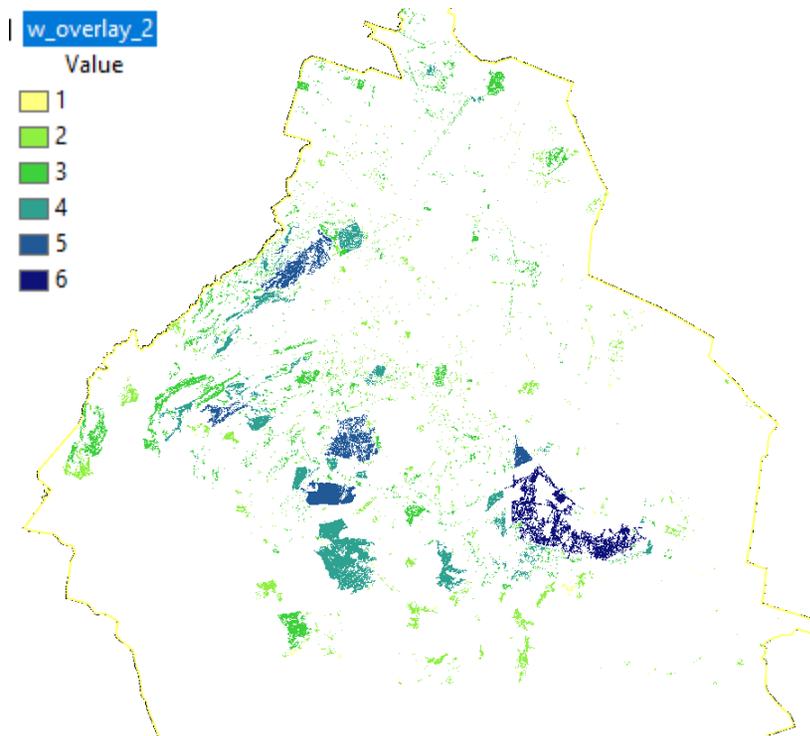
*Fuente: Elaboración propia*

información obtenida de las correlaciones entre estos [Tabla 16], quedando como se muestra en la [Tabla 25].

Como resultado de este análisis se obtuvo un mapa que muestra la importancia de conectividad para cada parche analizado respecto al resto pertenecientes al

sistema. [21] [Mapa 23] Los resultados revelan un patrón ya observado previamente en otros análisis, que beneficia a aquellos parches situados en la zona sur y poniente de la ciudad, resaltando elementos dentro del suelo urbano como el Parque Nacional Bosque del Pedregal, los Ejidos de Xochimilco, Ciudad Universitaria y la 2ª y 3ª Sección del Bosque de Chapultepec.

Sin embargo, este análisis se encuentra incompleto hasta este punto debido a la falta de una variable de peso más biológica que estructural. Para esto, la inclusión de una



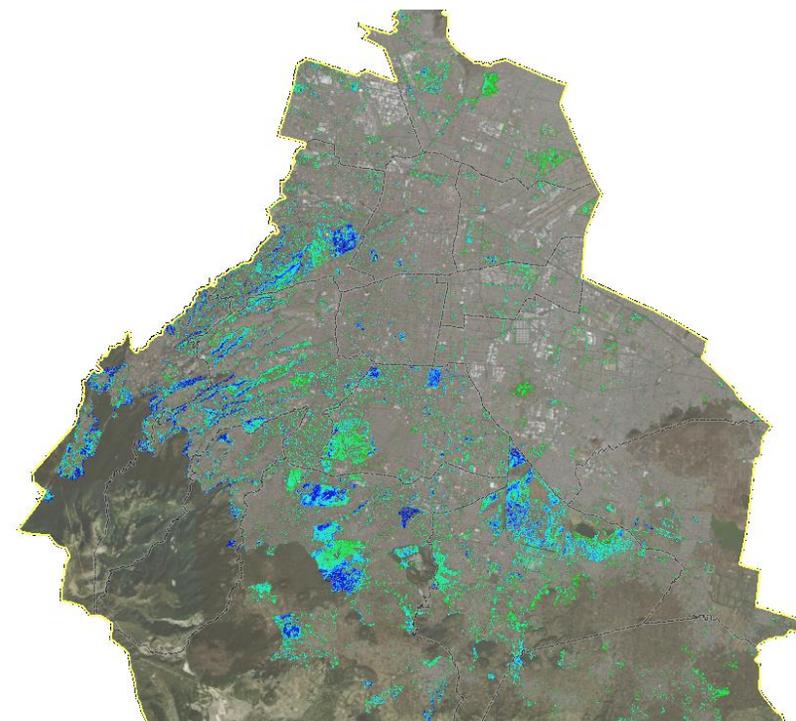
[21] Calculo de valor de conectividad por parche. Fuente: Captura de pantalla

variable de valor ambiental es necesaria como complemento de este análisis, para lo cual fue preestablecido el valor de ARVI correspondiente a la vegetación ambientalmente relevante, que ocupa la misma área que la de estos análisis.

### Vigrosidad de Vegetación:

Con ARVI como nuestra variable de “valor ecológico” para complementar este análisis, calculado como un medidor de la vigrosidad de la vegetación presente en las áreas verdes, realizamos una reclasificación de los valores de ARVI obtenidos anteriormente [7] en 6 clases, cada una con un ancho de valor de .1 del .25 al .85 (la última clase toma los valores mayores a .85 en una sola categoría), manteniendo un aspecto similar al resultado original, y permitiendo su uso para el análisis multicriterio que sigue.

[Mapa 24]



[22] Vigrosidad de vegetación. Fuente: Captura de pantalla

### Valor Multicriterio de parches:

Con esto establecido, se procede al análisis multicriterio de los parches según sus aptitudes ambientales y de conectividad. Para esto, se le otorgara una influencia del 60% al valor de conectividad de parches, y del 40% al valor de ARVI, esto debido a que la variable de localización es más más complicada de alterar por la escasez de áreas verdes en el suelo urbano, dando mayor peso a la Capacidad que a la Vigorosidad, pudiendo esta ser optimizada más fácilmente de forma posterior.

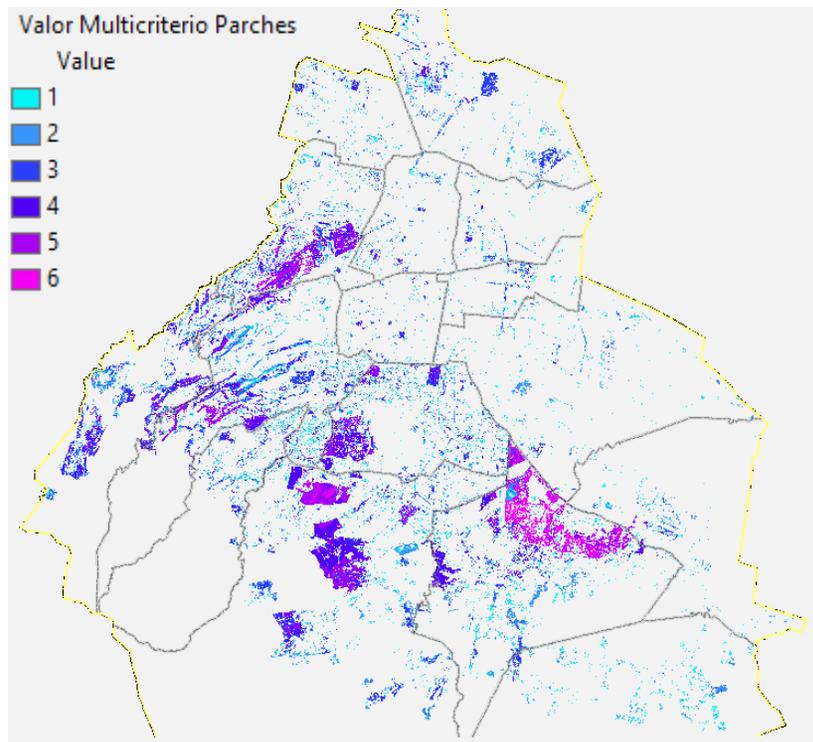
Así pues, se obtiene un mapa, con 6 categorías que representan la aptitud ambiental de cada parche dentro de la estructura ecológica urbana, con valores del 1 al 6, siendo el 6 el más representativo. [Mapa 25]

El punto ambiental más importante dentro del “ecosistema urbano” se encuentra en los Ejidos de Xochimilco (que no es considerada área verde), seguida de Bosque del Pedregal en el norte de Tlalpan, y Chapultepec en Miguel Hidalgo. Les siguen en importancia Álvaro Obregón, Coyoacán, Cuajimalpa, Magdalena Contreras y Azcapotzalco. Finalmente, las alcaldías con los mayores porcentajes de sus áreas verdes con un bajo valor ambiental son Iztapalapa, Iztacalco, Milpa Alta, Tláhuac y Venustiano Carranza.

Tabla 26. Superficie de área verde por valor de aptitud ambiental por Alcaldía de la Ciudad de México.

Alcaldía	Área Analizada	Área por Valores Multicriterio Parches (m2)											
		1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%
Alvaro Obregon	15,893,477	2,843,134	17.89%	3,927,029	24.71%	3,696,110	23.26%	3,488,606	21.95%	1,806,038	11.36%	132,559	0.83%
Azcapotzalco	1,864,611	662,817	35.55%	373,529	20.03%	667,107	35.78%	156,681	8.40%	4,477	0.24%		
Benito Juarez	1,162,375	388,851	33.45%	409,919	35.27%	219,417	18.88%	144,188	12.40%				
Coyoacan	10,160,400	2,021,806	19.90%	2,071,460	20.39%	1,486,874	14.63%	3,257,967	32.07%	1,290,048	12.70%	32,246	0.32%
Cuajimalpa de Morelos	9,292,224	864,320	9.30%	2,674,902	28.79%	2,661,544	28.64%	2,161,299	23.26%	930,160	10.01%		
Cuauhtemoc	1,439,151	490,871	34.11%	474,798	32.99%	337,368	23.44%	107,458	7.47%	28,656	1.99%		
Gustavo A. Madero	5,110,411	1,314,281	25.72%	1,004,513	19.66%	2,436,177	47.67%	323,209	6.32%	32,231	0.63%		
Iztacalco	1,166,014	470,957	40.39%	282,604	24.24%	372,943	31.98%	39,510	3.39%				
Iztapalapa	3,044,592	1,336,473	43.90%	1,302,304	42.77%	300,281	9.86%	67,818	2.23%	27,092	0.89%	10,624	0.35%
La Magdalena Contreras	2,700,202	758,805	28.10%	925,536	34.28%	683,869	25.33%	320,360	11.86%	11,632	0.43%		
Miguel Hidalgo	10,391,484	1,441,809	13.87%	1,731,738	16.66%	1,495,116	14.39%	2,357,525	22.69%	3,098,435	29.82%	266,862	2.57%
Milpa Alta	3,204,873	1,803,548	56.28%	1,074,643	33.53%	269,354	8.40%	57,328	1.79%				
Tlahuac	1,768,870	644,583	36.44%	710,426	40.16%	222,673	12.59%	87,620	4.95%	84,818	4.80%	18,749	1.06%
Tlalpan	22,655,301	3,127,979	13.81%	4,368,552	19.28%	3,536,371	15.61%	6,706,992	29.60%	4,374,521	19.31%	540,886	2.39%
Venustiano Carranza	1,356,840	507,239	37.38%	406,323	29.95%	322,373	23.76%	119,114	8.78%	1,791	0.13%		
Xochimilco	20,059,820	2,989,508	14.90%	3,277,008	16.34%	1,887,265	9.41%	3,066,075	15.28%	4,727,833	23.57%	4,112,131	20.50%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



[23] Valor de aptitud ambiental de áreas verdes de la Ciudad de México.  
Fuente: Captura de pantalla

Sin embargo, es importante destacar la importancia no solo del porcentaje de cada alcaldía con un valor bajo o alto, sino el área total que ocupan y la calificación que llevan en general. Para esto las categorías se agruparon en 4 grupos de valor (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo), conteniendo 3 categorías según su valor individual. Las mayores cantidades de áreas verdes se encuentran en los rangos bajos de valoración, en mayor cantidad en el medio-bajo, pero con un mayor número de alcaldías en el

bajo. Los valores medios-altos y altos por su parte se encuentran más presentes en la parte sur de la ciudad, concentrando los mayores valores.

En resumen, la valoración de parches deja en claro lo que se ha estado observando a lo largo de todo el análisis, que la parte oriental de la ciudad sufre para establecer una conexión con el resto de la ciudad, tanto por la cantidad de áreas verdes, así como su distribución, tamaño y la estructura vial circundante a ellas, que dificulta la comunicación en integración de la zona al resto de la estructura ecológica urbana. Tenemos así, un sistema centralizado de valor ambiental, que prolifera en aquellas zonas donde la urbanización fue más complicada, y en donde se mantuvieron espacios libres de construcción.

Tabla 27. Superficie de área verde por va

Alcaldía	Alto Valor (6,5,4)	Valor Medio-Alto (5,4,3)	Valor Medio-Bajo (4,3,2)	Bajo Valor (3,2,1)
Alvaro Obregon	5,427,204	8,990,755	<b>11,111,745</b>	10,466,273
Azcapotzalco	161,158	828,265	1,197,318	<b>1,703,453</b>
Benito Juarez	144,188	363,605	773,525	<b>1,018,187</b>
Coyoacan	4,580,261	6,034,889	<b>6,816,300</b>	5,580,139
Cuajimalpa de Morelos	3,091,458	5,753,002	<b>7,497,744</b>	6,200,765
Cuauhtemoc	136,114	473,483	919,624	<b>1,303,036</b>
Gustavo A. Madero	355,440	2,791,617	3,763,900	<b>4,754,971</b>
Iztacalco	39,510	412,453	695,057	<b>1,126,504</b>
Iztapalapa	105,533	395,191	1,670,403	<b>2,939,059</b>
La Magdalena Contreras	331,991	1,015,860	1,929,765	<b>2,368,211</b>
Miguel Hidalgo	5,722,821	<b>6,951,076</b>	5,584,379	4,668,663
Milpa Alta	57,328	326,682	1,401,325	<b>3,147,545</b>
Tlahuac	191,187	395,112	1,020,720	<b>1,577,683</b>
Tlalpan	11,622,400	<b>14,617,884</b>	14,611,915	11,032,902
Venustiano Carranza	120,905	443,278	847,810	<b>1,235,935</b>
Xochimilco	<b>11,906,039</b>	9,681,173	8,230,348	8,153,781
	<b>43,993,539</b>	<b>59,474,325</b>	<b>68,071,878</b>	<b>67,277,107</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

### 3.4. Análisis multivariable de impactos urbano – sociales de las áreas verdes urbanas.

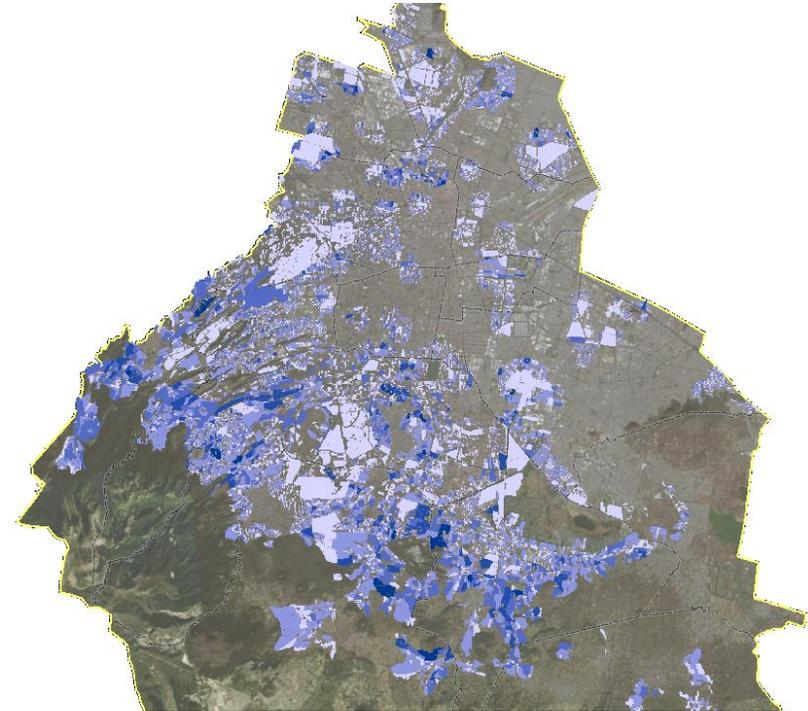
Para completar el análisis efectuado sobre los parches de vegetación urbanos con valor ambiental es necesario revisar los valores circundantes a estas y como afecta la presencia de los valores ambientales y ecológicos ligados a cada parche al entorno urbano-social. Para esto, se elaborará un análisis multicriterio para otorgar una escala de valor de “accesibilidad poblacional urbana” a nivel manzana, junto con el análisis visual de los valores de temperatura en el área urbana y como se ven afectados con la presencia de áreas verdes cercanas.

#### Acceso poblacional a Áreas Verdes:

El proceso es el mismo utilizado para la reclasificación de los parches, sin embargo, el establecimiento de los pesos es distinto, ya que aquí lo principal es cuantas personas son tienen acceso a las áreas verdes, más que su condición. [Mapa 26] Sin embargo, mientras más personas de la 3ª edad, con discapacidades, o de bajos recursos sirvan mejor será su calificación. Así, el 55% del valor se le otorgo a la población total, mientras que el restante 45% se dividió entre las 3 variables restante. El resultado muestra aquellas manzanas según su nivel de

acceso a los beneficios de la vegetación urbana, en una escala del 1 al 5.

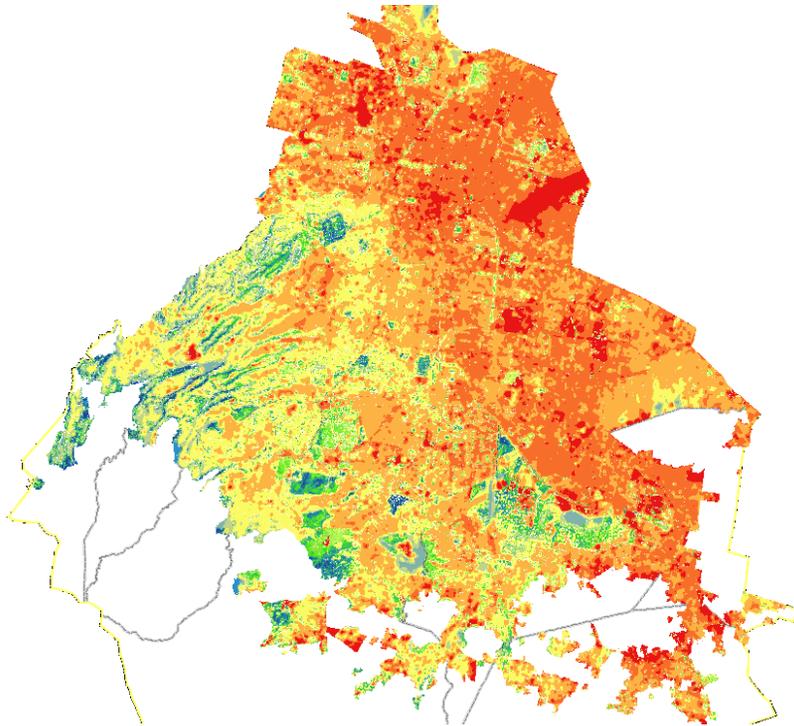
Sin sorpresa, la zona sur y poniente de la ciudad presentan los mayores alcances poblacionales de áreas verdes en la ciudad, con un enfoque especial en la alcaldía de Xochimilco y en la zona de barrancas del poniente de la entidad. Lugares que fueron marcados en los análisis anteriores con una cantidad de áreas verdes oficiales baja, denotando la relevancia de la adición de la vegetación relevante en el estudio.



[24] Poblacion con acceso a áreas verdes. Fuente: Captura de pantalla

### Temperatura de Suelo:

La correlación entre la temperatura del suelo y la presencia de áreas verdes permite considerar al LST como una variable de impacto urbano, que depende tanto de la distancia a estas como al material presente en el suelo. Ya que la temperatura en las áreas verdes se mide desde la copa de los árboles (cuya humedad muestra números altos, pero menores al terreno aledaño) las áreas de vegetación vigorosa fueron eliminadas para evitar su



[25] Cálculo de LST. Fuente: Captura de pantalla

medición y facilitar la separación en clases del resto de los valores del suelo urbano. [Mapa 27] Esta cantidad de calor reflejado por la superficie del suelo será utilizada como un referente de mejor cobertura de efectos de vegetación para la valorización multicriterio del suelo urbano.

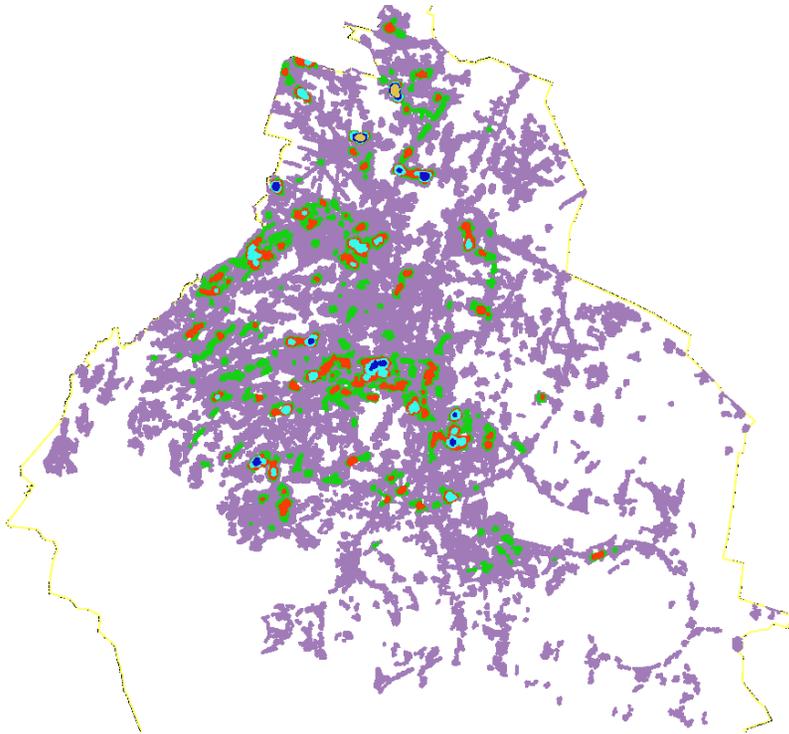
Al observar la reclasificación de la temperatura del suelo urbano de la Ciudad de México queda en evidencia esta relación entre área verde y temperatura, mostrando como la zona oriental y norponiente de la ciudad presenta lecturas de temperaturas mayores a las áreas mayormente vegetadas; igualmente, la vegetación de alto riego como los pastos presentan estas altas temperaturas por el efecto de la alta humedad en comparación con aquella vegetación de uso menos intensivo, mostrando la diferencia de efectos entre ambos tipos de uso de la vegetación en el entorno urbano y que esta vegetación intensiva no debe ser considerada como un sustituto de las áreas verdes como parques y bosques urbanos.

### Acceso a Corredores:

Finalmente, incorporaremos al análisis de suelo sin valor ambiental la variable de acceso a los corredores de la estructura ecológica de la ciudad, esto es para conocer la posibilidad de acceso a ésta por parte del suelo urbano a una distancia corta de 100 metros alrededor de los corredores. La finalidad de esto es delimitar un potencial

de conexión directa del territorio con las limitantes de la forma urbana (considerando una separación de una manzana estándar del suelo a la avenida que funge como corredor). [Mapa 28]

Así como en resultados anteriores, el sur poniente de la ciudad tiene mayores niveles de suelo con acceso a los corredores ecológicos de la ciudad, con una interesante conexión al norte de la alcaldía Cuauhtémoc, que puede dar la oportunidad de utilizar avenidas principales como



[26] Áreas con acceso a corredores ecológicos. Fuente: Captura de pantalla

insurgentes para mejorar la red hacia Azcapotzalco y Gustavo A. Madero.

**Valor multicriterio de impactos:**

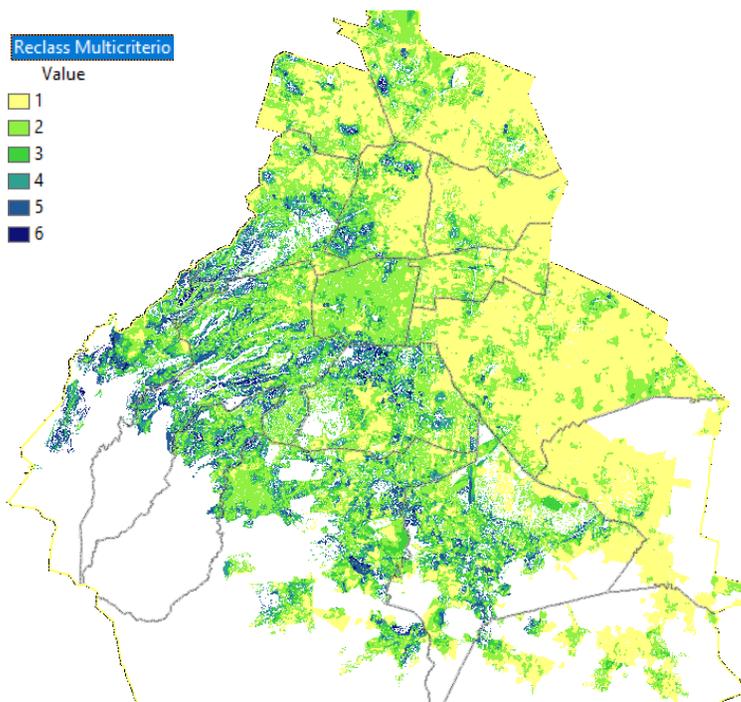
Para el análisis multicriterio, se le dio un menor peso al acceso a los corredores (30%), mientras que las otras dos (acceso poblacional y LST) se les otorgo un 35% de relevancia a cada una. Las áreas verdes de valor ambiental fueron eliminadas del análisis, y los resultados se dividieron en 6 categorías distintas.

Las 6 categorías resultantes de este análisis representan que tanto impacta la presencia de un área verde cercana a al suelo de la ciudad según su localización; los limites se establecieron por medio de *Natural Breaks*, dando como resultado final de esta operación un plano con el suelo urbano más beneficiado por el efecto de las áreas verdes en la ciudad, y también el que está peor servido por éstas, con valores que van de 1 al 6, respectivamente. [Mapa 29]

Tabla 28. Categorías de valor multicriterio de impacto de AV.

Categoría	Impacto Urbano
1	Nulo
2	Bajo
3	Medio Bajo
4	Medio
5	Medio Alto
6	Alto

Fuente: Elaboración propia



En este análisis se puede ver que las alcaldías con menor beneficio por la presencia de áreas verdes son Iztapalapa, Tláhuac, Venustiano Carranza, Milpa Alta y Gustavo A. Madero, con una gran cantidad de superficie total, y más de la mitad del porcentaje de la superficie urbana de la alcaldía. En los lugares intermedios se encuentran Miguel Hidalgo, Tlalpan y Xochimilco, con una gran cantidad y porcentaje de cobertura en las categorías 2, 3 y 4; y finalmente, las alcaldías más beneficiadas por áreas verdes serían Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras y Coyoacán (en este orden), teniendo los mayores porcentajes y áreas de nivel 5 y 6, y manteniendo una presencia continua en otros valores, exceptuando los más bajos (razón por la cual Coyoacán se menciona en último lugar).

[27] Impacto de las áreas verdes al suelo urbano de la Ciudad de México, de menor (amarillo) a mayor (azul). Fuente: Captura de pantalla

Tabla 29. Suelo urbano en m2 por valor de análisis multicriterio de impactos.

Alcaldía	Área Analizada	Área por Valores Multicriterio impactos Urbanos (m2)											
		1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%
Alvaro Obregon	53,512,763	3,471,575	6.49%	22,202,653	41.49%	10,371,368	19.38%	8,673,187	16.21%	7,841,693	14.65%	952,288	1.78%
Azcapotzalco	31,436,854	18,033,794	57.37%	9,943,778	31.63%	1,686,364	5.36%	1,188,458	3.78%	490,997	1.56%	93,463	0.30%
Benito Juarez	25,372,200	2,393,625	9.43%	18,692,108	73.67%	2,580,365	10.17%	1,147,939	4.52%	526,634	2.08%	31,528	0.12%
Coyoacan	42,929,669	8,404,250	19.58%	17,779,403	41.42%	7,385,282	17.20%	5,532,845	12.89%	3,238,180	7.54%	589,709	1.37%
Cuajimalpa de Morelos	23,126,668	1,053,507	4.56%	6,090,648	26.34%	5,103,956	22.07%	3,947,030	17.07%	5,640,613	24.39%	1,290,914	5.58%
Cuauhtemoc	30,710,218	14,583,302	47.49%	9,085,044	29.58%	2,979,665	9.70%	2,693,905	8.77%	1,105,413	3.60%	262,890	0.86%
Gustavo A. Madero	82,246,065	41,795,897	50.82%	29,733,944	36.15%	8,048,320	9.79%	1,849,065	2.25%	681,195	0.83%	137,645	0.17%
Iztacalco	21,955,635	13,159,714	59.94%	7,858,352	35.79%	643,103	2.93%	228,036	1.04%	66,430	0.30%		0.00%
Iztapalapa	109,743,993	80,425,247	73.28%	25,703,128	23.42%	2,557,430	2.33%	795,206	0.72%	262,981	0.24%		0.00%
La Magdalena Contreras	15,330,412	481,778	3.14%	5,126,073	33.44%	3,144,085	20.51%	3,371,249	21.99%	2,800,601	18.27%	406,625	2.65%
Miguel Hidalgo	35,086,802	7,144,222	20.36%	13,692,686	39.03%	6,393,959	18.22%	4,503,547	12.84%	3,055,465	8.71%	296,922	0.85%
Milpa Alta	26,796,992	17,680,448	65.98%	7,270,885	27.13%	1,145,290	4.27%	370,993	1.38%	327,837	1.22%	1,538	0.01%
Tláhuac	42,657,936	36,627,291	85.86%	5,619,224	13.17%	344,883	0.81%	42,227	0.10%	24,312	0.06%		0.00%
Tlalpan	73,981,122	12,291,601	16.61%	32,950,930	44.54%	13,539,096	18.30%	9,417,796	12.73%	5,336,139	7.21%	445,560	0.60%
Venustiano Carranza	32,500,481	25,493,925	78.44%	5,692,222	17.51%	937,756	2.89%	328,842	1.01%	47,735	0.15%		0.00%
Xochimilco	63,296,243	17,409,986	27.51%	23,719,240	37.47%	10,978,722	17.34%	6,942,532	10.97%	4,103,965	6.48%	141,798	0.22%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

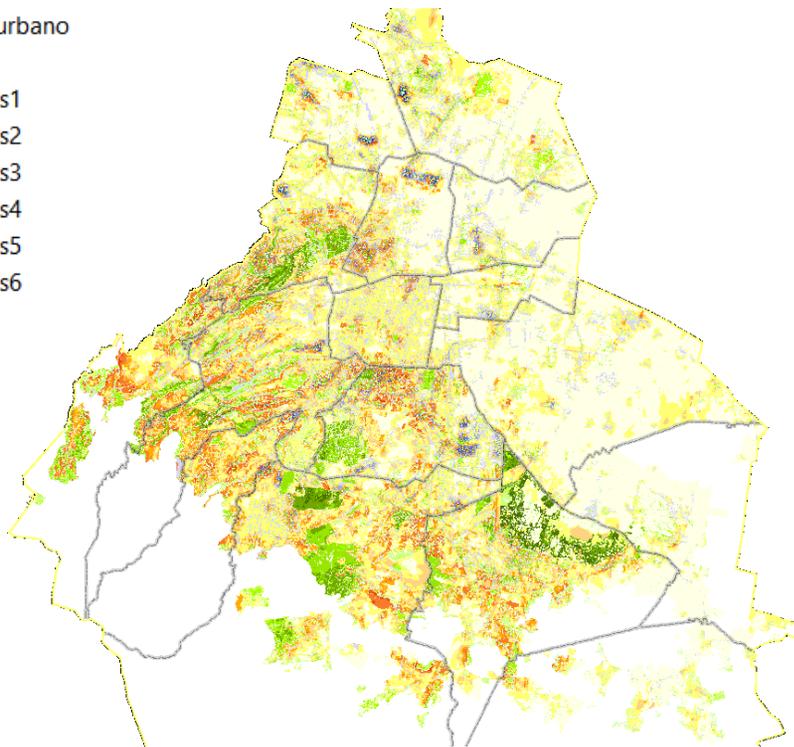
### 3.5. Estructura Ecológica de la Ciudad de México.

Finalmente, luego de una serie de análisis que nos llevó a la categorización de los parches, corredores y suelo urbano bajo una óptica de conectividad y valor ambiental, es que podemos combinarlas y obtener una imagen

Ecosistema urbano

CV

- Corredores1
- Corredores2
- Corredores3
- Corredores4
- Corredores5
- Corredores6
- Impacto1
- Impacto2
- Impacto3
- Impacto4
- Impacto5
- Impacto6
- Parches1
- Parches2
- Parches3
- Parches4
- Parches5
- Parches6



[28] Estructura ecológica urbana. Fuente: Captura de pantalla

perspectiva completa de la estructura del “ecosistema urbano”.

La información de las 3 geometrías se superpone en el siguiente orden: en la capa superior se encuentra en análisis de aptitud ambiental de parches; seguido de este están los corredores ecológicos, a los cuales se les elimina por superposición el área correspondiente a los parches; y finalmente se encuentran los impactos urbanos de las

áreas verdes, que complementan el resto del suelo urbano. [Mapa 30] Al estar estas geometrías reclasificadas con categorías similares la escala será la misma para cada valor de categoría, del 1 al 6, siendo aquellas con un 1 las que representan los valores más bajos. Esto permite un interesante (pero complejo) análisis en el que se distinguen, en un solo mapa, 3 dimensiones de las áreas verdes, como se menciona en cada una de sus redacciones.

Para las áreas verdes, “Parches” representan las dimensiones, emplazamiento físico y los valores intrínsecos a ellas como entidades; “Corredores” representa red de comunicación física y de interrelaciones entre áreas verdes a lo largo del espacio urbano; e “Impacto” representa las externalidades de las áreas verdes a su contexto urbano.

La relación entre las tres se realiza a través de las características físicas de los parches, específicamente el área y la localización de estos.

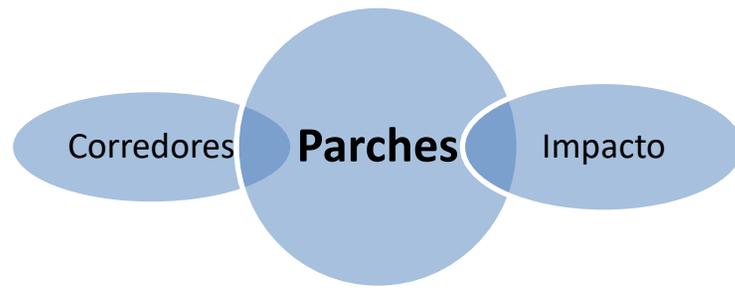
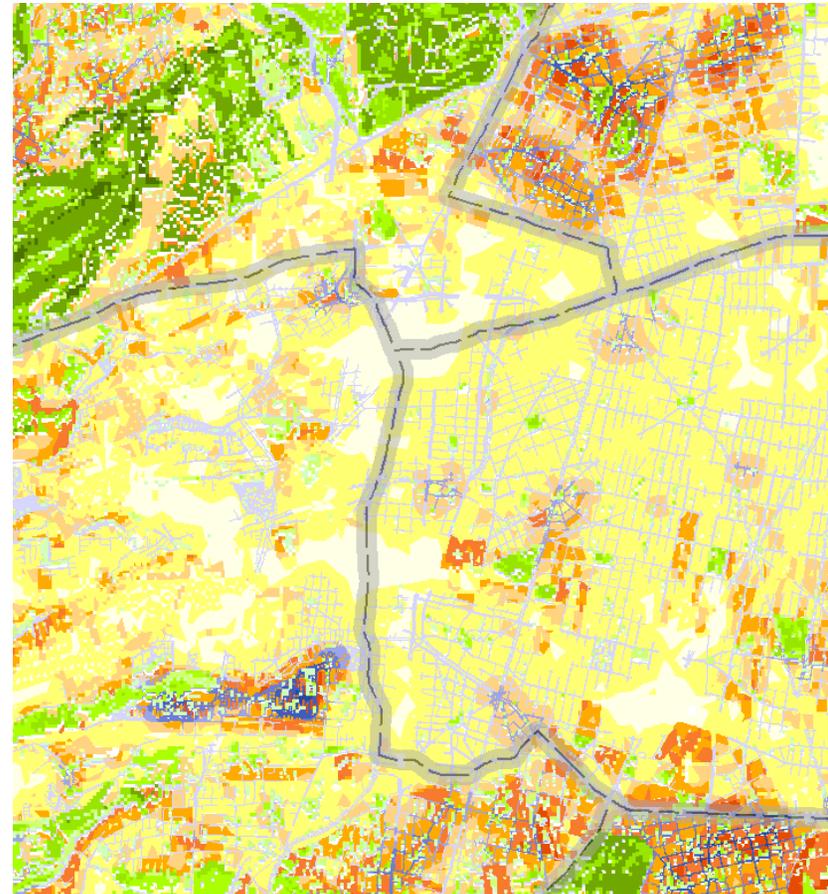


Figura 13. Relación entre variables de la estructura ecológica urbana.

Así, podemos observar como las áreas verdes concentran las valorizaciones más altas de las otras categorías a su alrededor, utilizando los corredores como las extensiones para mantener altos los valores en los conglomerados existentes. También nos permite ver una clara deficiencia en las alcaldías orientales, incluyendo Benito Juárez, quien, aunque está cerca de otras alcaldías servidas y tiene una vasta red de corredores potenciales, carece de áreas verdes ecológicamente fuertes.

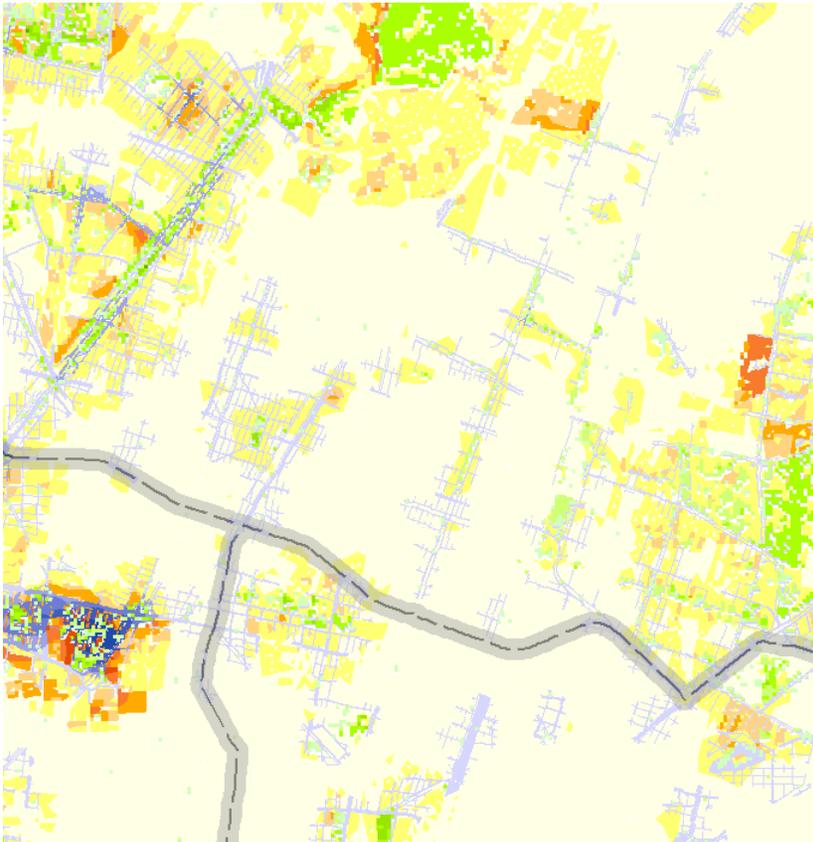
Mientras tanto, en el norte la importancia de la estructura no recae únicamente en la aglomeración, sino que toman una interesante importancia los corredores como desencadenadores de estas aglomeraciones de forma lineal, que conectan los clústeres de áreas verdes más grandes. Aquí los corredores, más que tejer la red ecológica urbana en una estructura heterogénea, se

dedican a garantizar la penetración de la estructura ecológica urbana entre el suelo construido y la continuidad de la movilidad, pero con un menor impacto al entorno urbano, difuminándose rápidamente.



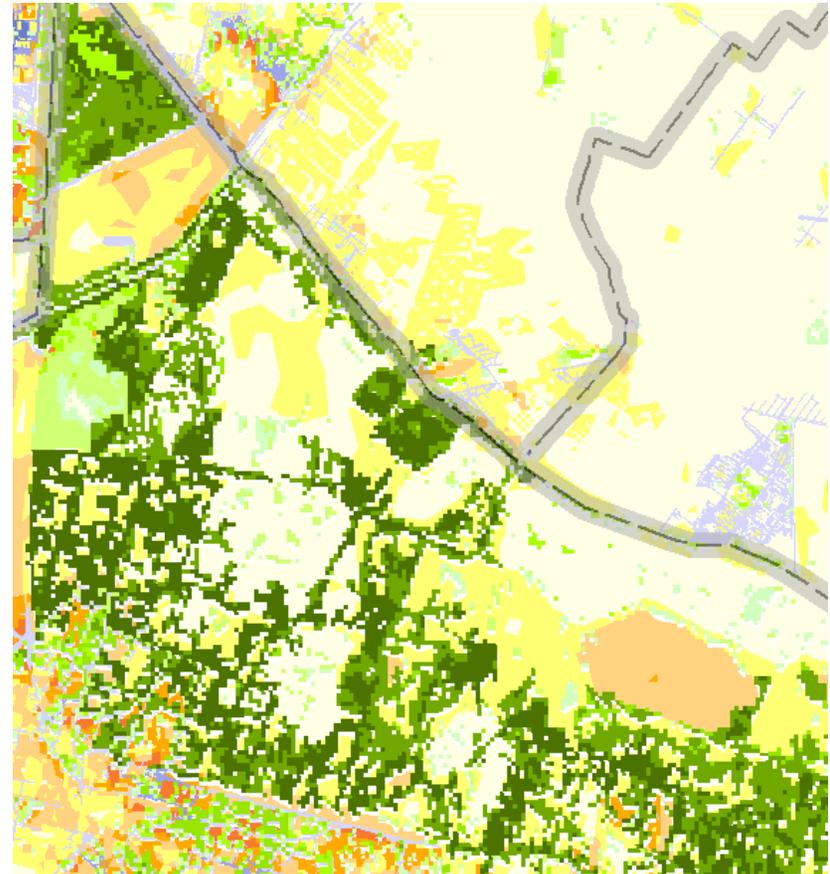
[29]. "Ecosistema urbano" heterogéneo de alta densidad. Elaboración propia.

Igualmente tenemos la posibilidad de observar el comportamiento de los corredores y del impacto urbano de las áreas verdes en una zona heterogénea de la Roma-Condessa-Nápoles [29], cuya aglomeración le otorga un alta densidad de áreas verdes; el ambiente de Villa Gustavo A. Madero en el norte [30], donde los efectos se disipan a corta distancia debido a su baja densidad, y con



[30]. "Ecosistema urbano" heterogéneo de baja densidad. Elaboración propia.

valores altos y bajos a lo largo del territorio; y el conglomerado de alto valor ambiental de Xochimilco [31], carente de corredores debido a la gran homogeneización y aglomeración de las áreas verdes.



[31]. "Ecosistema urbano" homogéneo continuo. Elaboración propia.

## **CAPITULO IV: PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE ÁREAS VERDES**

### **4.1. Propuesta para el mejoramiento de la Estructura Ecológica Urbana**

La estructura ecológica urbana está lejos de ser perfecta: el largo tiempo de vida de la ciudad durante el cual ha sido edificada y expandida se opone al corto tiempo en que los problemas ambientales han cobrado importancia en el país, y aquellos que eran desconocidos, para los cuales no existía una planeación ni normativa aplicable. Así como la ciudad es creada para responder a las necesidades de su época, también es necesario que esta sea modificada para solucionar los problemas presentantes, especialmente si estos ponen en peligro la subsistencia misma de esta, convirtiéndose en una obligación, o en una nota suicida de ser ignoradas.

Esta modificación implica gasto, demolición construcción conflicto, especialmente cuando los problemas se atacan de forma individual, sin apoyarse ni retribuir benéficos con otras zonas cercana que podrían repartir costos. Aquí es donde la visión de la ciudad como una red, especialmente

desde el punto de vista ecológico, toma importancia en la tarea de “actualizar” la estructura urbana:

*“Ya que una red es una forma flexible y los puntos de una red no tienen que estar en lugares específicos (pero si con relaciones específicas), es posible hallar composiciones espaciales alternativas si, por ejemplo, algunas áreas seleccionadas no están disponibles. La red es, por lo tanto, un modelo geométrico práctico para recrear una correlación espacial. Con este trasfondo, el concepto de desarrollo de infraestructura verde y la planeación de infraestructura verde provee un método de trabajo pragmático para preservar y desarrollar espacios verdes bien fundamentados en sus funciones para el bienestar humano”.*<sup>85</sup>

De esta forma, las propuestas podrán recaer en crear nuevas relaciones y conectarse a las ya existentes para lograr la penetración de la red ecológica, bajo una perspectiva de infraestructura verde que optimice el uso del espacio para entregar los beneficios ambientales de las áreas verdes a la población de la ciudad.

La mejora de la estructura ecológica urbana de la Ciudad de México se centraría en los siguientes apartados:

---

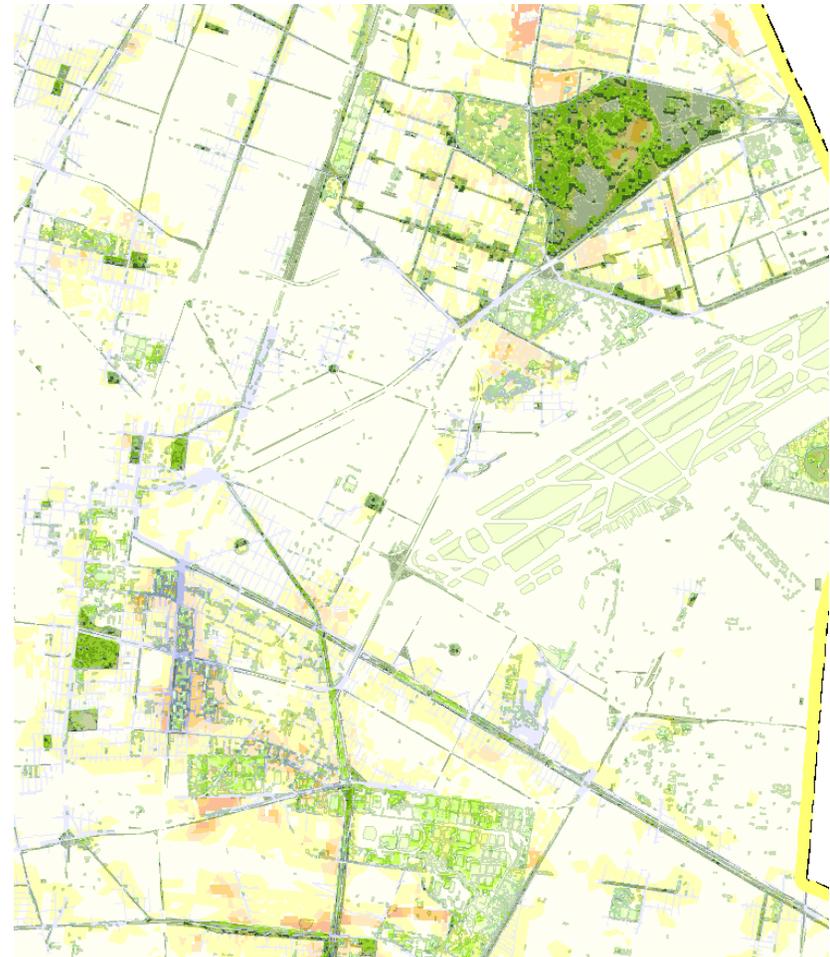
<sup>85</sup> Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (2014). Op. Cit. p.21

### 1. Utilizar las áreas de bajo valor para ampliar la red: [Mapa 31]

Una opción antes de proponer la creación de nuevos espacios es primero optimizar el espacio que ya se tiene disponible en la ciudad, en forma de parques, camellones, plazas, inclusive vegetación urbana no catalogada consideradas de valor ambiental en este estudio.

No podemos permitirnos realizar gastos en nuevos espacios de no ser absolutamente necesario; sin embargo, el problema de esta estrategia reside en que la presencia de este tipo de áreas se concentra mayormente en las áreas de la ciudad que ya están bien servidas, por lo cual funcionaría para 1) complementar la red en las áreas poco servidas que se encuentran dentro de los clúster de vegetación de valor ambiental, y 2) aumentar en lo posible la cantidad de áreas verdes en las zonas de la ciudad que crecen altamente de una estructura ecológica urbana.

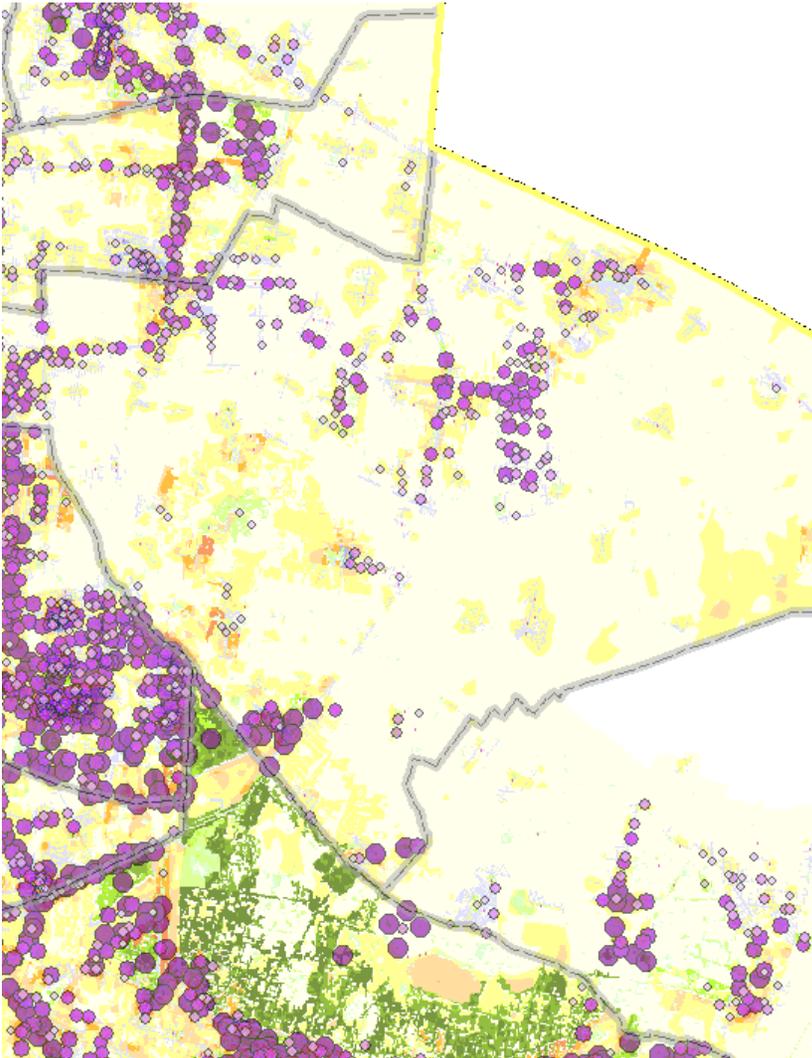
Por lo tanto, lo mejor es canalizar la mayor parte de los recursos en, primero la ampliación de los corredores existentes para penetrar en las áreas de menor valoración y la creación de áreas verdes lineales en estos, no como la solución definitiva, sino como la base para promover la generación de áreas verdes en las cercanías de los corredores. Esta acción puede acelerar la cobertura de la red, permitiendo la generación de beneficios a corto y



[32] Comparación de vegetación existente con el grado de servicio de AVU.  
Elaboración propia.

mediano plazo. Igualmente, el uso de los nodos valuado en Betweenness Centrality (BC) nos permite priorizar aquellas áreas verdes que ya sirven como puentes

estructurales de la red ecológica urbana, haciéndolos blancos prioritarios para la mejora de sus características.



[33]. Nodos que funcionan como puentes estructurales ecológicos de CDMX. Elaboración propia.

## 2. Mejorar condiciones de ARVI en las áreas verdes ya existentes: [Mapa 32]

De la mano con el aprovechamiento de los recursos ecológicos ya presentes dentro del “ecosistema urbano”, está también la conservación y mejora de las condiciones ambientales dentro de las áreas verdes urbanas. La salud de la vegetación es de vital importancia para mantener los servicios ecosistémicos presentes en las áreas verdes, así como el mantenimiento de la infraestructura de estas permite seguir ofreciendo los beneficios sociales que ofrecen a sus usuarios.

Sin embargo, así como hay áreas verdes con buena salud e infraestructura, una gran mayoría de éstas cuenta con niveles medio o bajos de ARVI (relacionados a una vegetación menos vigorosa), especialmente desde el norte hasta el oriente de la ciudad, y en áreas verdes de menor tamaño. Así, la importancia de mejorar estos niveles de servicios ecosistémicos en los parches menos favorecidos, de las zonas menos favorecidas puede traducirse en un fortalecimiento tanto del alcance de estos como de la valoración de estas áreas verdes en su entorno local, y aumentando su valor a nivel general de la red. De forma rápida estas mejoras pueden lograrse utilizando vegetación local o compatible dependiendo la zona de la ciudad, aumentando el número de individuos por área verde, aumentando el área de los parches y añadiendo infraestructura útil para el acceso público.

### 3. Creación de nuevas áreas verdes urbanas: [Mapa 33]

Una vez optimizado el suelo más apto para su adición a la estructura ecológica, la creación como tal de nuevas áreas verdes presentaría un reto especialmente complicado debido a la falta de espacio libre dentro del suelo urbano.

Estos espacios deben ser emplazados sobre el suelo ya construido, lo que supone un mayor costo de construcción y de planeación para emplazarlos. La forma reducir el gasto de recursos al mínimo necesario recae en la previa optimización de estos espacios aptos, para colocar los nuevos a una distancia lo suficientemente prudente para aglomerarse, o procurar la conexión de las áreas verdes a grandes corredores. Los corredores que funcionarían como base para esta extensión serían aquellos calculados a 2,000 metros de distancia entre parches que no se encuentren contemplados en la estructura ecológica actual y que tengan una baja valoración. Estos deberán ser continuados de preferencia sobre vialidades primarias y secundarias, o locales de más de 2 carriles de un solo sentido.

El uso del análisis de corredores a 2000 metros recae en los valores del índice global IIC. A diferentes escalas

	IIC	PC
250	0.00006943	0.00010140
500	0.00007404	0.00007298
1000	0.00014532	0.00007484
2000	0.00015256	0.00009335
3000	0.00012702	0.00009894

medidas, el mayor valor de IIC de la estructura ecológica actual se lograba con 2000 m de análisis, para reducirse luego a los 3,000 metros; el punto óptimo de la estructura actual se encuentra alrededor de este valor.



[34]. Corredores entre áreas verdes a 2,000 m. de distancia. Elaboración propia.

#### 4. Transición de parques a infraestructura verde que capte agua pluvial: [Mapa 34]

El cambio de uso de suelo urbano para la colocación de áreas verdes urbanas es un tema que puede causar molestia y controversia para la población al sentir que se les está arrebatando espacio de tránsito y recreación para colocar “plantas”, especialmente cuando el espacio es utilizado para estacionamiento o tránsito de automóviles. El uso de las áreas verdes como infraestructura para aumentar los beneficios urbanos permite aprovechar de una mejor manera el espacio ocupado por las áreas verdes actualmente y aquellas que serían colocadas de forma posterior, y reducir el sentimiento de “expropiación” del espacio si este genera beneficios tangibles para la población. En un entorno local, un área verde que cumple un mayor número de funciones urbanas que tengan beneficios inmediatos para la población generará un valor para la comunidad y tendrá mayores posibilidades de generar sentimientos de apropiación por parte de la población.

La cantidad de servicios que puede soportar un área verde es proporcional a su área total. Sin embargo, la estructuración como un sistema permite que, aunque un área verde de pequeño tamaño no otorgue un gran beneficio por sí sola, sus aportaciones se adicionan a su conjunto local, provocando un efecto multiplicador que contrarreste la falta de espacio para emplazar grandes

áreas verdes homogéneas con la misma capacidad que múltiples áreas más pequeñas repartidas en un entorno heterogéneo.

FIGURE 8.1 Typical sprinkler irrigation system at the forested slow-rate site at Dalton, Georgia.

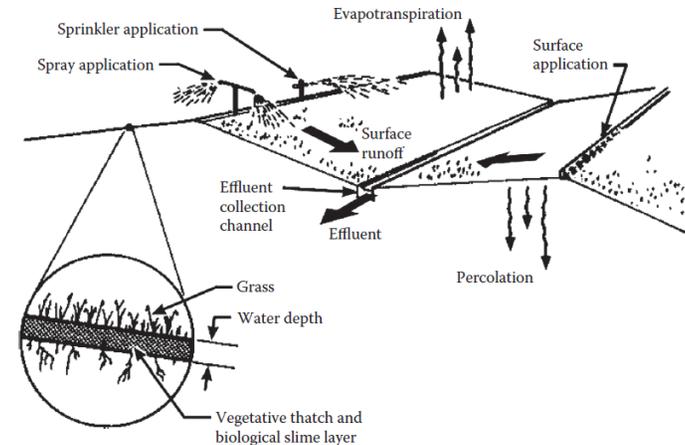


Figura 14. Fuente: CR, S., Crites, R. W., & Middlebrooks, E. J. (2014). *Natural Wastewater Treatment Systems (2nd ed.; R. W. Crites, E. J. Middlebrooks, R. K. Bastian, & S. C. Reed, eds.)*. p. 361

Las áreas verdes podrían ser utilizadas como infraestructura de movilidad (como ciclovías, vías peatonales) o fungir como elementos acuáticos dentro de la estructura urbana (como ríos urbanos, estanques, etc.) Un eje clave de este trabajo es incluir la captura de agua pluvial en las áreas verdes y su posterior reutilización dentro del concepto de las áreas verdes como infraestructura verde, y combinarla con la idea de facilitar la infiltración de agua al subsuelo aprovechando las áreas

libres restantes dentro de la ciudad como una respuesta, un apoyo a los problemas hídricos de la ciudad de México. Mi propuesta personal de funcionamiento es la siguiente:

Primero, la captación del agua que escurre por las superficies impermeables estaría a cargo de un sistema separado de captación de agua pluvial que la dirija a las áreas verdes más cercanas, y de la colocación de rejillas de drenaje en los alrededores de las aceras que rodean a las áreas verdes; estas rejillas deben retener los sólidos de mayor tamaño que se encuentren en el agua y encausarla desde la vialidad al interior de las áreas verdes por medio de “canaletas” con vegetación apropiada para reducir su velocidad, permitir la sedimentación de las partículas más pesadas y el uso de especies vegetales que retiren algunos contaminantes, aceites y microorganismos patógenos.

Posteriormente, el agua llegaría a estanques de tratamiento. La variedad de composiciones que pueden usarse en el uso de estanques puede responder a la heterogeneidad de características presentes en las áreas verdes de la Ciudad de México y permitir la realización de un sistema descentralizado. Como antes se mencionó, este sería parte del mantenimiento específico que requeriría cada área verde, ya que cada una funcionaría de forma distinta. Sin embargo, igualmente, esta

diferencia de tratamientos y su adecuación a las características individuales de cada área verde permitirá fortalecer la identidad de estas, facilitando su reconocimiento de sus cualidades y beneficios individuales para la ciudad.

El agua captada por las áreas verdes también podría ser almacenada en contenedores dentro o cercanos a las áreas verdes para su reutilización en su propio riego o su uso corriente en éstas (como agua para sanitarios). El agua que no sea acumulada para su posterior reúso deberá ser drenada para evitar el encharcamiento y las inundaciones de las zonas áreas de tránsito y recreación de las áreas verdes y vialidades circundantes; para esto se utilizaría el método de Soil-Aquifer-Treatment (SAT), Este “...*puede ser basado en estanques de recarga de cielo abierto o pozos de recarga... el medio poroso del suelo actúa como un reactor adicional para una remoción extra de los componentes aun contenidos en el efluente secundario.*”<sup>86</sup>.

Con un tratamiento específico del suelo urbano podríamos permitir el paso del agua hacia el subsuelo y a su vez darle un tratamiento más profundo que el superficial para su reúso sin la necesidad del rebombeo del agua para su inyección al acuífero y la recarga de éste. Sin embargo, se debe considerar que: “*La eficiencia de la recarga del*

---

<sup>86</sup> Krieges, P. (2007). Acuápolis (I. de I. E. Universidad Nacional Autónoma de México, ed.). Friendly Utilization Of Non-Conventional Waters In Regions With Scare Natural Resources. p. 254

*efluente depende de los efectos combinados de las propiedades de filtrado del medio poroso del suelo y de los procedimientos de disposición... la capacidad de filtración del suelo depende del tamaño y distribución de las partículas del suelo, contenido de humedad, contenido de materia orgánica, y características químicas y de absorción eléctrica. La efectividad del proceso de filtrado depende también de la tecnología disponible y el régimen de recarga. Este será expresado esencialmente por dos parámetros principales: (a) carga hidráulica (tasa de flujo por unidad de área, 1hr por m<sup>2</sup>) del agua residual; (b) la carga orgánica...*<sup>87</sup>

El agua pretratada y “almacenada” se traslada por medio de rociadores o tuberías a superficies inclinadas de vegetación por donde escurre y percola a las capas inferiores del subsuelo; si el volumen es lo suficientemente grande el agua regresara a los estanques de tratamiento para una lenta infiltración, permitiendo su estancia e integración en el paisaje ecológico urbano y como un componente de las áreas verdes urbanas. En aquellos sitios donde los volúmenes de agua o las características del suelo no permitan una infiltración lo suficientemente rápida para evitar encharcamientos e inundaciones, o aquellas demasiado pequeñas para un tren de tratamiento que pueda mantener la presencia de agua en ellos se

utilizarían métodos como los pozos de recarga para optimizar el espacio.

### **5. Anexión de las áreas protegidas como parte de la estructura urbana:**

Como se ha visto a lo largo de los análisis realizados, las áreas naturales presentes en la Ciudad de México son puntos importantes tanto de conectividad como de valor ambiental en la estructura ecológica urbana. Sin embargo, los niveles de poder de los que dependen y las diferencias de normatividad genera que sean “extraídas” de la planeación local de la Ciudad de México. Sin embargo, esto modifica su realidad espacial, y sus afectaciones son igual de reales en su contexto, independientemente de quien deba hacerse cargo de ellas.

En este sentido, es importante y necesario que la normatividad que concierne a las áreas naturales existentes dentro del territorio urbano permita una gestión integral con su territorio, independientemente de la voluntad de cooperación de las entidades de gobierno sobre las que recae la administración de estas.

Un ejemplo de estas es la situación de Cerro de la Estrella, en la alcaldía de Iztapalapa. Esta Área Natural Protegida se caracteriza porque dentro de su perímetro contiene asentamientos irregulares, víctimas del clientelismo

---

<sup>87</sup> Ibidem. p. 255

político que prometía la regularización de la invasión desde el nivel municipal (delegacional). Sin embargo, Cerro de la Estrella depende de Gobierno Federal para su administración, y al ser un terreno donado, los dueños originales se ampararon para prohibir cualquier uso que no sea aquel de conservación, por lo cual estas personas nunca podrán ser regularizadas. Este juego de poder daño tanto a los habitantes que residen en el lugar, como a las especies y el suelo que debían ser conservados, al haber sido alterados y estar en cercanía de los impactos negativos provocados por la actividad urbana.

Así, deben establecerse mecanismos que permitan la comunicación efectiva entre los niveles de gobierno a quienes concierne tanto el terreno como el contexto, para acatar rápidamente las problemáticas socioespaciales, en favor de la población y de la conservación de los valores ambientales de las áreas naturales protegidas inmersas en el “ecosistema urbano”.

## 4.2. Lineamientos para la implementación del Sistema de Áreas Verdes para la Ciudad de México

Finalmente, para poder establecer el Sistema de áreas Verdes en la Ciudad de México, es necesario que se sigan los siguientes lineamientos de planeación para asegurar el correcto manejo de la estructura ecológica por parte de los planeadores y desarrolladores con el uso de la información generada en este estudio:

- La prioridad para los proyectos nuevos y de reacondicionamiento debe realizarse con base en la necesidad de mejorar la conectividad de la red ecológica, y de proveer de servicios ambientales al suelo que no recibe sus efectos.  
Para el esquema de valoración presentado en este trabajo, por ejemplo, los lugares con mayor importancia serán aquellos emplazados en sitios con una baja clasificación de valor en la estructura ecológica (1) y al final aquellas zonas que se encuentran en buenas condiciones (6); igualmente, aquellos parches que tengan un BC alto tendrán mayor prioridad que aquellos con un nivel menor.
- Los proyectos nuevos de infraestructura que se desarrollen dentro de la ciudad deberán contener elementos naturales suficientes para asegurar la ampliación de la red, independientemente de la naturaleza del proyecto, cuidando tanto las especies vegetales como su óptimo mantenimiento para mantener saludable el parche.
- Los proyectos que pretendan el rebombear de agua al subsuelo deberán ser preferentemente emplazados en el suelo de transición para el uso de Soil-Aquifer-Treatment (SAT) por estanques de recarga, y por pozos de recarga profundos en la zona de suelo lacustre, y que cumpla con los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-014-CONAGUA-2003.
- Para la correcta gestión hídrica de la ciudad es crucial el desarrollo de proyectos para limpiar y restaurar las escorrentías de la ciudad para hacer posible su uso como corredores ecológicos y que sean capaces de generar los servicios ecosistémicos aunados a los ríos de los cuáles carece la ciudad.
- La disminución de carriles a favor de transporte público y de los corredores urbanos ecológicos es clave para el crecimiento de la red ecológica urbana

dentro del “ecosistema urbano” debido a la falta de espacio. El uso de políticas que desincentiven el uso del automóvil junto con una mayor y mejor red de transporte público serán una pieza fundamental en la obtención del espacio necesario para la expansión de la red urbana y sus beneficios a la población que presenta deficiencia.

- La creación de un esquema de participación ciudadana en la creación y cuidado de las áreas verdes urbanas locales es esencial para otorgarles la valoración y posterior apropiación que asegure su mantenimiento y supervivencia. Las personas locales deberán poder participar desde los proyectos de creación-reacondicionamiento hasta la entrega de estos y un seguimiento posterior para que puedan contemplar la diferencia de los servicios ambientales que proveen estos espacios antes y después, y de esta forma inspirar en la población su conservación por cuenta propia.
- Debe establecerse una periodización para la actualización de la información para la realización de los análisis de diagnóstico de la estructura urbana, con el fin de evitar el mal uso de recursos para el desarrollo de proyectos en zonas que ya no necesiten con urgencia intervenciones, los cuales puedan ser invertidos en zonas prioritarias. Con el

monitoreo constante se podrán realizar diagnósticos de los avances, debilidades y aciertos llevados a cabo en la implementación de este acercamiento metodológico y que este evolucione a la par de la ciudad al corregirlo o mejorarlo paulatinamente.

- Finalmente, el trabajo multidisciplinario es clave para poder abarcar el amplio espectro de dificultades técnicas que presenta el análisis de una red ecológica urbana cambiante, y más aún el correcto proceso de intervención en esta. Una sola persona, o un único enfoque académico no serán suficientes para lograr comprender e intervenir la compleja naturaleza de la ciudad.

## CONCLUSIONES

La separación entre lo natural y el urbano es un tema que impera en las políticas públicas actuales y que se ha legitimado a través de estudios con poco rigor metodológico y que identifican a la Ciudad de México como un Ciudad Verde, considerando una masa vegetal que poco o nada tiene que ver con su estado actual en términos de uso, así como de los servicios ecosistémicos que ofrece (sobre todo la infiltración del agua pluvial). Aunando al anterior, cabe destacar la distribución desigual de las áreas verdes en la ciudad. Esto ha llevado a un conflicto de orden socioespacial que justifica la poca importancia que se le ha dado en las políticas urbanas y regionales, alimentado por la falta de suelo urbano y la necesidad de servicios y espacios para llevar a cabo la vida cotidiana de las personas. Esto es reflejo de una planeación sectorial que se establece a partir de la zonificación, homologando porciones del territorio, ocultando las diferencias socioespaciales, atribuyéndoles un valor de cambio en la valorización de ciertos espacios de la ciudad.

En este sentido, y contrariar este paradigma de la planeación, implica entender la ciudad como un sistema socio-ambiental; y deconstruir la idea de “ecosistema urbano”, lo cual ha sido usado, simplemente, con el fin de romper la percepción de barreras entre lo artificial y lo

natural, y cuya intención es desdibujar límites que aíslan el medio, señalar su continuidad y que estamos relacionados a lo que ocurra en él, así como el medio circundante es afectado por nuestras acciones.

Esto nos lleva a entender desde una perspectiva sistémica la lucha de la ciudad por el agua, las molestias que genera un elemento inalienable de la naturaleza de la ciudad y del medio; trabajar la captura y tratamiento de agua, así como garantizar su infiltración al subsuelo optimizando y creando espacios que incluyan esta función en la ciudad, son parte de la clave para atender efectivamente los problemas que genera la impermeabilización del suelo en un área lacustre, que promueve el estancamiento del agua en esta área y crea una gran dependencia en el correcto funcionamiento del drenaje para su desagüe. Es interesante destacar como una gran parte del territorio que no se encuentra en el rango accesible de un área verde coincide con las áreas desecadas del lago de Texcoco.

En la Ciudad de México, la conducción de la planeación urbano y ambiental se ha caracterizado (en términos generales) por una visión reduccionista de los fenómenos y de las formas como se territorializan los procesos socioespaciales. Esto se debe a distintos factores, pero que en primera instancia se asocia a una inadecuada e ineficiente voluntad política que ha ignorado la realidad de los fenómenos urbanos desde la escala regional, y priorizando la escala local como la escala más inmediata

de intervención urbana, y lo que es peor, sin atender adecuadamente los problemas urbanos de esta, ocultando e ignorando las características multiescalares y multidisciplinares del territorio y de sus actores. Esto ha tenido implicaciones importantes en los procesos de fragmentación y segregación socioespacial, ya que la intervención se establece a partir de la zonificación de espacios con características homogéneas, ocultando las diferencias espaciales y sin establecer los marcos comparativos entre los mismos.

A su vez, la toma de decisiones ensamblada en este paradigma de planeación, está legitimada tanto por la forma en que se manejan los datos a nivel urbano y regional, así como por las metodologías de acercamiento a la realidad urbana, como el uso de radios de influencia sencillos para la creación y diagnóstico de la cobertura y efecto de los proyectos dentro del entorno urbano que consideran suficientes o insuficientes los servicios e infraestructuras en un plano bidimensional; y la reducción de personal, costos y tiempo invertido en el desarrollo de los proyectos y políticas públicas que se traducen en productos poco efectivos en su aplicación real. A su vez, no hay una metodología exacta que permita además de identificar en tiempo y forma real las áreas verdes de la ciudad, cuantificar en términos cuantitativos y normativos el suelo disponible que pueda integrar la estructura ecológica urbana.

Por otra parte, el abordaje de la planeación desde la óptica de la estructura ecológica nos permite proponer un esquema de intervención y gestión que otorgue peso a las condiciones locales de los procesos urbanos de forma multiescalar, ya que la visualiza como un sistema integrado y codependiente en el espacio tiempo concreto. Así mismo, es determinante analizar el efecto y avance de las acciones tomadas en este periodo de tiempo y optimizar las políticas y proyectos presentes y futuros, invirtiendo en personal y monitoreo para evitar gastos posteriores creador por soluciones poco efectivas o mal aplicadas.

Para esto es necesario que la planeación se establezca con base en el análisis aproximado de los datos obtenidos por medio de levantamientos remotos y de sitio, y que de esa forma se limite la influencia de los intereses políticos que afectan los procesos de ordenamiento, dejando espacio para fortalecer los esquemas de participación ciudadana en el proceso.

Mi intención con este trabajo fue aportar al urbanismo un acercamiento metodológico que sea transversal, capaz de tratar desde la escala ciudad hasta la local bajo los mismos objetivos y lineamientos generales, pero con la suficiente flexibilidad para permitir el libre desarrollo de los proyectos y de cabida a las necesidades locales por medio del trabajo interdisciplinario. La capacidad de diferenciar áreas según su nivel de integración

ecosistémica y el servicio ambiental que reciben, así como la detección de puntos clave y corredores potenciales es la aportación más importante de este trabajo, y estableciendo su potencial para puntualizar y potenciar el proceso de planeación, reducir la rigidez de los límites escalares de planeación, e incluir el dinamismo de la ciudad en la toma de decisiones. Sin embargo, es importante recalcar la necesidad de nuevos cimientos para el óptimo desarrollo de esta metodología, como lo son un esquema de participación ciudadana mejor estructurado, una mayor autonomía del campo político de las entidades encargadas de la planeación, la falta actual de un monitoreo general constante para retroalimentar las bases de datos y un modelo basado en sistemas complejos que pueda sacar provecho de esta para obtener los resultados más confiables de las áreas que deben ser intervenidas.

Así, debido al uso de escalas (macro) y la generalidad con que se abordan los temas y propuestas de este trabajo, no fue posible la adición de un caso de estudio en el cual aplicar los análisis y propuestas aquí presentados, y a causa de la necesidad de un equipo multidisciplinario y la falta de conocimientos para ser capaz de desarrollar correctamente el proyecto, no me atrevo a abordarlo para llevarlo a modelación o a la creación de un proyecto para su aplicación in situ; sin embargo estoy convencido de su importancia y de la necesidad de este, por lo que he

establecido las bases para continuar su desarrollo a nivel de posgrado.

## SIGLAS

ARVI	Atmospherically Resistant Vegetation Index
CDMX	Ciudad de México
CONAPO	Consejo Nacional de Población
EEA	European Environment Agency
GDF	Gobierno del Distrito Federal
IMU	Índice de Marginación Urbana de CONAPO
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LST	Land Surface Temperature
NDVI	Normalized Differential Vegetation Index
OMS	Organización Mundial de la Salud
SCINCE	Sistema para la Consulta de Información Censal
UAM	Universidad Autónoma de México
UHI	Urban Heat Island
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

## BIBLIOGRAFÍA

- Alligood, L. (2010). Cities as Sustainable Ecosystems: Principles and Practices by Peter Newman and Isabella Jennings. In P. Newman & I. Jennings (Eds.), *Journal of Urban Affairs* (10th ed., Vol. 32). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9906.2010.00504.x>
- Asamblea Legislativa Del Distrito Federal I Legislatura. (2000) Ley ambiental de protección a la tierra en el Distrito Federal. Capítulo II, Áreas Verdes. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 17 de abril de 2013.
- Bauer Wurster, C., Dyckman, J. W., FoLEY, D. L., Guttenberg, A. Z., Webber, M. M., & Wheaton, W. L. C. (1964). Indagaciones sobre la estructura urbana.
- Clauzel, C., Foltête, J., Girardet, X., & Vuidel, G. (2019). Graphab2.4 UserManual. Retrieved June 8, 2019, from <https://sourcesup.renater.fr/graphab/download/manual-2.4-en.pdf>
- Codato, D. (2015). Estudio De La Percepción Social Del Territorio Y De Los Servicios Ecosistémicos en El Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Espacio y Desarrollo*, (27), 7–31. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201501.001>
- Congedo Luca (2016). Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER. From GIS to Remote Sensing. Recuperado de <https://fromgistors.blogspot.com/2016/09/estimation-of-land-surface-temperature.html?m=1>
- Congedo L. (2016). Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>
- Congedo L. (2016). Recuperado de [https://semiautomaticclassificationmanual-v5.readthedocs.io/en/latest/tutorial\\_2.html#tutorial-2-land-cover-classification-of-sentinel-2-images](https://semiautomaticclassificationmanual-v5.readthedocs.io/en/latest/tutorial_2.html#tutorial-2-land-cover-classification-of-sentinel-2-images)
- CR, S., Crites, R. W., & Middlebrooks, E. J. (2014). *Natural Wastewater Treatment Systems* (2nd ed.; R. W. Crites, E. J. Middlebrooks, R. K. Bastian, & S. C. Reed, eds.). Retrieved from [http://books.google.co.id/books?id=X5uuikcVyfEC&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.co.id/books?id=X5uuikcVyfEC&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Cruz Flores, A. (2019, 10 de mayo). Millonaria multa al proyecto Mítikah por talar árboles. Ciudad de México, México. La Jornada Online. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/ultimas/2019/05/10/millonaria-multa-al-proyecto-mitikah-por-talar-arboles-1447.html>
- Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (2014). *REVISING GREEN INFRASTRUCTURE Concepts*

- Between Nature and Design* (D. Czechowski, T. Hauck, & G. Hausladen, eds.). Boca Ratón: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Dicks, H. (2014). A phenomenological approach to water in the city: Towards a policy of letting water appear. *Environment and Planning D: Society and Space*, 32(3), 417–432. <https://doi.org/10.1068/d13019p>
- Doherty, G., & Mostafavi, M. (2014). *Urbanismo Ecológico*.
- Du, P., Liu, P., Xia, J., Feng, L., Liu, S., Tan, K., & Cheng, L. (2014). Remote sensing image interpretation for urban environment analysis: Methods, system and examples. *Remote Sensing*, 6(10), 9458–9474. <https://doi.org/10.3390/rs6109458>
- Echnology, D. I. O. F. T., Nd, I. I. A., Nternational, E. C. I., & Echnology, E. N. T. (n.d.). Integrated Watershed Management -Ecohydrology & Phytotechnology. In *International Journal of Ecohydrology and Hydrobiology* (Vol. 2).
- European Enviroment Agency. (2011). *Landscape fragmentation in Europe*. <https://doi.org/10.2800/78322>
- Falcón, A. (2008). *Espacios verdes para una ciudad sostenible: Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. Editorial Gustavo Gili, S.L.
- Francis, R. A., & Chadwick, M. A. (2013). *Urban ecosystems: understanding the human environment*. Routledge.
- FEDERAL, A. L. D. D., & LEGISLATURA, V. (2017). Ley de la Accesibilidad para la Ciudad de México. Consultado en: <http://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Programas/Discapacidad/Ley-Accesibilidad-CDMX.pdf>.
- Foltête J.C., Clauzel C., Vuidel G., 2012. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks *Environmental Modelling & Software*, 38: 316-327. <https://sourcesup.renater.fr/graphab/en/home.html>
- Gobierno de la Ciudad de México, Jefatura de Gobierno. (2019) Ciudad de Mexico. CDMX. Recuperado de <https://jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/presenta-gobierno-capitalino-el-proyecto-integral-y-ejecucion-de-obras-para-el-saneamiento-del-canal-nacional>
- Groenewegen, P., van den Berg, A., Maas, J., Verheij, R., & de Vries, S. (2012). Is a Green Residential Environment Better for Health? If So, Why? *Annals of the Association of American Geographers*, 102(5), 996–1003. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.674899>
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017. *Anuario Estadístico y*

- Geográfico de Los Estados Unidos Mexicanos*, 506. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2006.04.080>
- Izembart, H., & Le Boudec, B. (2008). *Waterscapes, El Tratamiento de Aguas Residuales Mediante Sistemas Vegetales*.
- José, F. T. (1998). *La ciudad y el medio natural*. Akal.
- Katz, C. (1995). Under the falling sky: Apocalyptic environmentalism and the production of nature. *Marxism in the postmodern age*, 276-282. Krieges, P. (2007). *Acuápolis*. 281.
- Klompaker, J. O., Hoek, G., Bloemsa, L. D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A. H., ... Janssen, N. A. H. (2018). Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental Research*, 160(October 2017), 531–540. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.027>. P.537
- Krieges, P. (2007). *Acuápolis*. (I. de I. E. Universidad Nacional Autónoma de México, ed.). 281.
- Legorreta, J. (2008). *El agua y la Ciudad de México: De Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI* (Vol. 91). Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. Reynosa.
- Lentini, M., & Palero, D. (1997). El Hacinamiento: la dimensión no visible del déficit habitacional. *Revista INVI*, 12(31). Consultado de <https://revistaestudiosarabes.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/8572/8374>. pp. 24-25
- Light, Andrew (2001, pages 28-31) “The urban blind spot in Environmental Ethics”, in *Political Theory and the Environment: A Reassessment* Ed. M Humphreys (Frank Cass, London). *Environmental politics*, 10(1), 7-35.
- Lopez Elizalde, E. C. (2013) Beneficios en la implementación de áreas verdes urbanas para el desarrollo de ciudades turísticas. *Topofilia: Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales*. Vol. IV, No. 1. Enero de 2013. Pp. 8-9 Centro de Estudios de América del Norte. El Colegio de Sonora
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). *Introducción a la Ingeniería Medioambiental* (3rd ed.; M. M. Romo, ed.). Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Meneses-Tovar, C. L. (2011). NDVI as indicator of degradation. *Unasyuva*, 238(62)
- Mostafavi, M., & Doherty, G. (2014). *Urbanismo ecológico*. São Paulo, Gustavo Gili.
- Naciones Unidas. (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Retrieved from <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>

- Narciso, C. A. F. (2014). Espaço público: acção política e práticas de apropriação. Conceito e procedências. In *Estudos e Pesquisas em Psicologia*.  
<https://doi.org/10.12957/epp.2009.9102>
- Narciso C. A. F. (2008). A Cidade Do Futuro – Estrutura Ecológica Urbana : da sustentabilidade do ecossistema urbano. 73–90.
- Narciso, C. A. F. (2018). Estructura Ecológica Urbana: planeamiento y gestión urbana en la Ciudad de México. *Estoa, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 7(12), 137-147.  
Doi:10.18537/est.v007.n012.a12
- Ontiveros-Capurata, R. E., Diakite-Diakite, L., Álvarez-Sánchez, M. E., & Coras-Merino, P. M. (2013). Evaluación de aguas residuales de la Ciudad de México utilizadas para riego. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 4(4), 127–140. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222013000400008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000400008)
- Ortiz Prado, F. (2019, 13 de marzo). Libre en el Sur' alertó y documentó sobre impacto urbano de Mitikah; gobierno cancela torre 16 meses después. Ciudad de México, México. LIBRE EN EL SUR.MX. Recuperado de <https://libreenelsur.mx/libre-en-el-sur-alerto-y-documento-sobre-impacto-urbano-de-mitikah-16-meses-despues-gobierno-capitalino-cancela-torre/>
- Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: Towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21(7), 959–967.  
<https://doi.org/10.1007/s10980-006-0013-z>
- Ramírez Velázquez, B. R. (2010). La construcción social del paisaje. *Investigaciones Geográficas*, 71, 122–125. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112010000100010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112010000100010&lng=es&tlng=es).
- Rodríguez, J. A. R. (2014). Urbanismo sostenible: un enfoque desde la planificación. Universidad de La Salle.
- Romero, H. M., & Mora, P. (1988). México: La ciudad más grande del mundo. In *Editora Espacios Juventud A. C.* (p.390)
- Rúa Rodríguez, J. A. (2014). Urbanismo sostenible: un enfoque desde la planeación.
- Salinas-Arreortua, Luis Alberto, & Pardo-Montaña, Ana Melisa. (2018). Neoliberal urbanism in the sprawl of cities. The case of Mexico City. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(1), 113-119.  
<https://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v28n1.57537> World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. In *Our common future*.  
<https://doi.org/10.1080/07488008808408783>

Saura, S., & Rubio, L. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33(3), 523–537.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x>

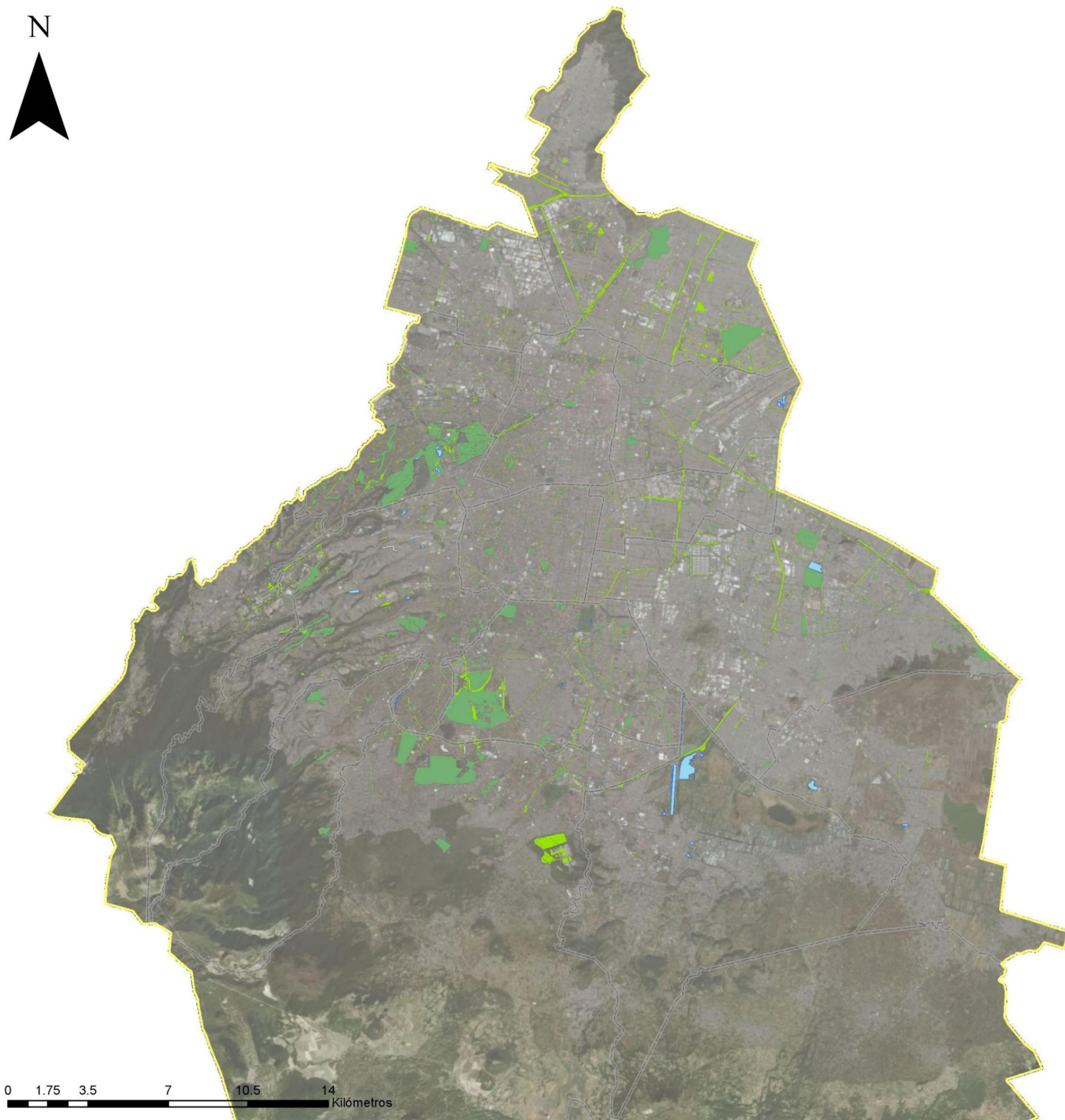
Tonn, B., English, M., & Turner, R. (2006). The future of bioregions and bioregional planning. *Futures*, 38(4), 379–381.  
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.07.010>

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. In *Our common future*.  
<https://doi.org/10.1080/07488008808408783>

## **ANEXOS**

Anexo de Mapas ..... i

Mapa 1. Áreas Verdes urbanas y plazas INEGI (2010). Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Área Urbana

#### Áreas verdes urbanas y plazas INEGI (2010)

Escala: 1:175,000  
 Mapa: 01 de 34

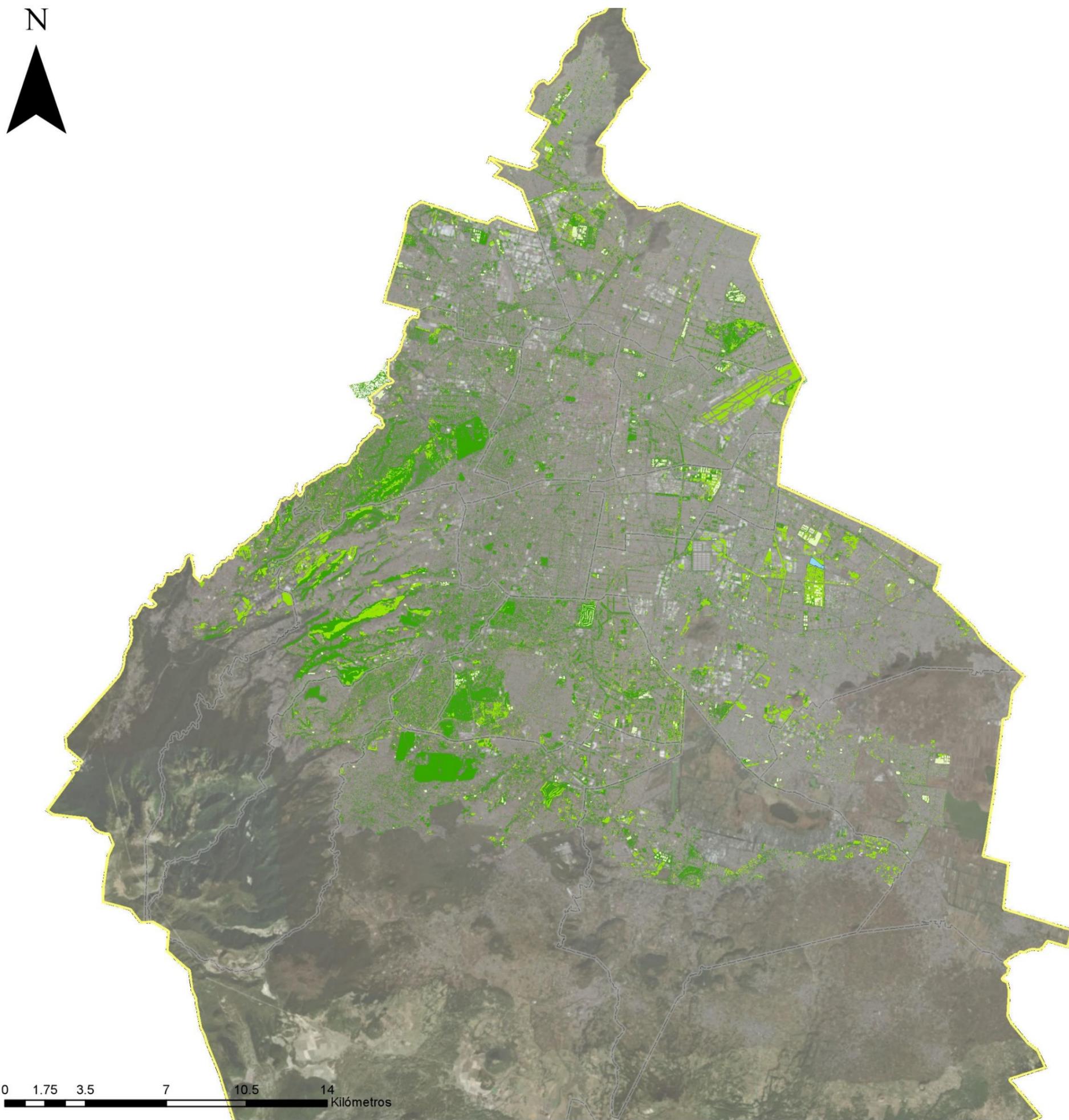
**Simbología:**

- |                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| <b>Límites:</b>     | <b>Servicios CDMX INEGI</b> |
| Límite estatal CDMX | <b>Tipo</b>                 |
| Alcaldías           | AREA VERDE                  |
|                     | CAMELLON                    |
|                     | CUERPO DE AGUA              |
|                     | PLAZA                       |

**Localización:**



Mapa 2. Vegetación Urbana catalogada por PAOT (2008) Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010) y PAOT (2008)



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

**Ciudad de México - Área Urbana**  
Vegetación urbana catalogada por PAOT (2008)

Escala: 1:175,000  
Mapa: 02 de 34

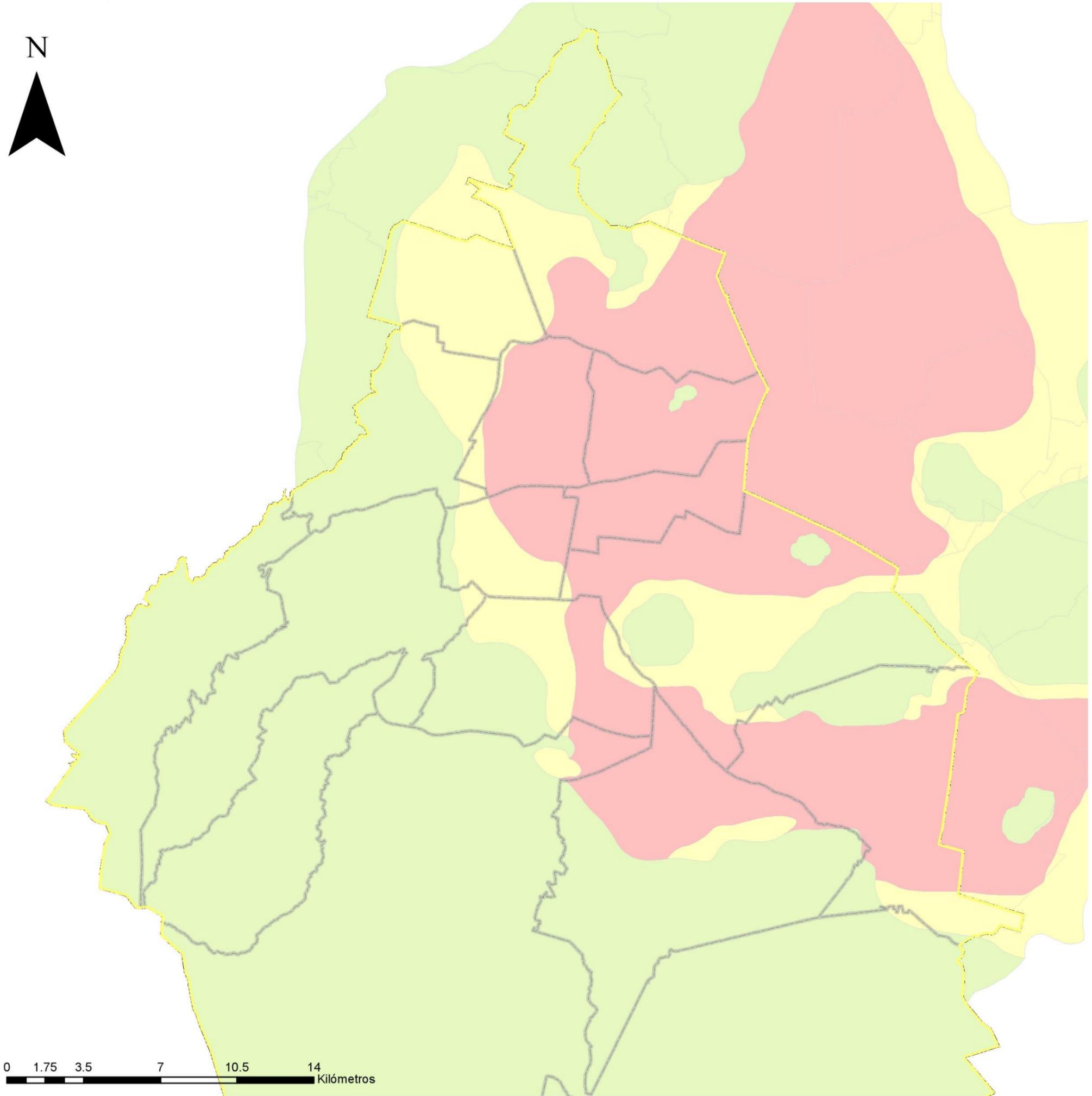
**Simbología:**

- |                      |                  |                               |  |
|----------------------|------------------|-------------------------------|--|
| <b>Límites:</b>      |                  | <b>Vegetación Urbana PAOT</b> |  |
| <b>Clasificación</b> |                  |                               |  |
| Límite estatal CDMX  | Áreas Deportivas | Agrícola                      |  |
| Alcaldías            | Arbolado         | Pastos/Arbustos               |  |
|                      | Vaso regulador   |                               |  |

**Localización:**



Mapa 3.Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

**Ciudad de México - Área Urbana**  
 Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México

Escala: 1:175,000  
 Mapa: 03 de 34

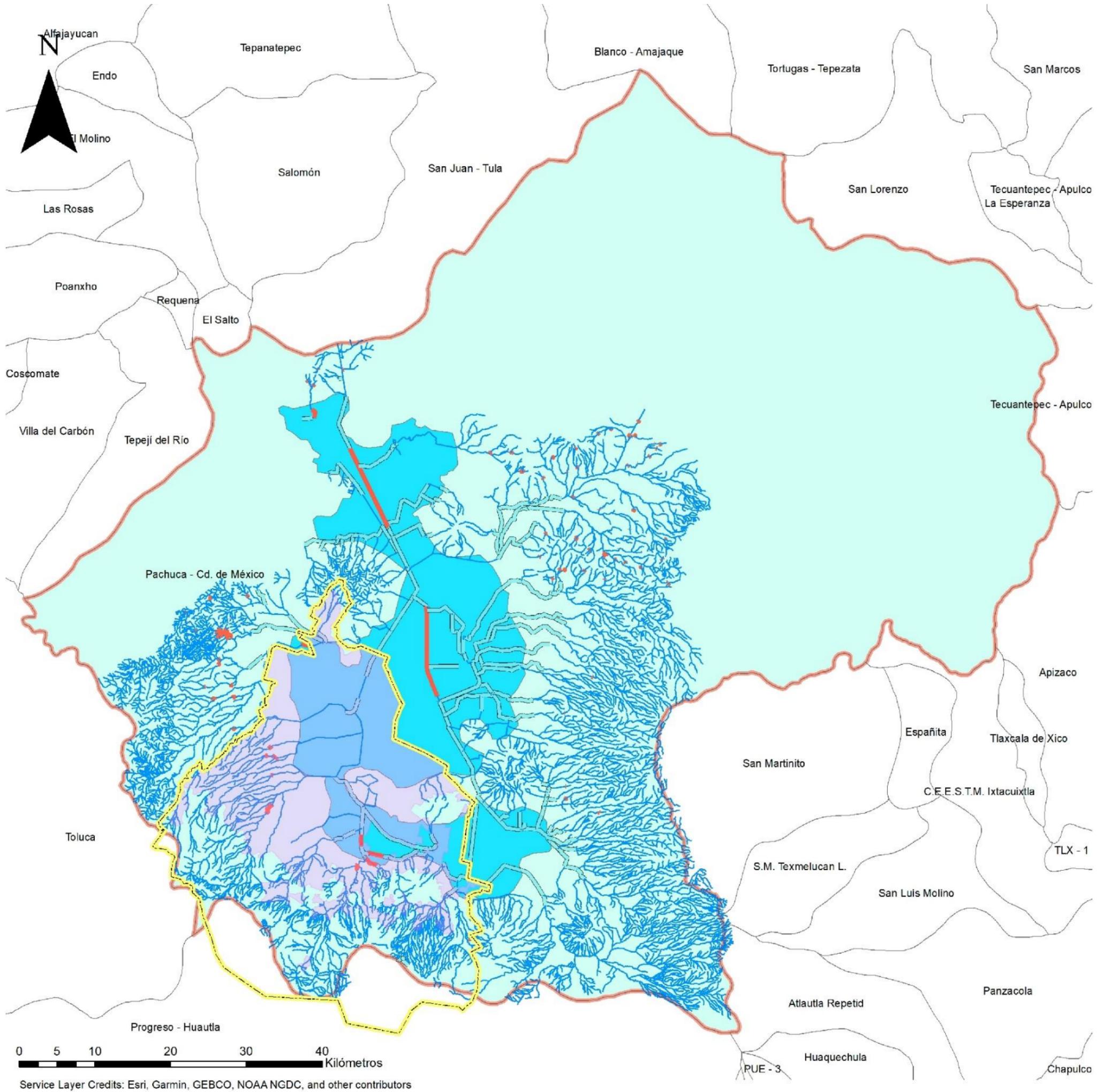
**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>Zonificación Geotécnica</b>
Límite estatal CDMX	<b>INTENSIDAD</b>
Alcaldías	Zona I
	Zona II
	Zona III

**Localización:**



Mapa 4. Localización y detalle de la Cuenca de México. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



**Ciudad de México - Área Urbana**  
Localización y detalle de la Cuenca de México

Escala: 1:175,000  
Mapa: 04 de 34

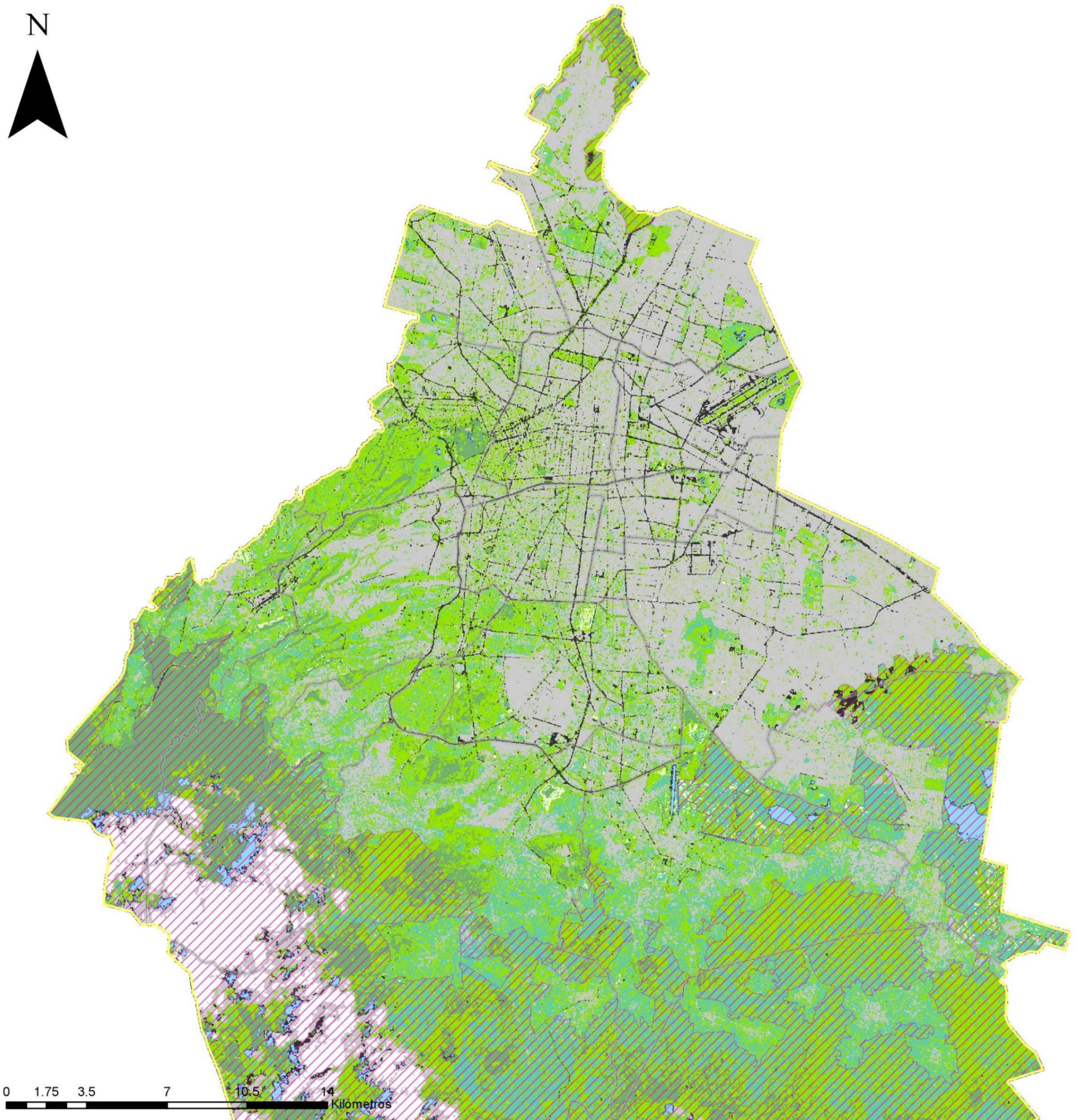
**Simbología:**

- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Límite estatal CDMX               | <b>Cuenca de México</b> |
| Suelo urbano                      | <b>Tipo</b>             |
| Subcuencas                        | CANAL                   |
| Antiguo lago de Texcoco           | CORRIENTE DE AGUA       |
| Subcuenca Pachuca - Cd. de México | LINEA CENTRAL           |

Localización:



Mapa 5. Reclasificación del Suelo Urbano de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - **Án**alisis Urbano Ambiental

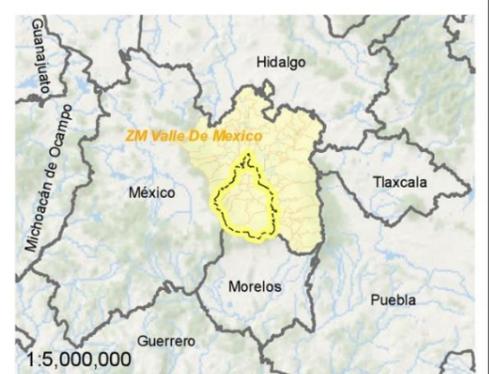
#### Reclasificación del Suelo Urbano de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000  
 Mapa: 05 de 34

**Simbología:**

- Límites:**
- Límite estatal CDMX
  - Alcaldías
- Suelo No Urbano**
- Suelo No Urbano
- Reclasificación Suelo CDMX SHP clasificac**
- A\_Deportiva
  - Agricultura
  - Agua
  - Arbolado
  - Construccion
  - Nubes
  - Pastos\_Arbustos
  - Vialidad

**Localización:**



Mapa 6. Vegetación urbana y áreas verdes completas de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010) y PAOT (2008)



0 1.75 3.5 7 10.5 14 Kilómetros

Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

**Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental**  
**Vegetación Urbana y Áreas verdes completas de la Ciudad de México**

Escala: 1:175,000

Mapa: 06 de 34

**Simbología:**

- Límites:** **Vegetación Urbana Total**
-  Límite estatal CDMX
  -  Vegetación Urbana
  -  Alcaldías

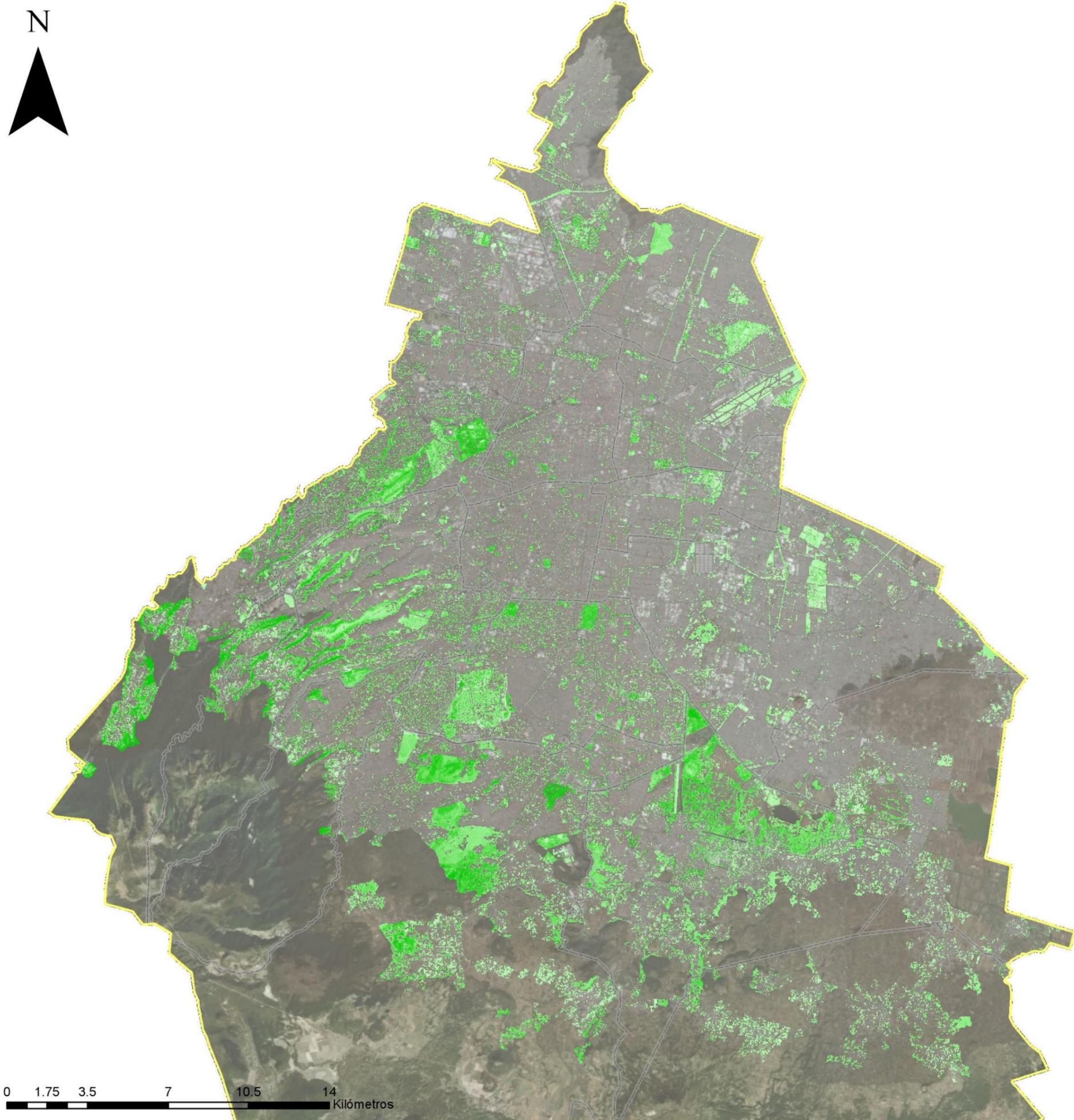
**Localización:**



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 7. Valores de ARVI para la vegetación urbana total de la CDMX. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

**Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental**  
 Valores de ARVI para la vegetación urbana total de la CDMX

Escala: 1:175,000  
 Mapa: 07 de 34

**Simbología:**

**Límites:**

-  Límite estatal CDMX
-  Alcaldías

**ARVI CDMX**

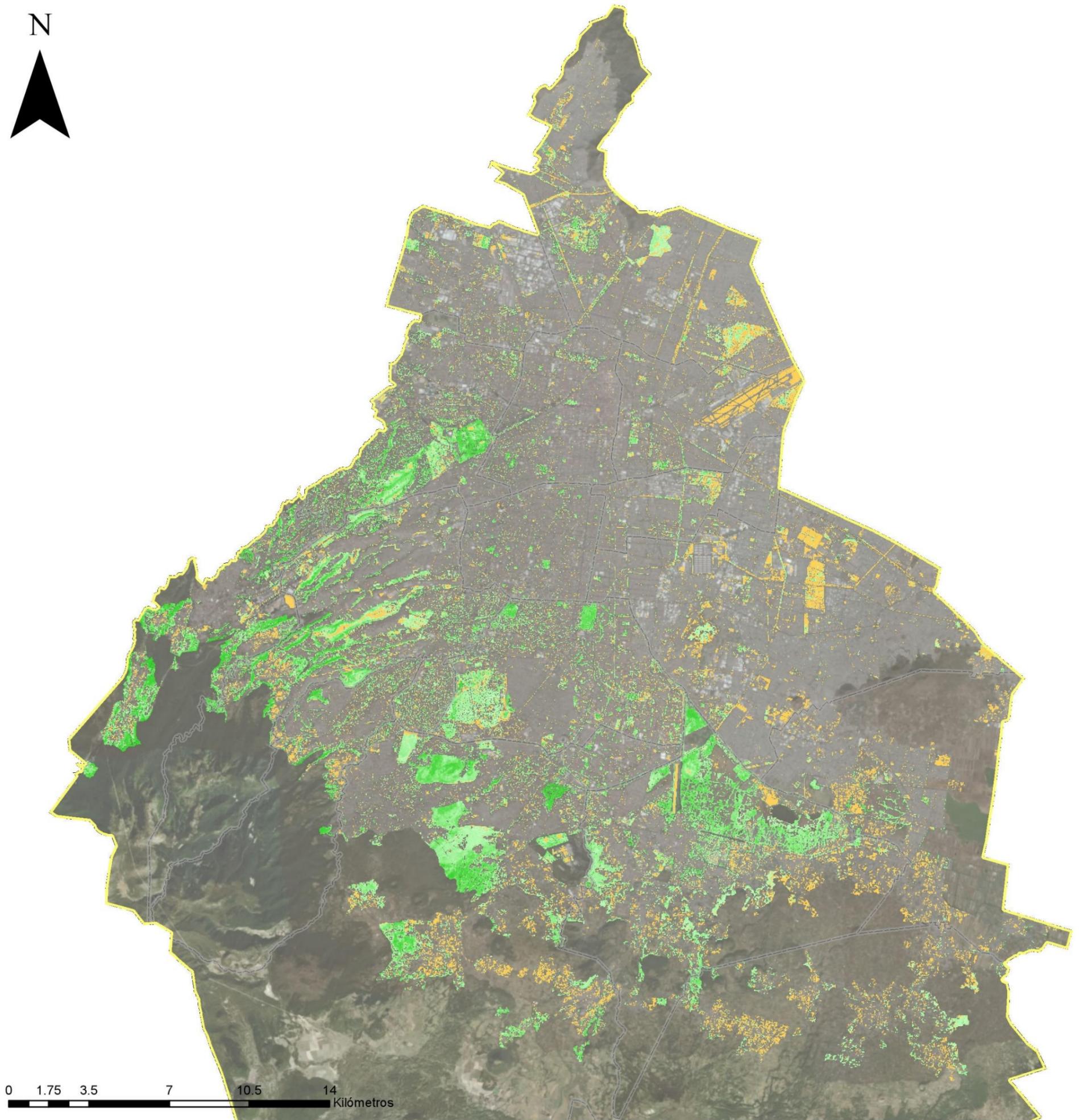
**Value**

-  High : 0.95
-  Low : -0.17

**Localización:**



Mapa 8. Áreas Verdes Urbanas de Potencial Ambiental de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### Áreas Verdes Urbanas de Potencial Ambiental de la Ciudad de México

Escala: 1:175,000

Mapa: 08 de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>		<b>Potencial Ambiental</b>	55
	Límite estatal CDMX	<b>Rangos ARVI</b>	60
	Alcaldías		65
			70
			75
			80
			85
			90 (+)
			0 Sin Aptitud
			25 (-)
			30
			35
			40
			45
			50

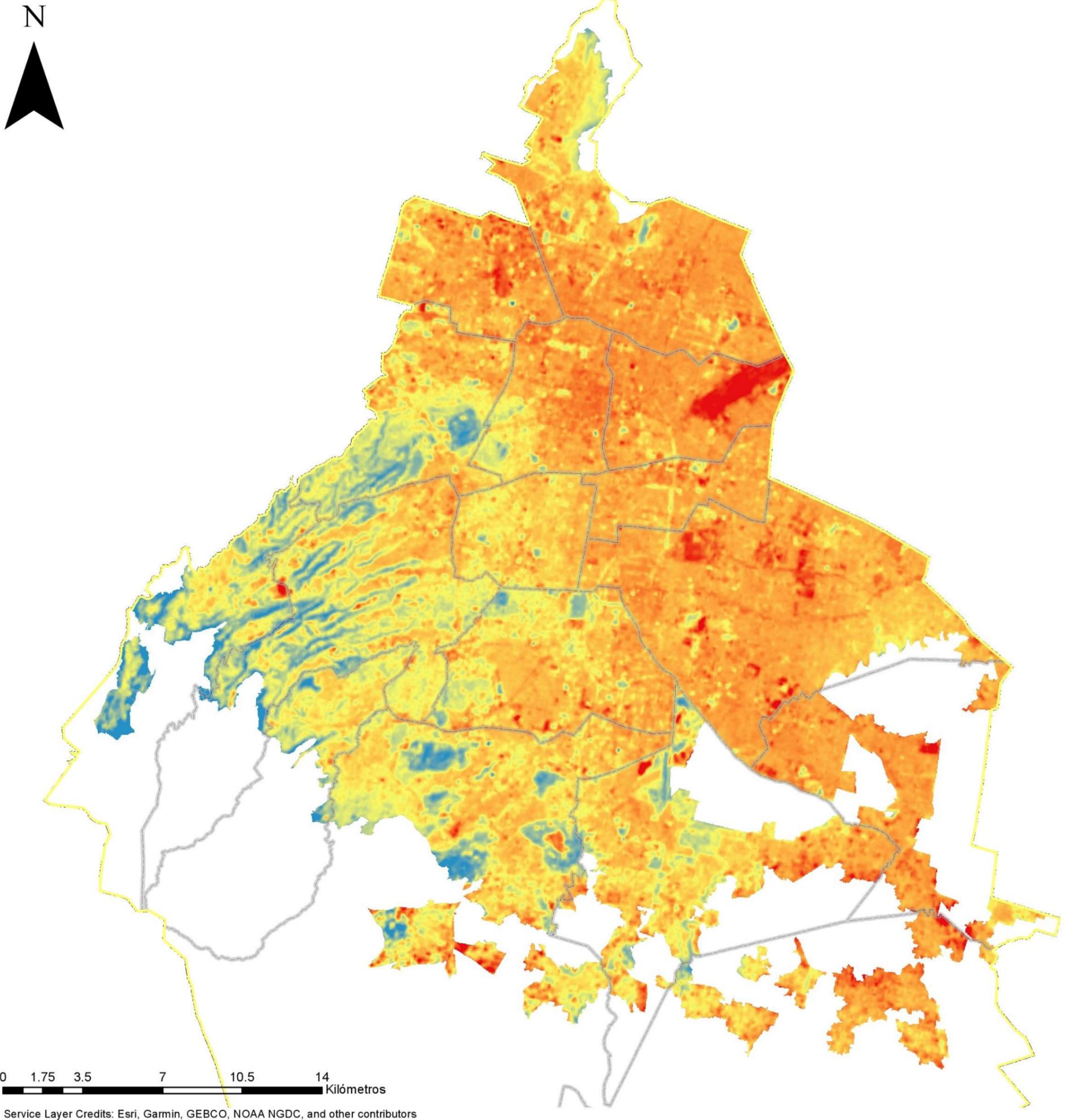
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 9. Valores de LST para el suelo urbano de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

**Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental**  
 Valores de LST para el suelo urbano de la Ciudad de México

Escala: 1:175,000  
 Mapa: 09 de 34

**Simbología:**

**Límites:**

- Límite estatal CDMX
- Alcaldías

**LST Urbano CDMX**

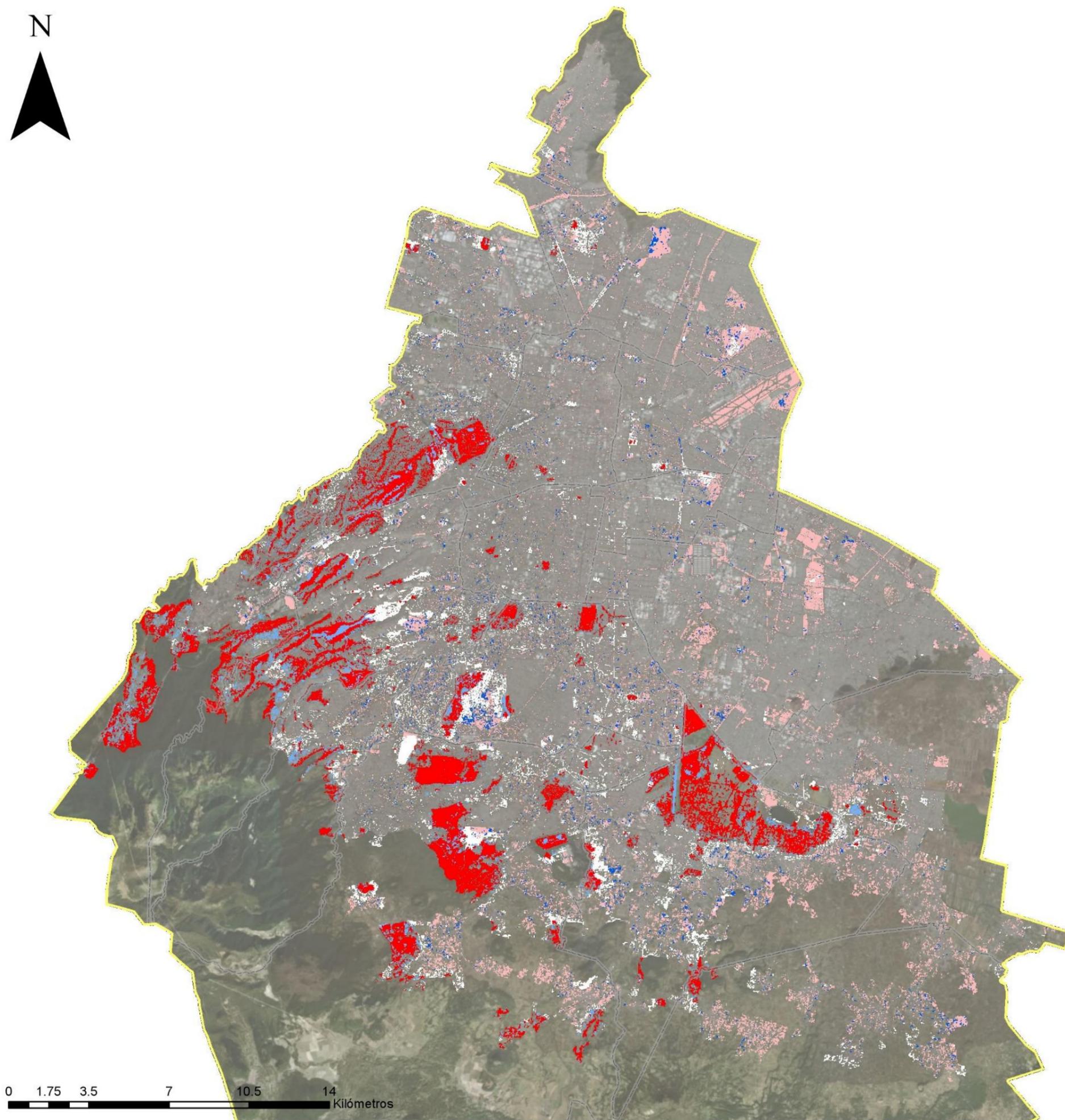
**Value**

- High : 43.6717
- Low : 11.1027

**Localización:**



Mapa 10. Clúster y aislamiento de parches de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

#### Clúster y aislamiento de parches de la Ciudad de México

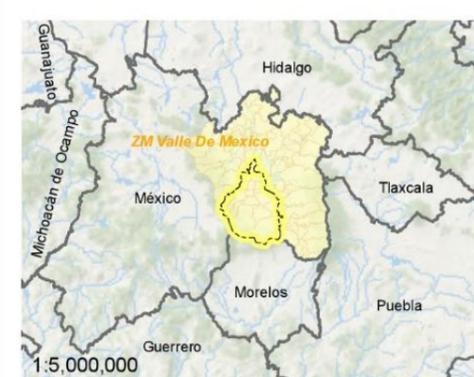
Escala: 1:175,000

Mapa: 10 de 34

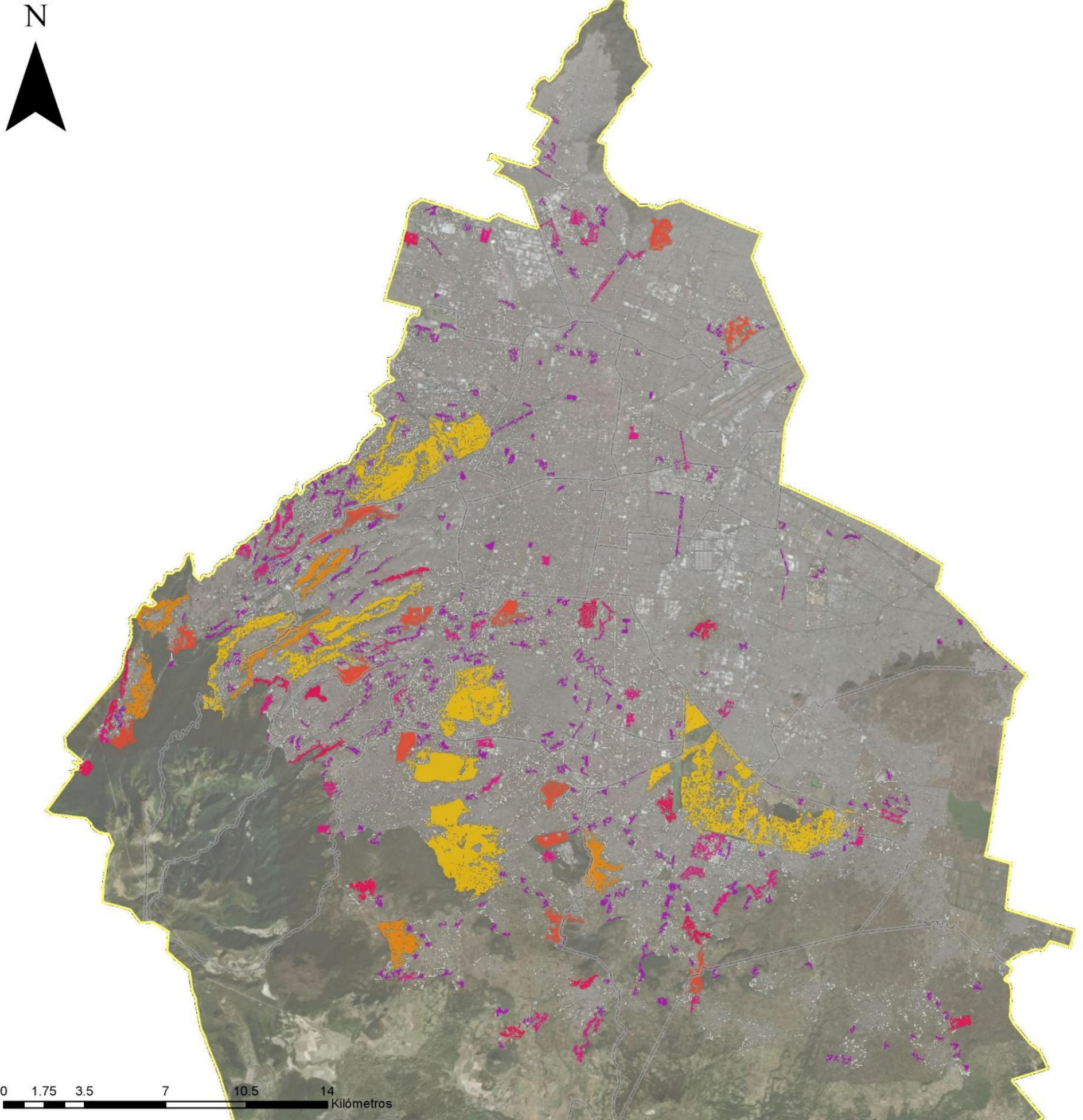
**Simbología:**

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| <b>Límites:</b>     | <b>COType IDW 728</b> |
| Limite estatal CDMX | Not Significant       |
| Alcaldías           | High-High Cluster     |
|                     | High-Low Cluster      |
|                     | Low-High Cluster      |
|                     | Low-Low Cluster       |

**Localización:**



Mapa 11. Capacidad de parches de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### Capacidad de parches de la Ciudad de México

Escala: 1:175,000

Mapa: 11 de 34

#### Simbología:

##### Límites:

-  Límite estatal CDMX
-  Alcaldías

##### Parches

##### NivelCapac

-  0 (-)
-  1
-  2
-  3
-  4
-  5
-  6 (+)

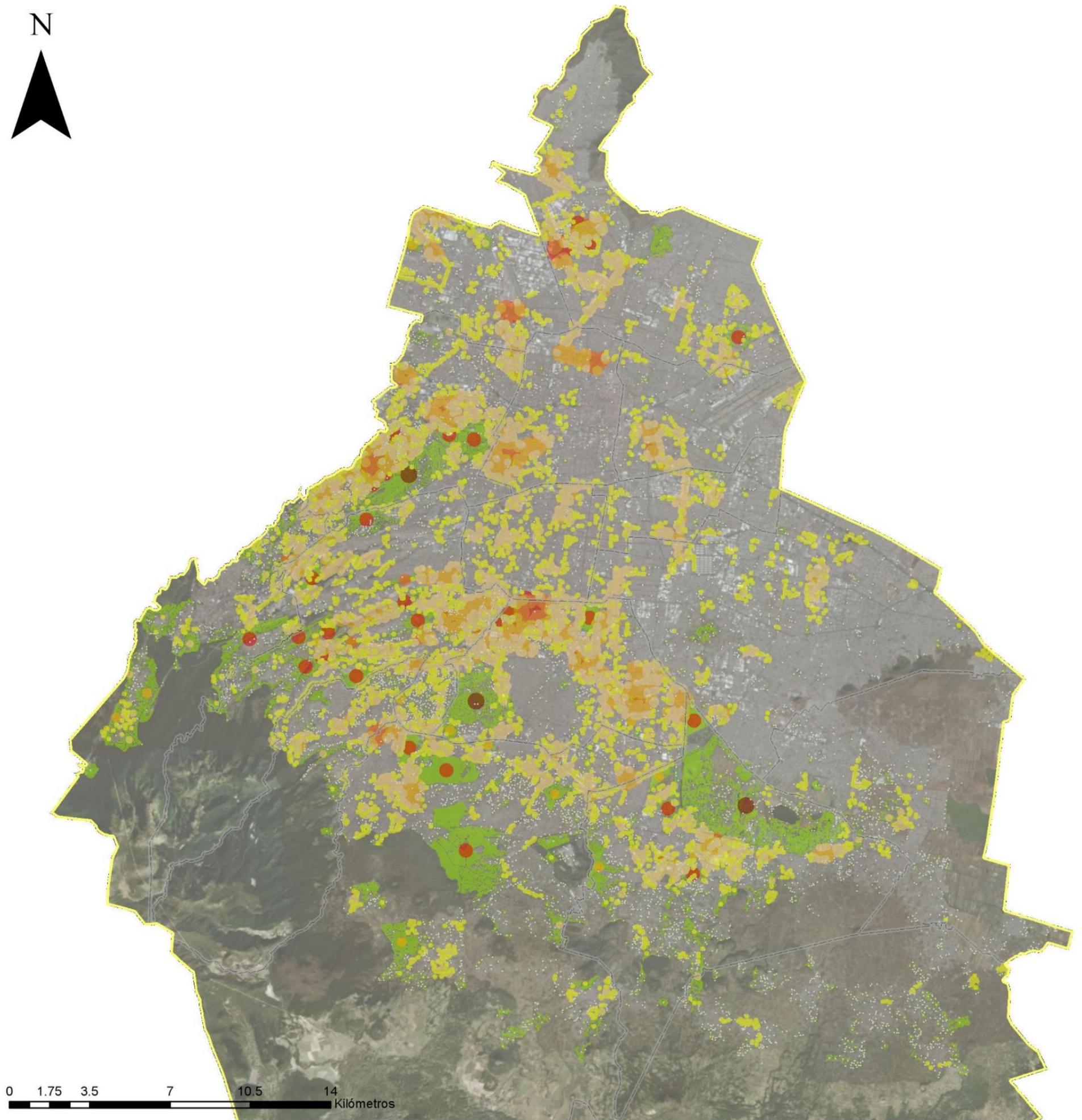
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 12.(12a, 12b, 12c y 12d) "Node Degree" de áreas verdes urbanas. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

"Node Degree" de áreas verdes urbanas a 500 metros.

Escala: 1:175,000

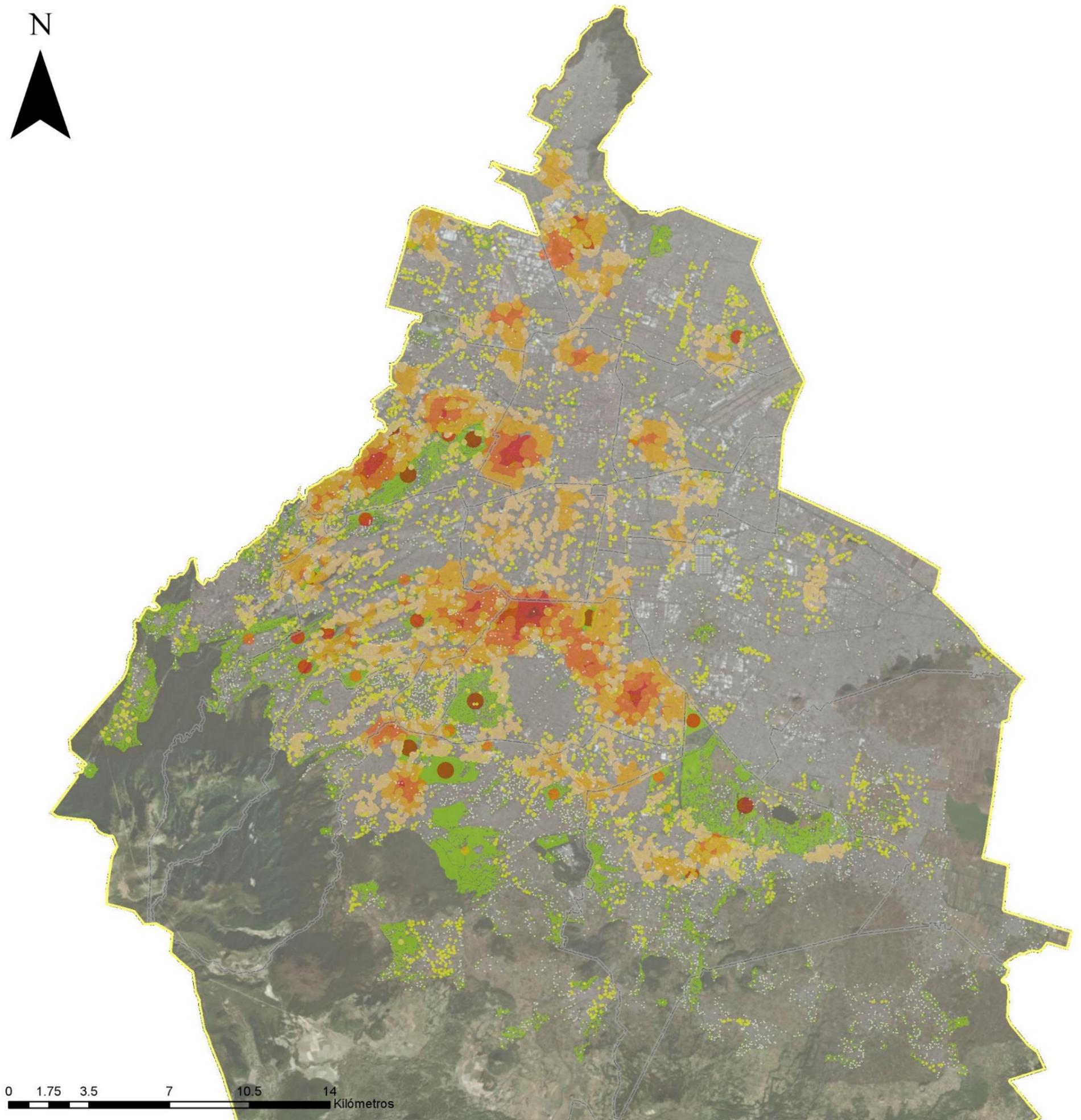
Mapa: 12a de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>500_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>Dg_500</b>	Parches
Alcaldías	0.00 - 6.00	
	6.01 - 15.00	
	15.01 - 25.00	
	25.01 - 36.00	
	36.01 - 51.00	
	51.01 - 120.00	
	120.01 - 219.00	

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental** "Node Degree" de áreas verdes urbanas a 1000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 12b de 34

**Simbología:**

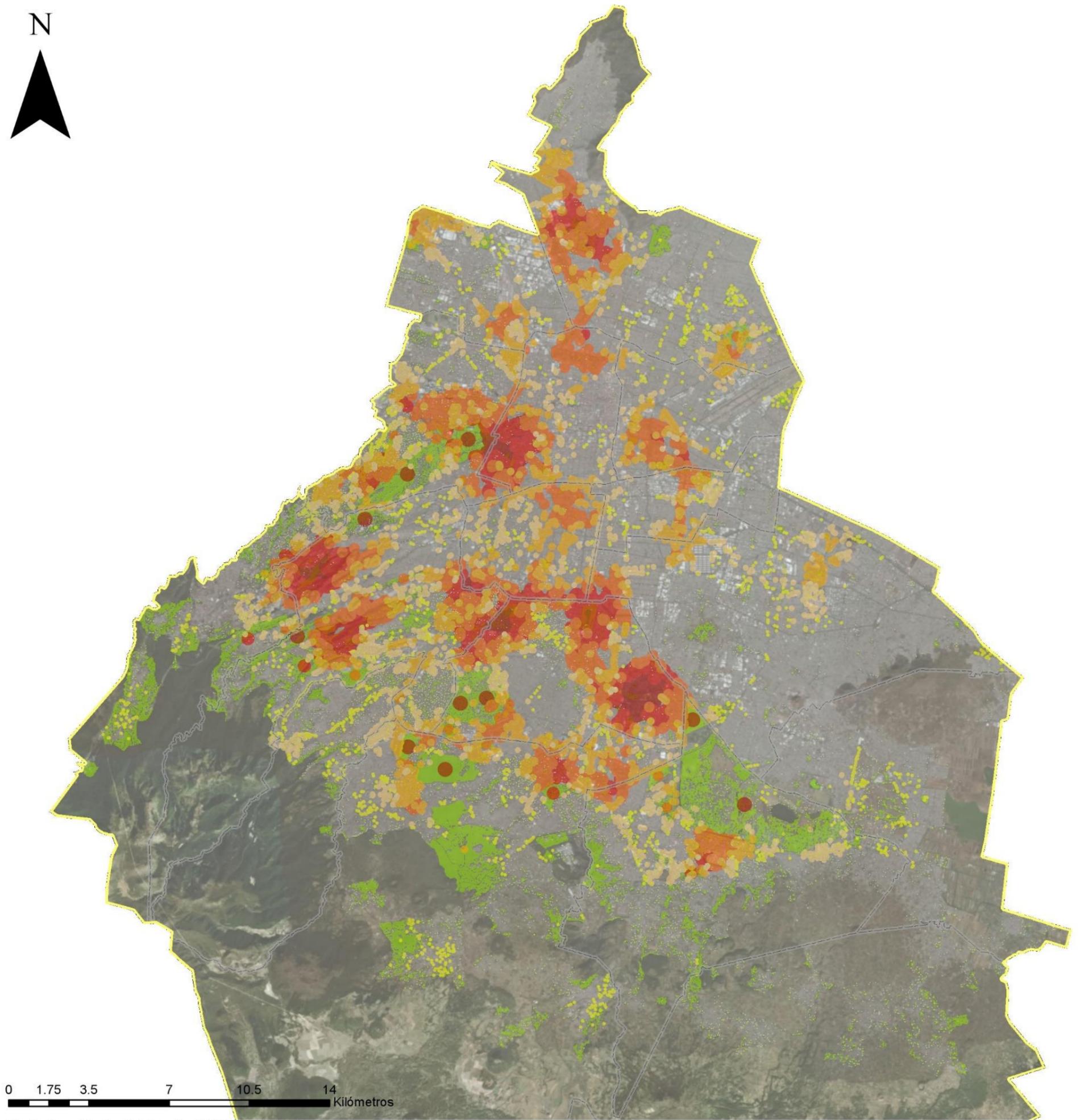
<b>Límites:</b>	<b>1000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Limite estatal CDMX	<b>Dg_1000</b>	Parches
Alcaldías	0 - 13	
	14 - 35	
	36 - 56	
	57 - 79	
	80 - 107	
	108 - 149	
	150 - 392	

**Localización:**



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

"Node Degree" de áreas verdes urbanas a 2000 metros.

Escala: 1:175,000

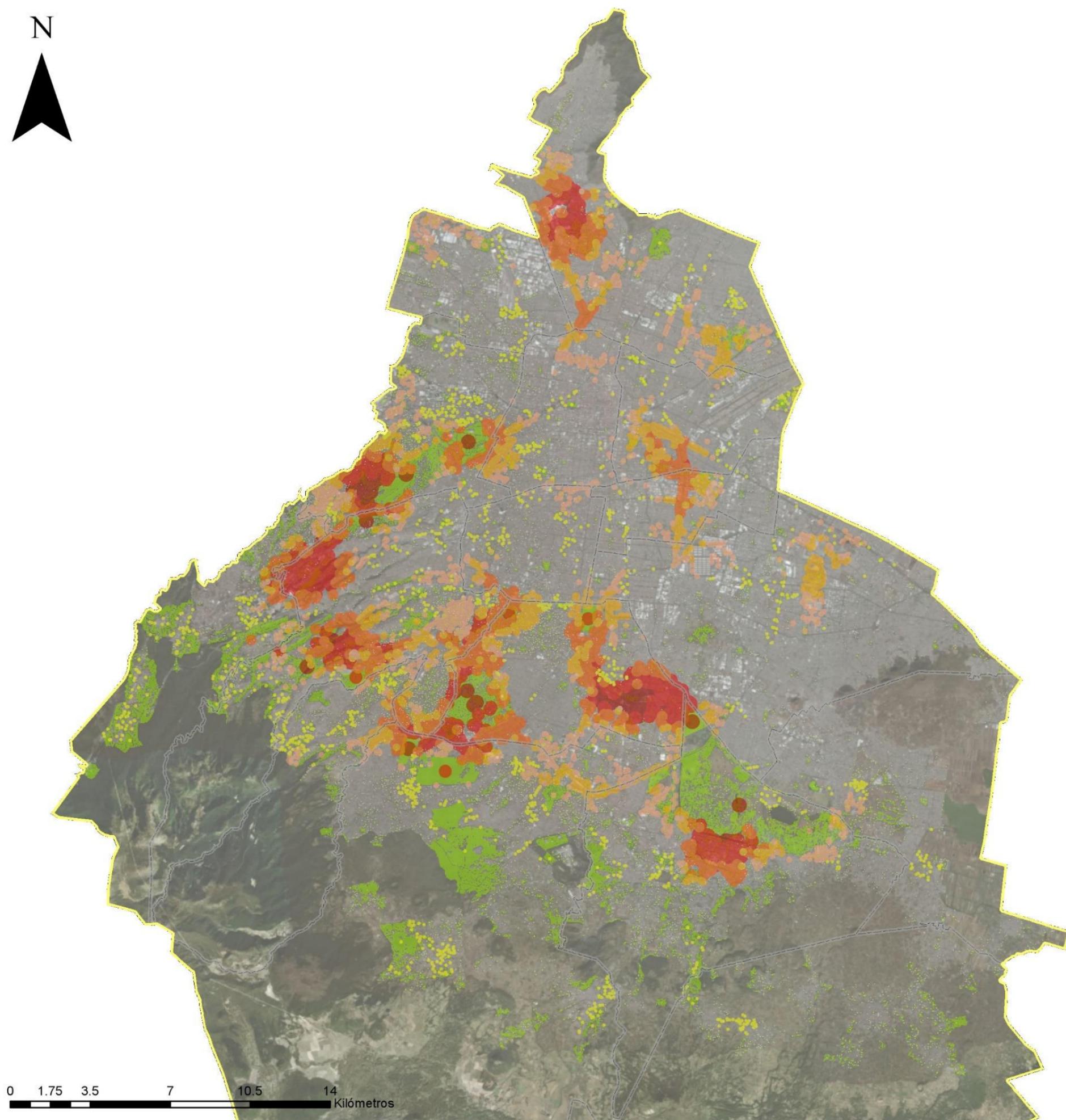
Mapa: 12c de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>2000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>Dg_2000_</b>	Parches
Alcaldías	0 - 18	
	19 - 51	
	52 - 84	
	85 - 116	
	117 - 151	
	152 - 197	
	198 - 516	

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### "Node Degree" de áreas verdes urbanas a 3000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 12d de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>	<b>3000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>Dg_3000_</b>	Parches
Alcaldías	0 - 20	
	21 - 57	
	58 - 93	
	94 - 128	
	129 - 164	
	165 - 201	
	202 - 548	

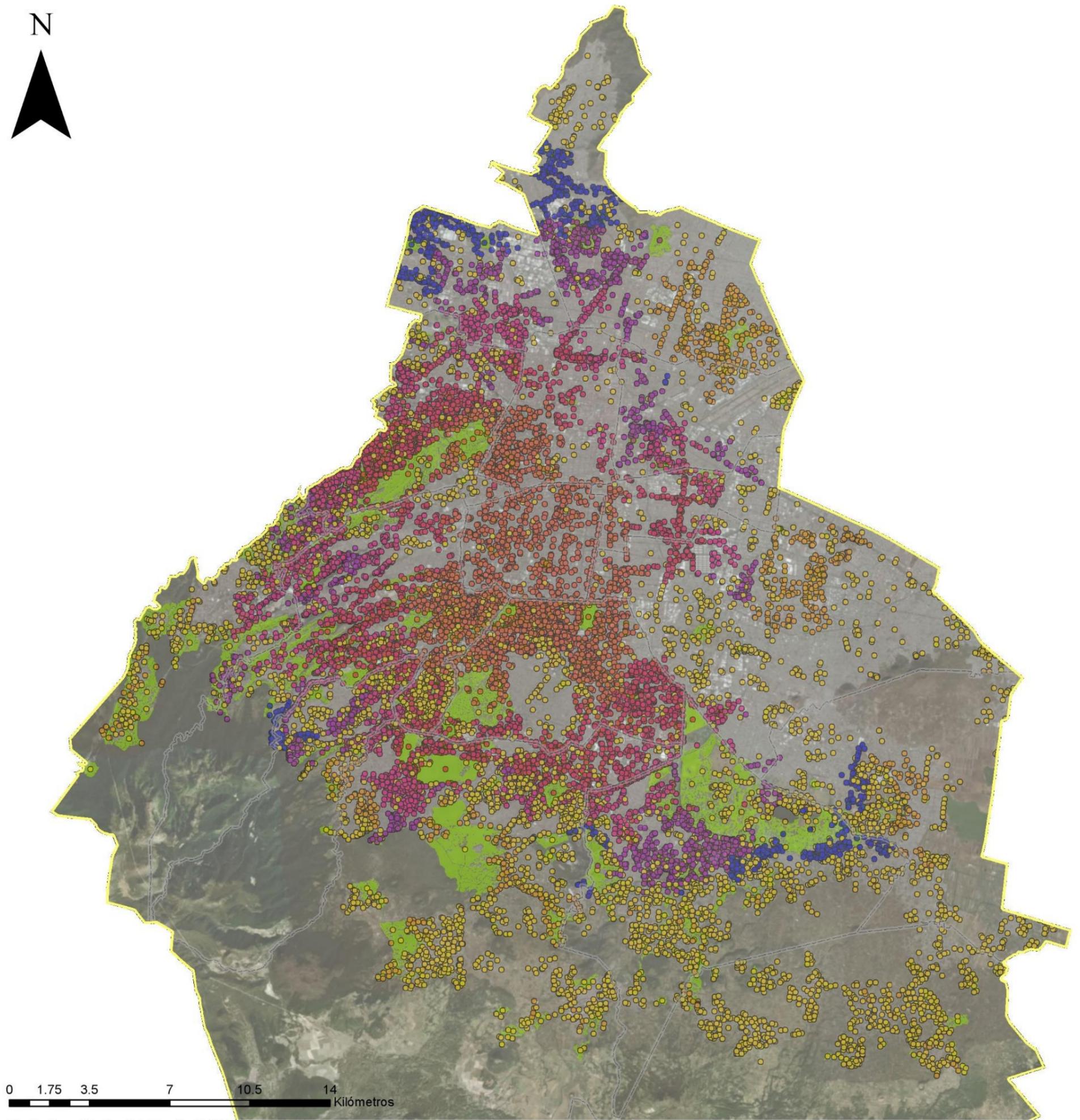
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 13. (13a, 13b, 13c y 13d) "Closseness Centrality" de áreas verdes urbanas Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

"Closseness Centrality" de áreas verdes urbanas a 500 metros.

Escala: 1:175,000

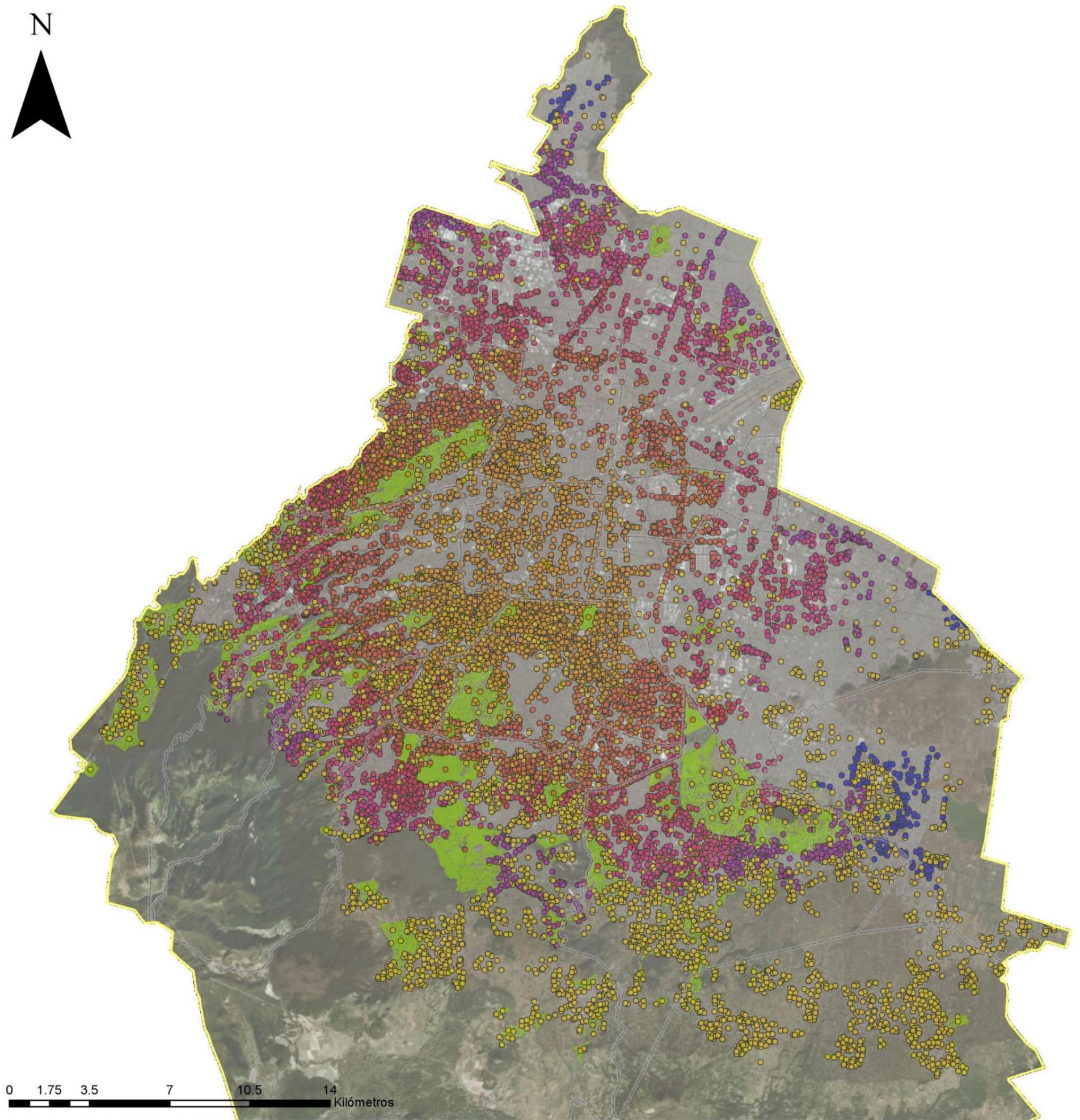
Mapa: 13a de 34

**Simbología:**

<b>Limites:</b>	<b>500_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Limite estatal CDMX	<b>CCe_500</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li> 0.00 - 1408.58</li> <li> 1408.59 - 6392.01</li> <li> 6392.02 - 14000.50</li> <li> 14000.51 - 16744.53</li> <li> 16744.54 - 19424.78</li> <li> 19424.79 - 22758.32</li> <li> 22758.33 - 29969.29</li> </ul>	

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - **Án**álisis Urbano Ambiental "Closseness Centrality" de áreas verdes urbanas a 1000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 13b de 34

### Simbología:

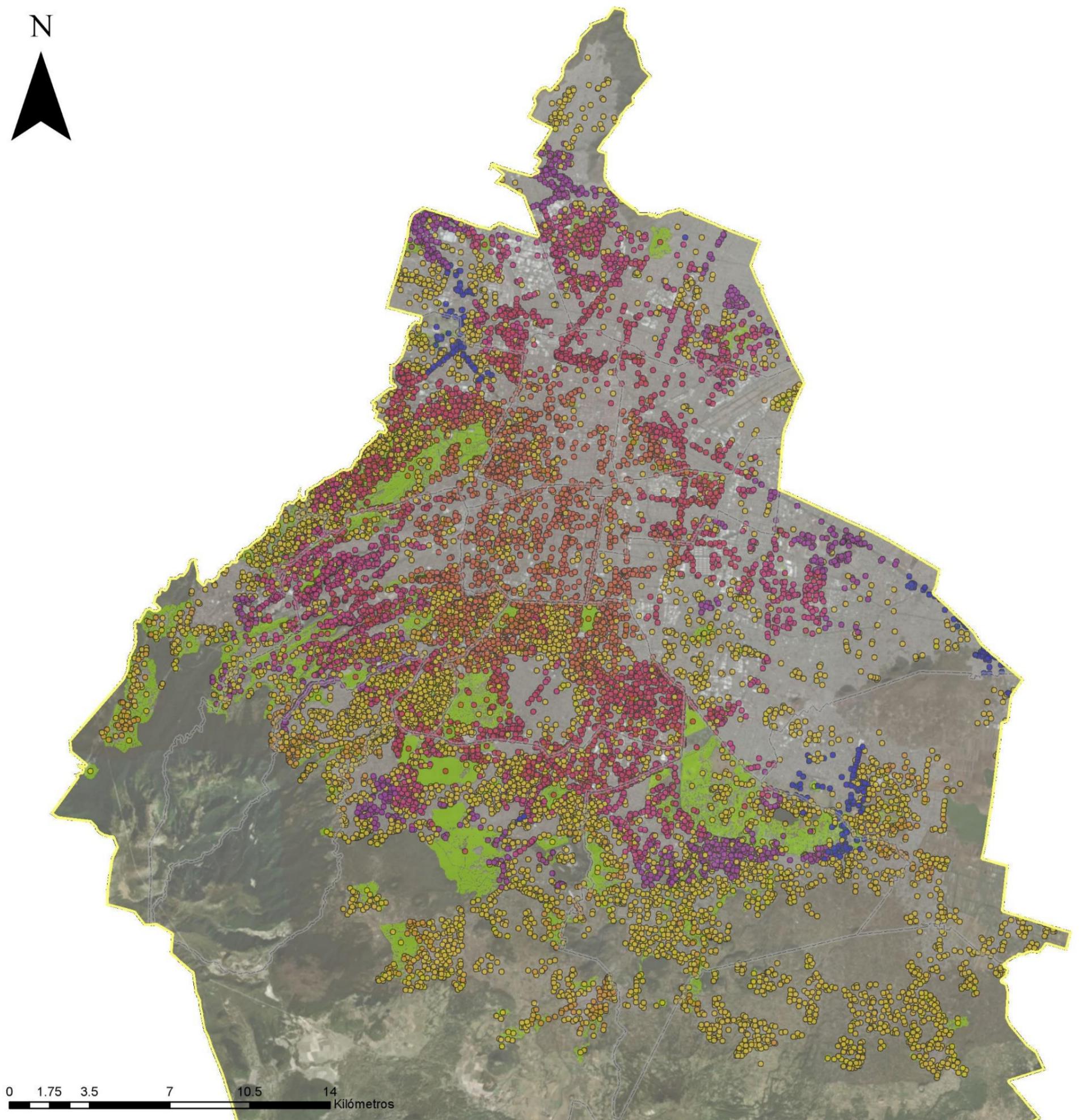
<b>Límites:</b>	<b>1000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>CCe_1000</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li> 0.00 - 4128.60</li> <li> 4128.61 - 13080.49</li> <li> 13080.50 - 15381.61</li> <li> 15381.62 - 17771.24</li> <li> 17771.25 - 20726.89</li> <li> 20726.90 - 25648.59</li> <li> 25648.60 - 34140.33</li> </ul>	

### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental** "Clossenness Centrality" de áreas verdes urbanas a 2000 metros.

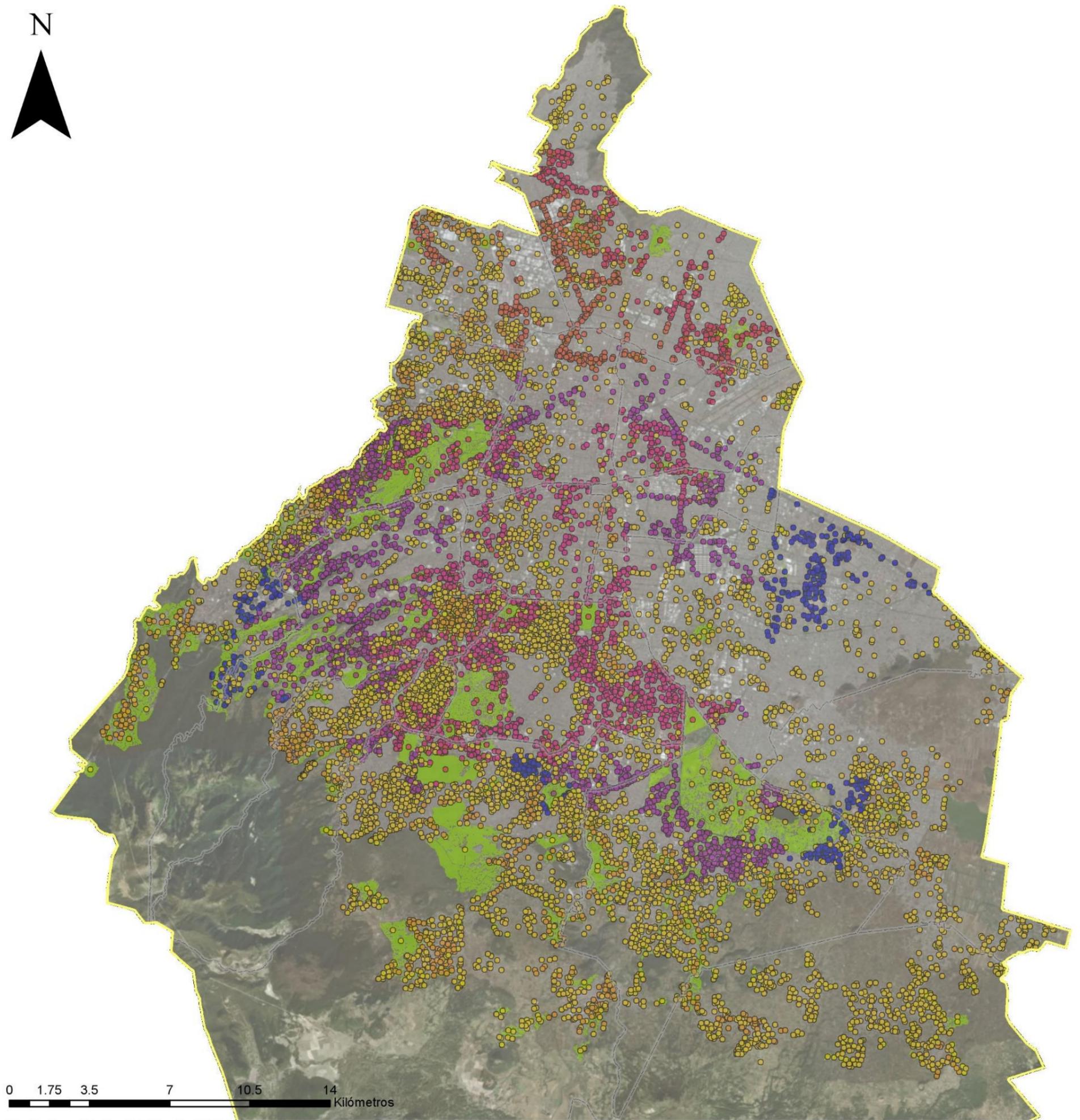
Escala: 1:175,000  
Mapa: 13c de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>2000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>CCe_2000</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li> 0.00 - 1085.91</li> <li> 1085.92 - 4978.79</li> <li> 4978.80 - 14667.74</li> <li> 14667.75 - 17642.93</li> <li> 17642.94 - 20972.36</li> <li> 20972.37 - 26032.72</li> <li> 26032.73 - 34140.38</li> </ul>	

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental** "Closseness Centrality" de áreas verdes urbanas a 3000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 13d de 34

### Simbología:

<b>Límites:</b>	<b>3000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>CCe_3000</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li> 0.00 - 867.41</li> <li> 867.42 - 4171.98</li> <li> 4171.99 - 8255.14</li> <li> 8255.15 - 13450.11</li> <li> 13450.12 - 19992.52</li> <li> 19992.53 - 25662.84</li> <li> 25662.85 - 36231.81</li> </ul>	

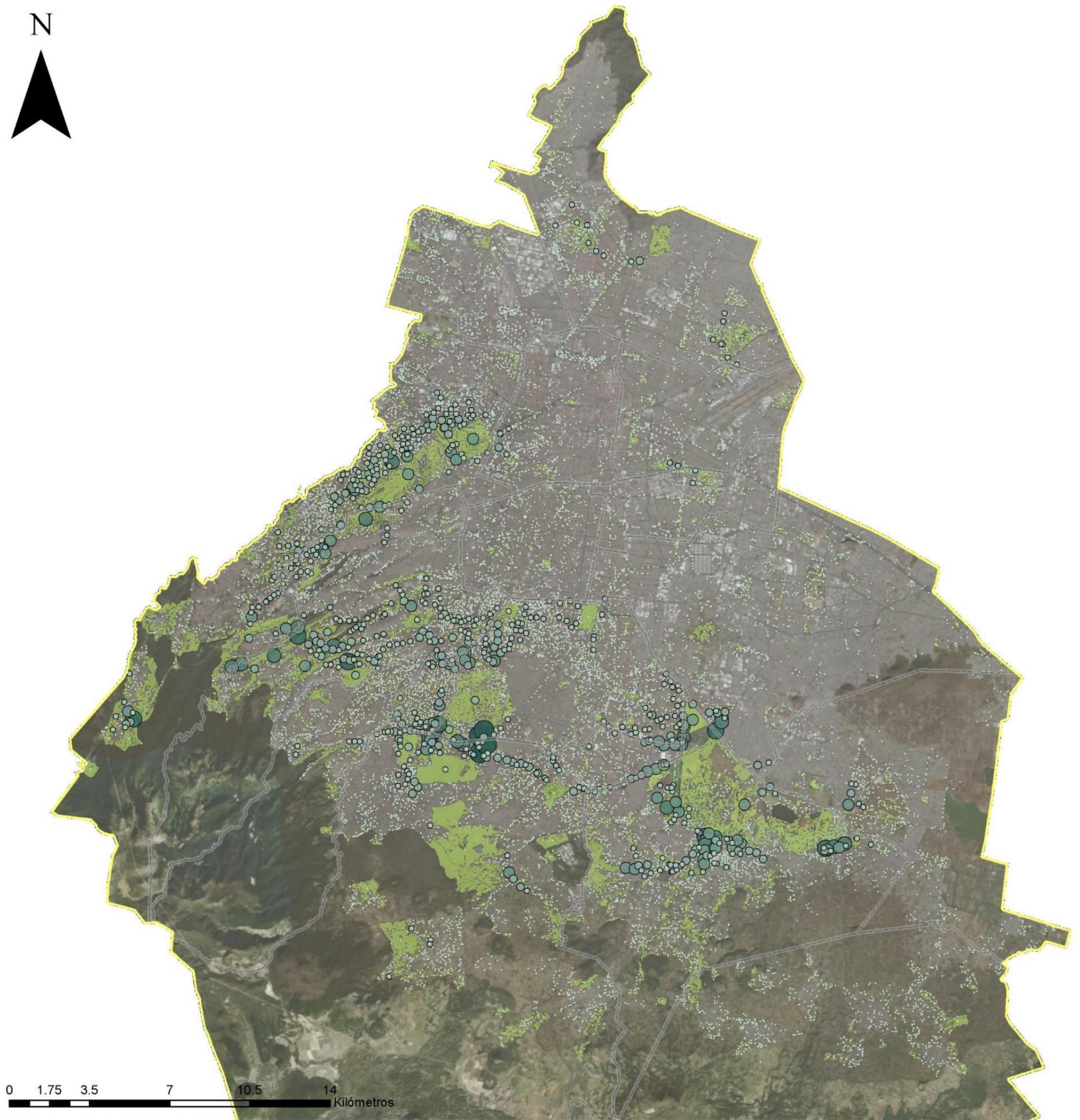
### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 14 (14a , 14b, 14c y 14d). "Betweenness Centrality" de áreas verdes urbanas. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

"Betweenness Centrality" de áreas verdes urbanas a 500 metros.

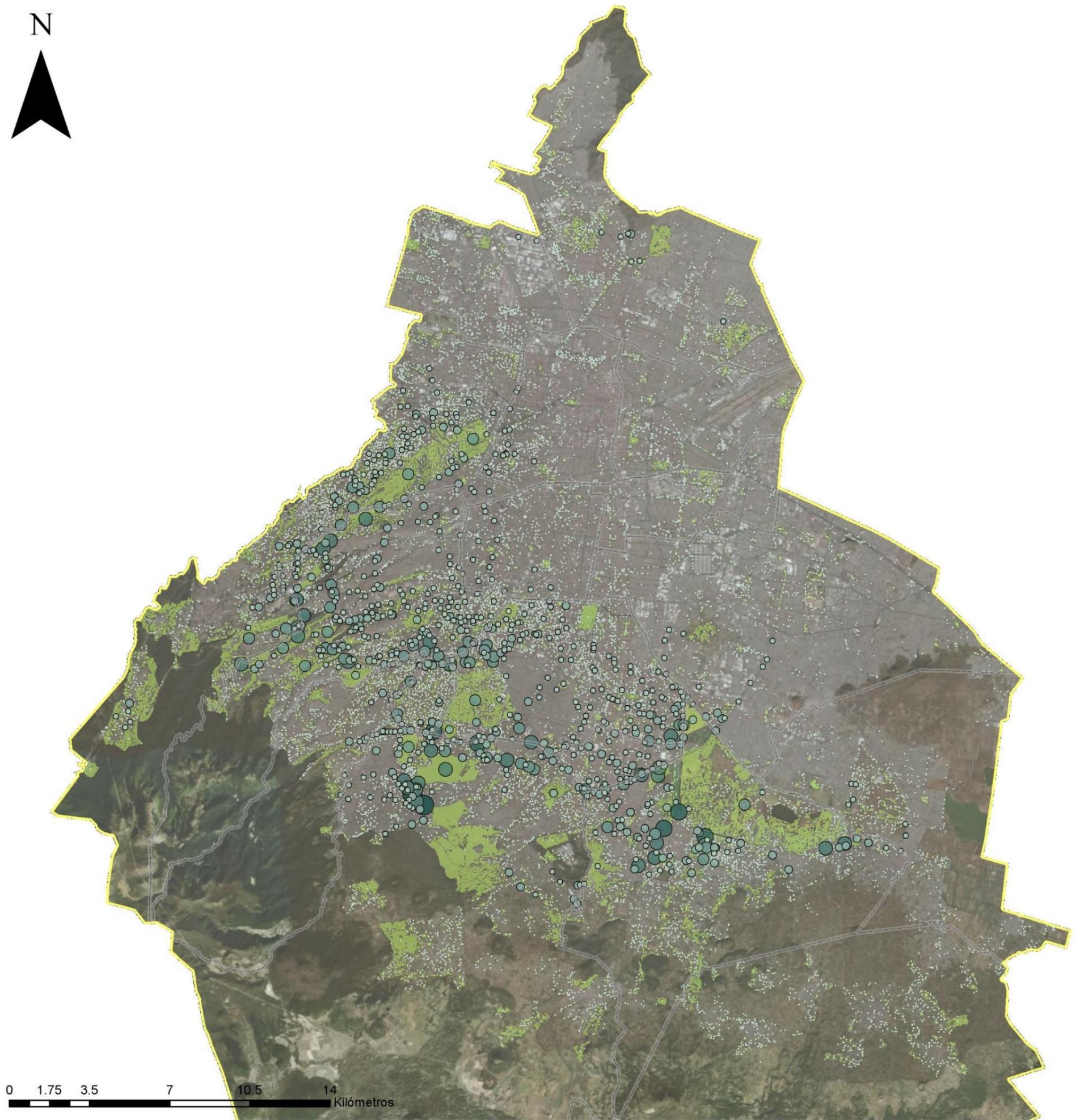
Escala: 1:175,000  
Mapa: 14a de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>500_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>BC_d500_</b>	Parches
Alcaldías	0.00 - 6,247,008,655.74	
	○ 6,247,008,655.75 - 25,697,001,297.73	
	○ 25,697,001,297.74 - 64,481,689,915.85	
	○ 64,481,689,915.86 - 141,582,971,708.33	
	○ 141,582,971,708.34 - 297,117,662,433.83	
	○ 297,117,662,433.84 - 570,679,115,597.21	
	○ 570,679,115,597.22 - 1,074,143,799,437.22	

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental** "Betweenness Centrality" de áreas verdes urbanas a 1000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 14b de 34

### Simbología:

#### Límites:

- Límite estatal CDMX
- Alcaldías

#### 1000\_Nodes

#### BC\_d1000

- 0.00 - 23,026,537,965.14
- 23,026,537,965.15 - 88,293,201,486.34
- 88,293,201,486.35 - 221,261,397,175.96
- 221,261,397,175.97 - 444,974,925,392.35
- 444,974,925,392.36 - 863,489,058,748.93
- 863,489,058,748.94 - 2,848,231,431,939.23
- 2,848,231,431,939.23 - 5,671,054,314,428.29

#### Parches Vegetación

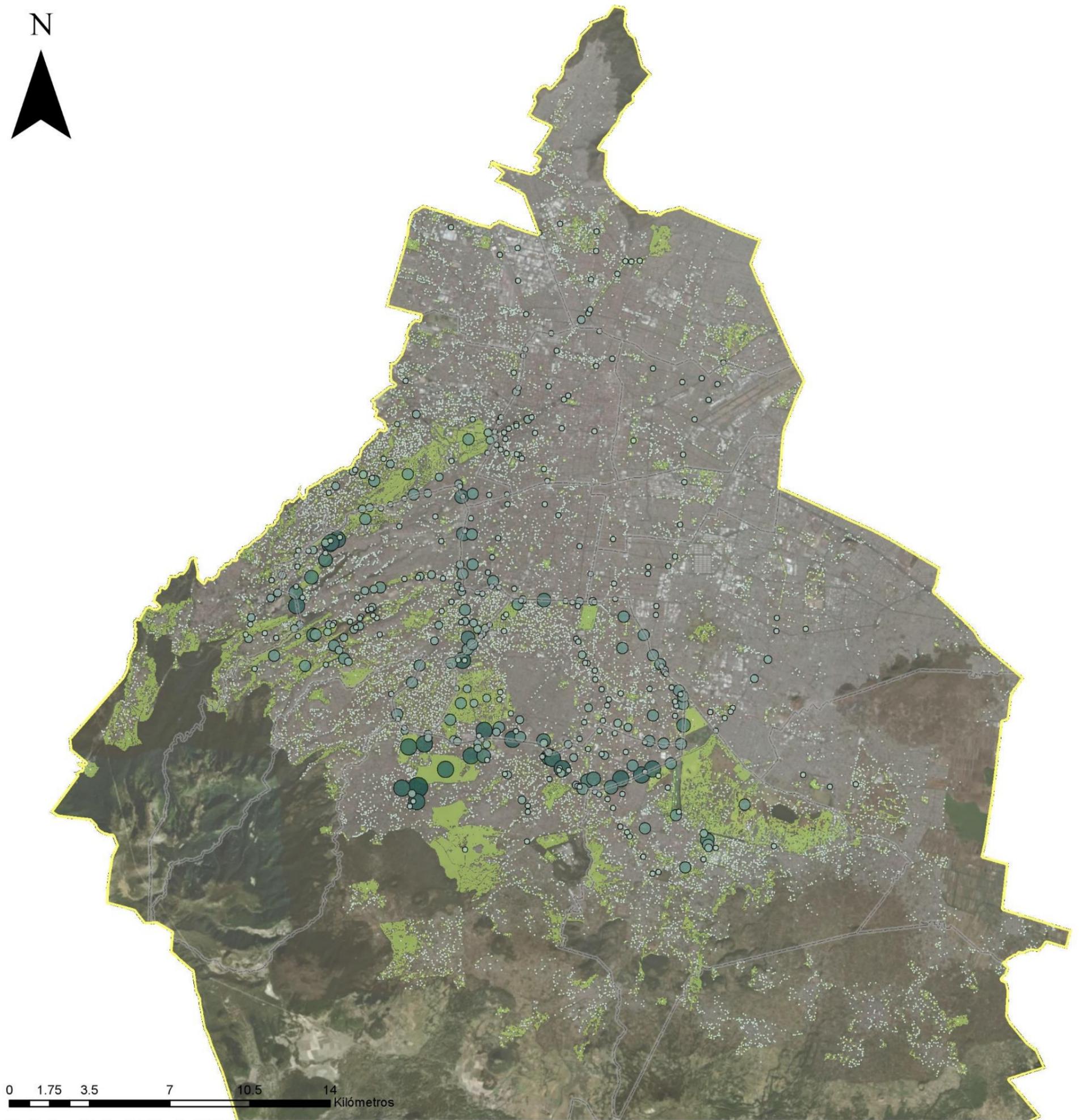
- Parches

### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### "Betweenness Centrality" de áreas verdes urbanas a 2000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 14c de 34

#### Simbología:

##### Límites:

- Límite estatal CDMX
- Alcaldías

##### 2000\_Nodes

##### BC\_d2000

- 0.00 - 74,656,414,565.87
- 74,656,414,565.88 - 269,511,365,344.12
- 269,511,365,344.13 - 563,947,474,785.91
- 563,947,474,785.92 - 993,955,128,439.25
- 993,955,128,439.26 - 1,786,347,852,548.89
- 1,786,347,852,548.90 - 4,115,339,169,720.89
- 4,115,339,169,720.90 - 11,023,450,096,573.46

##### Parches Vegetación

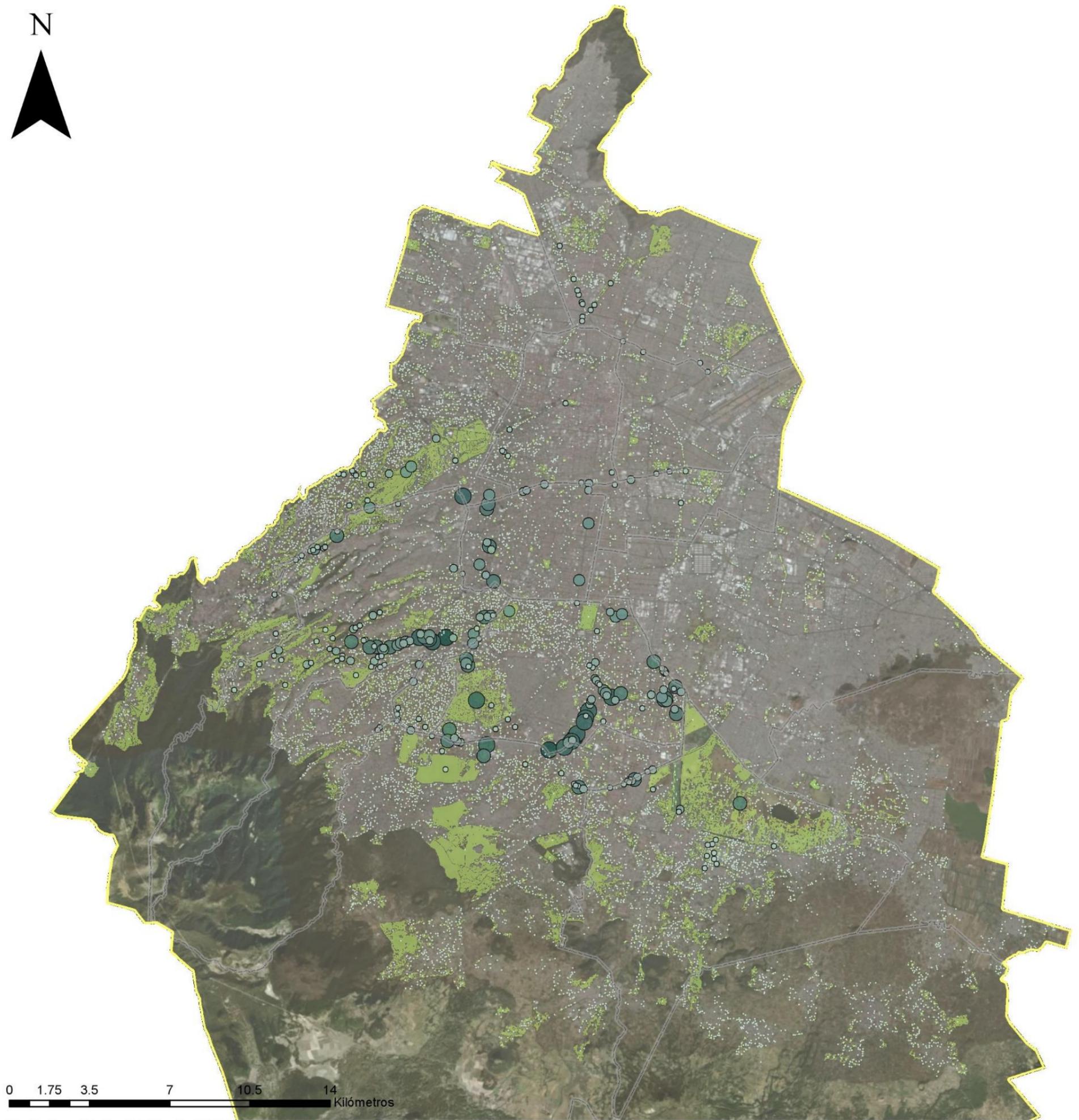
- Parches

#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental** "Betweenness Centrality" de áreas verdes urbanas a 3000 metros.

Escala: 1:175,000  
Mapa: 14d de 34

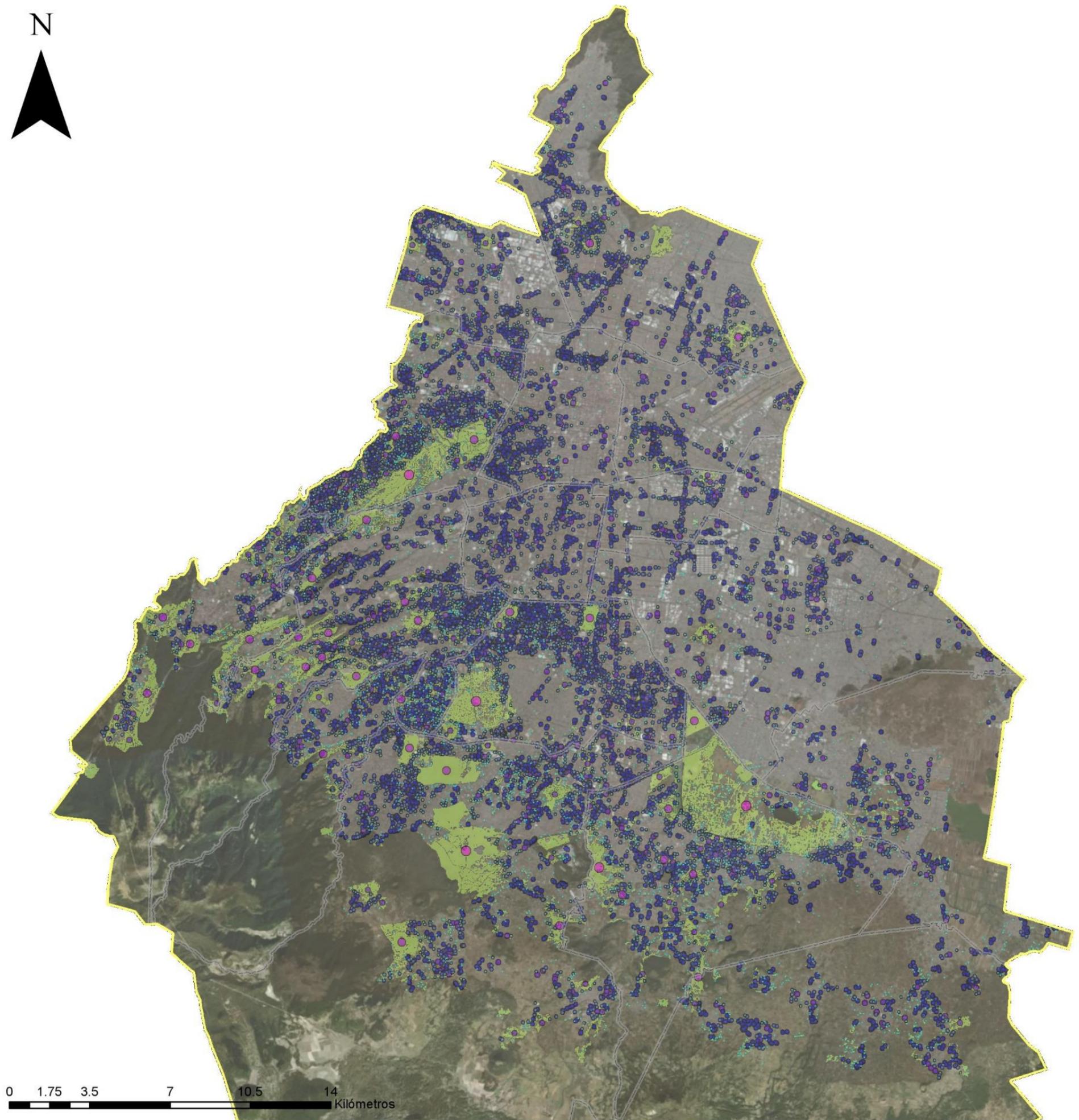
### Simbología:

<b>Límites:</b>	<b>3000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>BC_d3000</b>	Parches
Alcaldías	0.00 - 90,741,669,174.89	
	○ 90,741,669,174.90 - 379,881,479,165.67	
	○ 379,881,479,165.68 - 859,543,652,240.02	
	○ 859,543,652,240.03 - 1,613,377,250,314.28	
	○ 1,613,377,250,314.29 - 2,946,125,693,913.50	
	○ 2,946,125,693,913.51 - 5,115,104,027,461.88	
	○ 5,115,104,027,461.89 - 7,809,760,132,673.68	

### Localización:



Mapa 15 (15a , 15b, 15c y 15d). "Connectivity Correlation" de áreas verdes urbanas. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

"Connectivity Correlation" de áreas verdes urbanas a 500 metros.

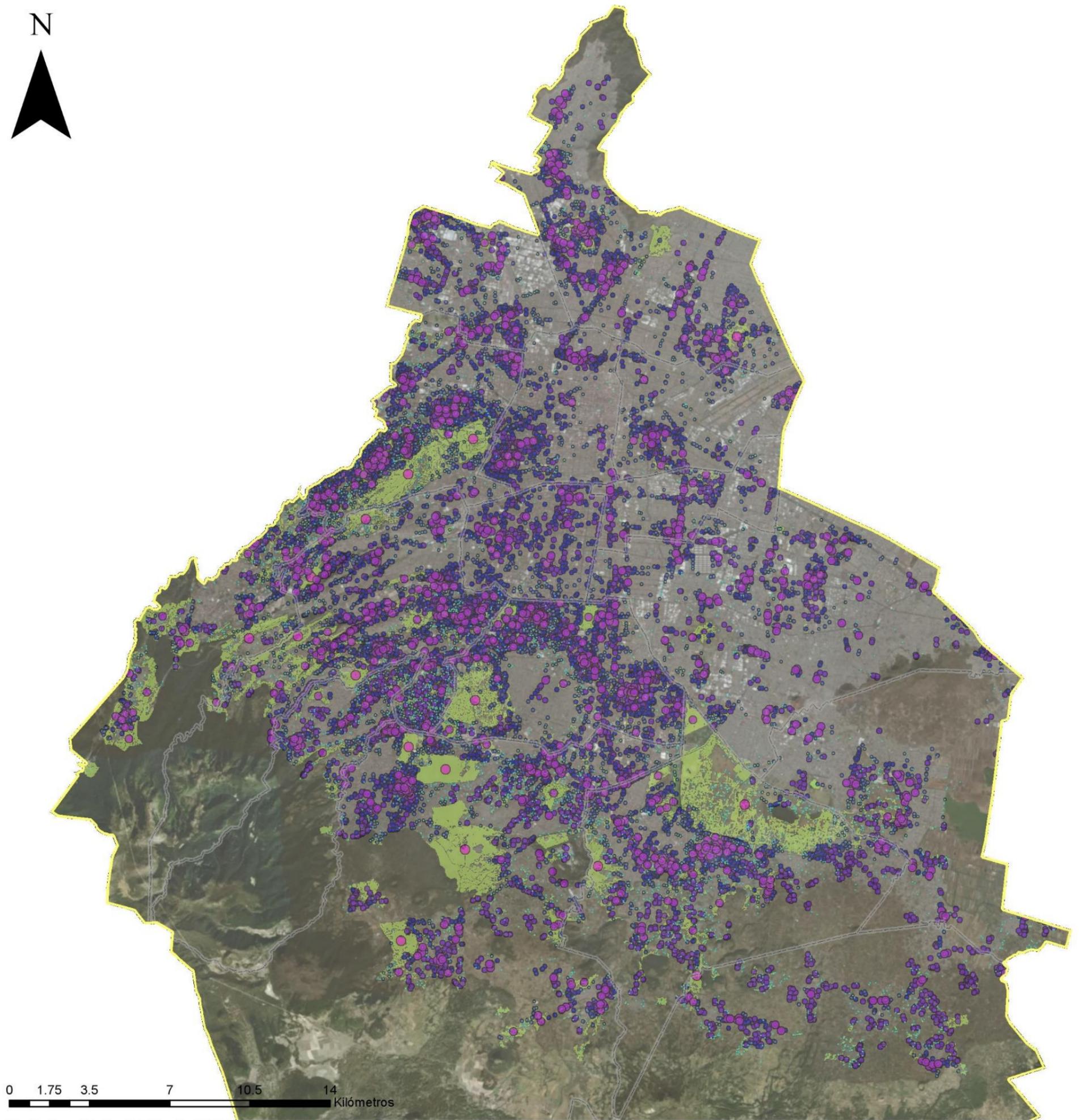
Escala: 1:175,000  
Mapa: 15a de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>500_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>CCor_500</b>	Parches
Alcaldías	0.00 - 0.25	
	• 0.26 - 0.63	
	• 0.64 - 0.91	
	• 0.92 - 1.24	
	• 1.25 - 2.50	
	• 2.51 - 5.75	
	• 5.76 - 12.81	

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental** "Connectivity Correlation" de áreas verdes urbanas a 1000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 15b de 34

### Simbología:

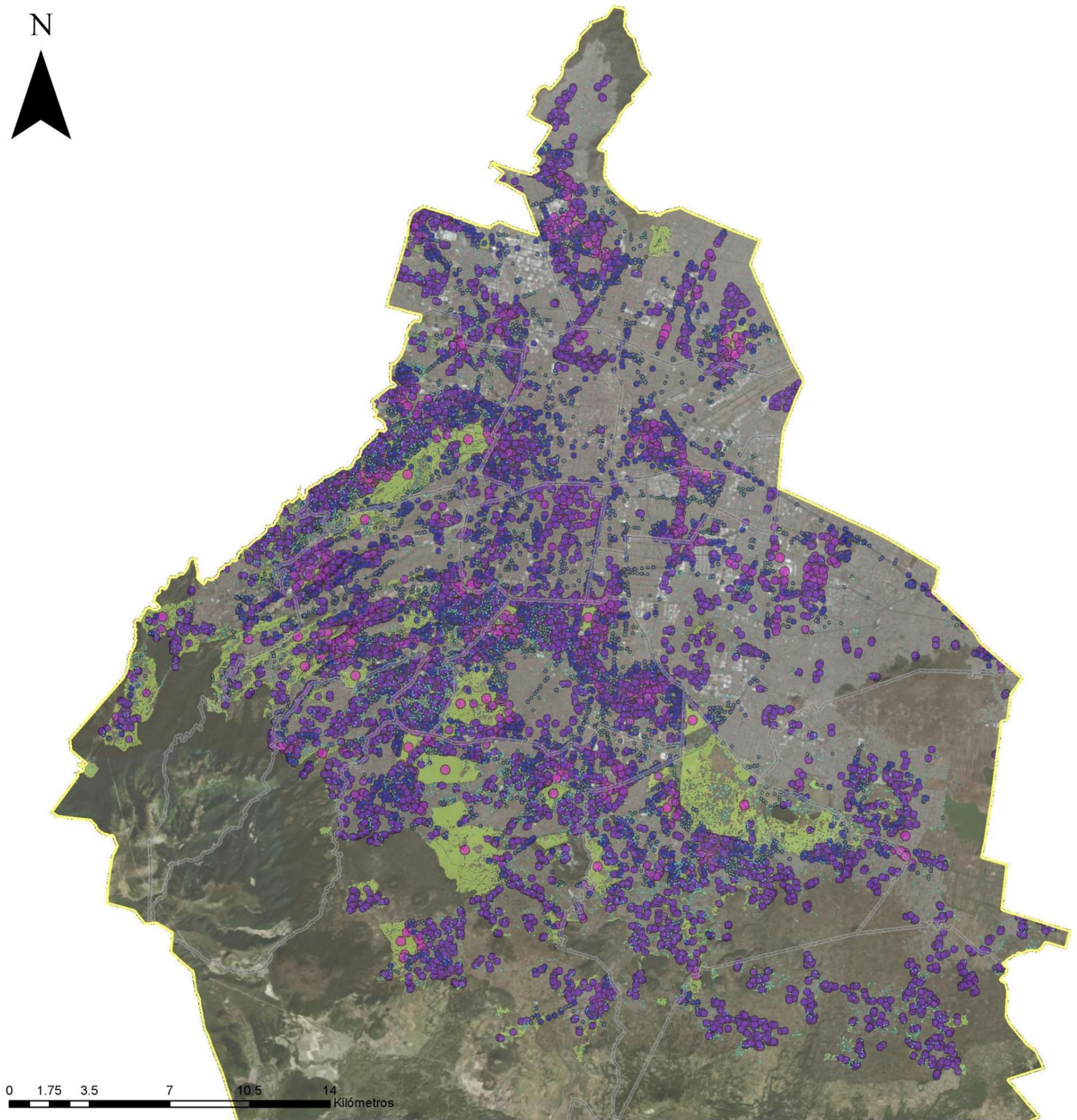
<b>Límites:</b>	<b>1000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>CCor_1000</b>	Parches
Alcaldías	0.00 - 0.22	
	• 0.23 - 0.56	
	• 0.57 - 0.78	
	• 0.79 - 0.95	
	• 0.96 - 1.16	
	• 1.17 - 2.40	
	• 2.41 - 9.20	

### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

"Connectivity Correlation" de áreas verdes urbanas a 2000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 15c de 34

### Simbología:

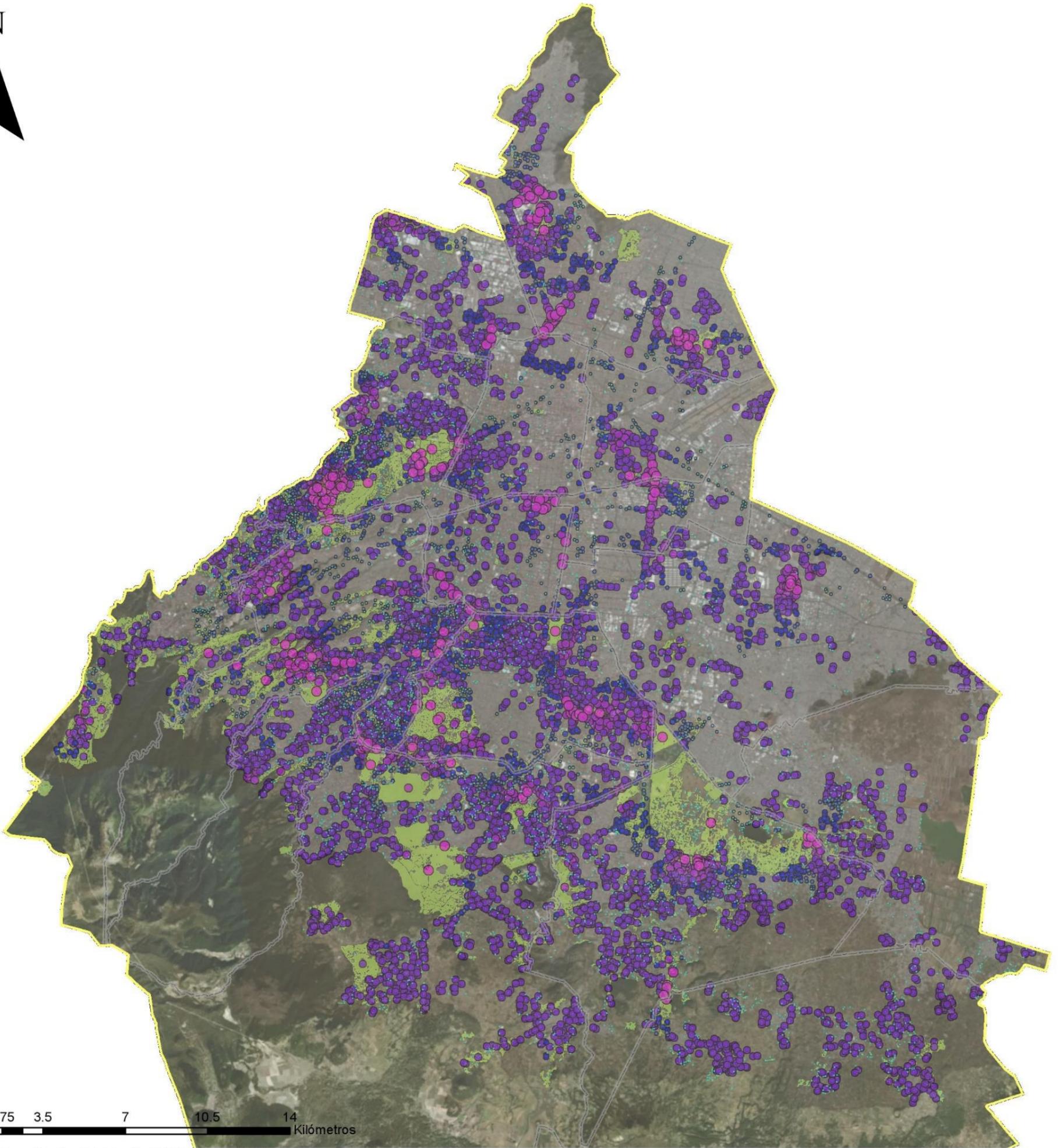
Límites:	2000_Nodes CCor_200	Parches Vegetación
Limite estatal CDMX	• 0.00 - 0.23	Parches
Alcaldías	• 0.24 - 0.57	
	• 0.58 - 0.77	
	• 0.78 - 0.93	
	• 0.94 - 1.09	
	• 1.10 - 1.38	
	• 1.39 - 6.45	

### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### "Connectivity Correlation" de áreas verdes urbanas a 3000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 15d de 34

#### Simbología:

Límites:	3000_Nodes CCor_300	Parches Vegetación
Limite estatal CDMX	0.00 - 0.22	Parches
Alcaldías	• 0.23 - 0.58	
	• 0.59 - 0.77	
	• 0.78 - 0.93	
	• 0.94 - 1.09	
	• 1.10 - 1.30	
	• 1.31 - 4.68	

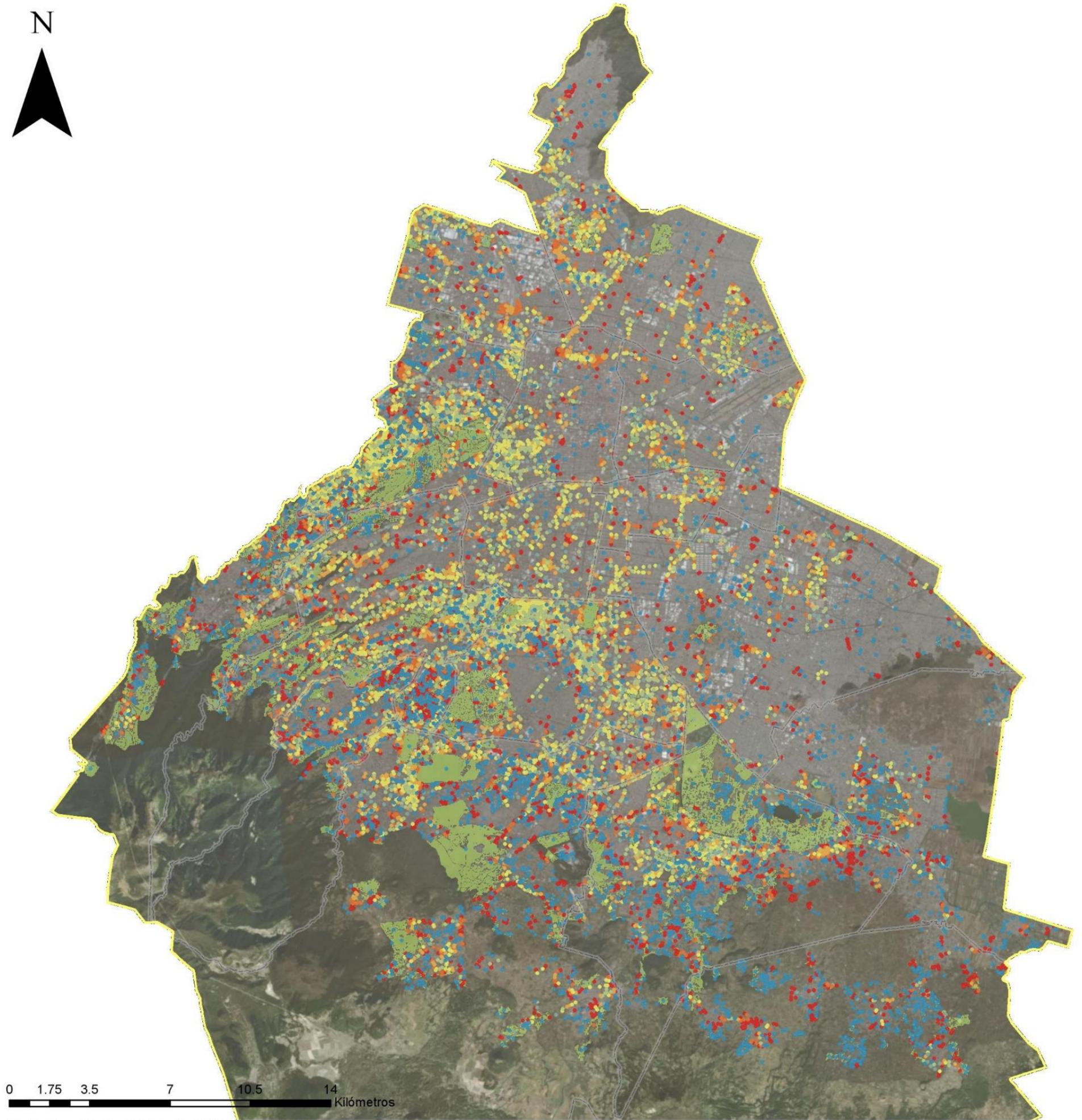
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 16 (16a , 16b, 16c y 16d). "Clustering Coefficient" de áreas verdes urbanas. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

"Clustering Coefficient" de áreas verdes urbanas a 500 metros.

Escala: 1:175,000

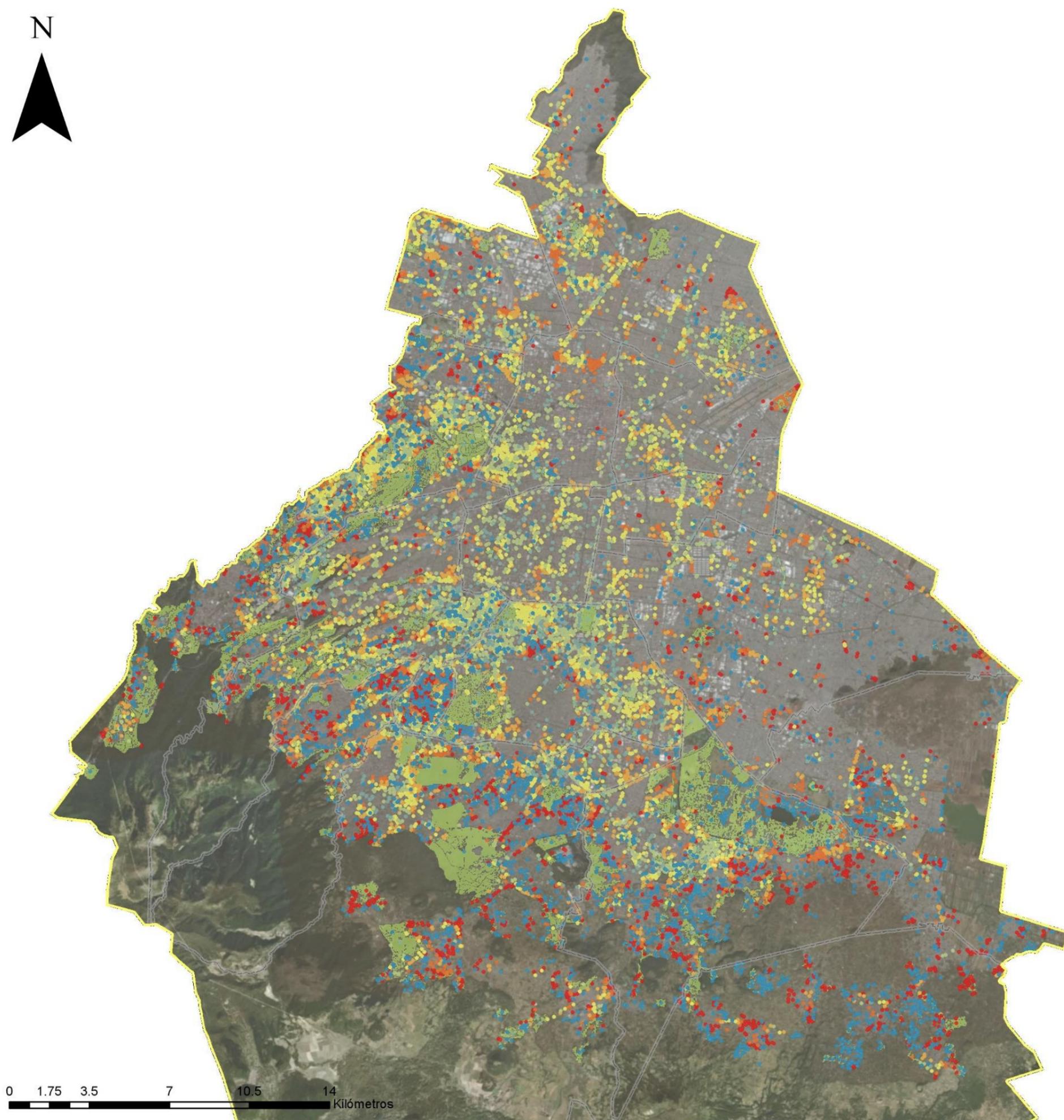
Mapa: 16a de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>500_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Limite estatal CDMX	<b>CC_500</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.00 - 0.20</li> <li>• 0.21 - 0.48</li> <li>• 0.49 - 0.60</li> <li>• 0.61 - 0.70</li> <li>• 0.71 - 0.79</li> <li>• 0.80 - 0.92</li> <li>• 0.93 - 1.00</li> </ul>	

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

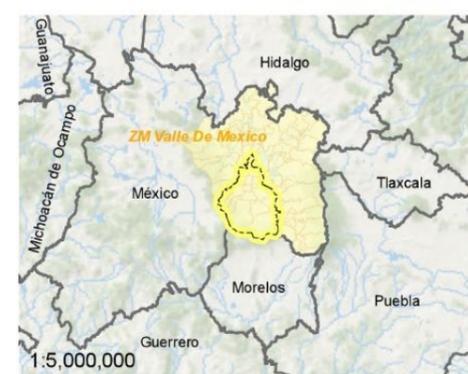
### Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental** "Clustering Coefficient" de áreas verdes urbanas a 1000 metros.

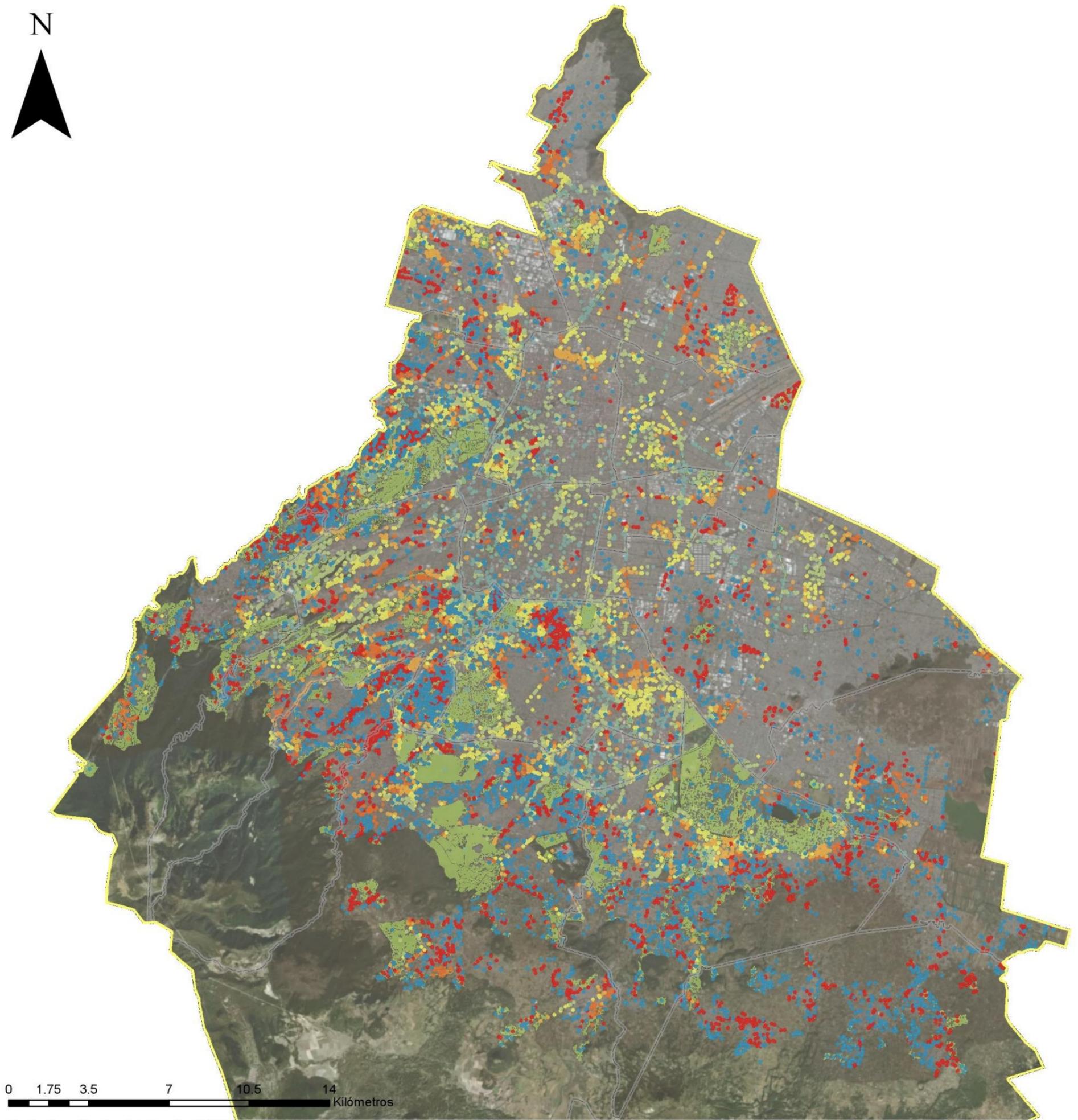
Escala: 1:175,000  
 Mapa: 16b de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>1000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Limite estatal CDMX	<b>CC_1000</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.00 - 0.24</li> <li>• 0.25 - 0.54</li> <li>• 0.55 - 0.63</li> <li>• 0.64 - 0.72</li> <li>• 0.73 - 0.81</li> <li>• 0.82 - 0.93</li> <li>• 0.94 - 1.00</li> </ul>	

**Localización:**





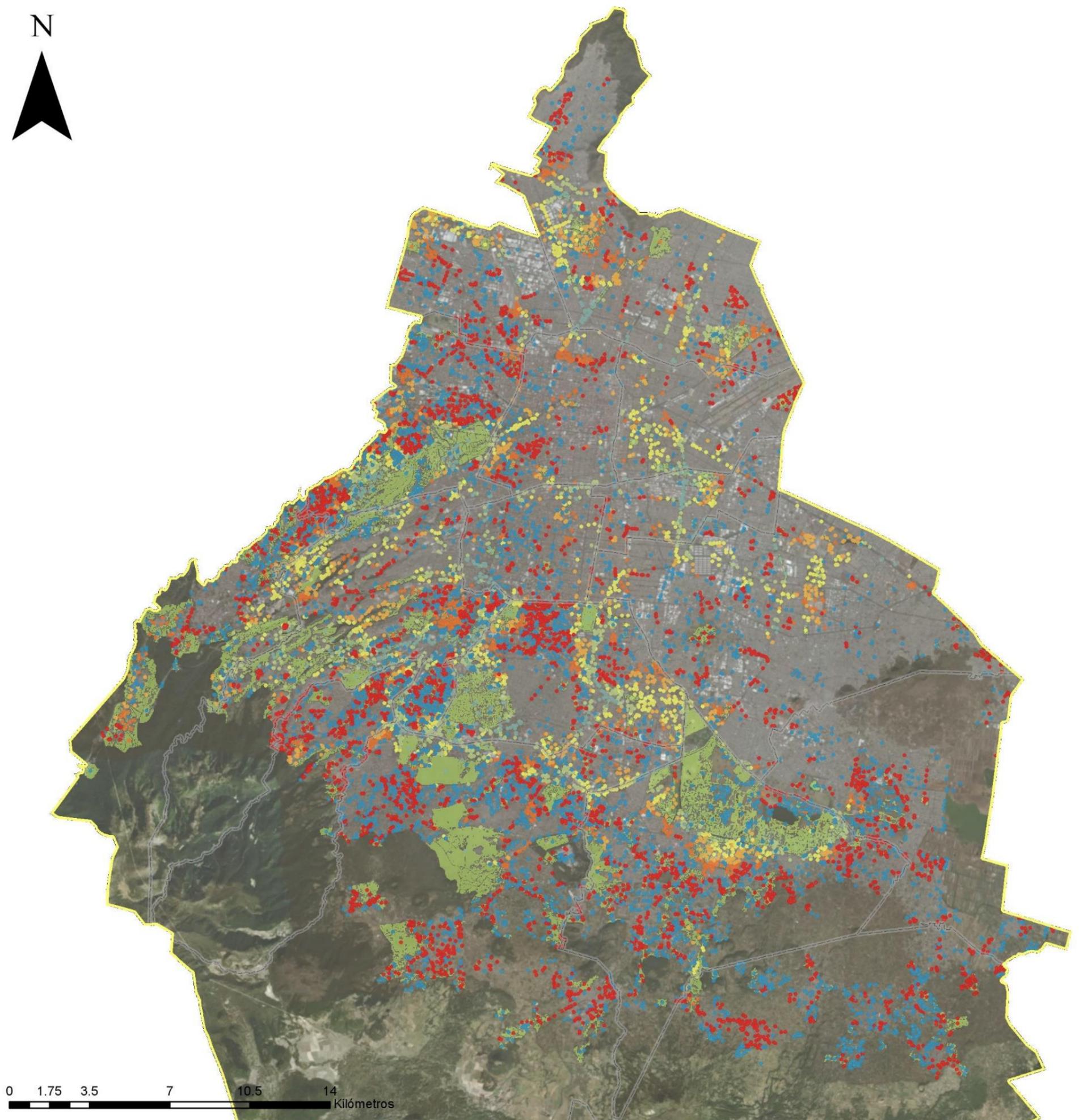
Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

**Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental**  
 "Clustering Coefficient" de áreas verdes urbanas a 2000 metros. Escala: 1:175,000  
 Mapa: 16c de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>	<b>2000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>CC_2000_</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li> 0.00 - 0.26</li> <li> 0.27 - 0.59</li> <li> 0.60 - 0.68</li> <li> 0.69 - 0.76</li> <li> 0.77 - 0.86</li> <li> 0.87 - 0.95</li> <li> 0.96 - 1.00</li> </ul>	





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### "Clustering Coefficient" de áreas verdes urbanas a 3000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 16d de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>	<b>3000_Nodes</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>CC_3000_</b>	Parches
Alcaldías	<ul style="list-style-type: none"> <li> 0.00 - 0.26</li> <li> 0.27 - 0.61</li> <li> 0.62 - 0.70</li> <li> 0.71 - 0.78</li> <li> 0.79 - 0.87</li> <li> 0.88 - 0.96</li> <li> 0.97 - 1.00</li> </ul>	

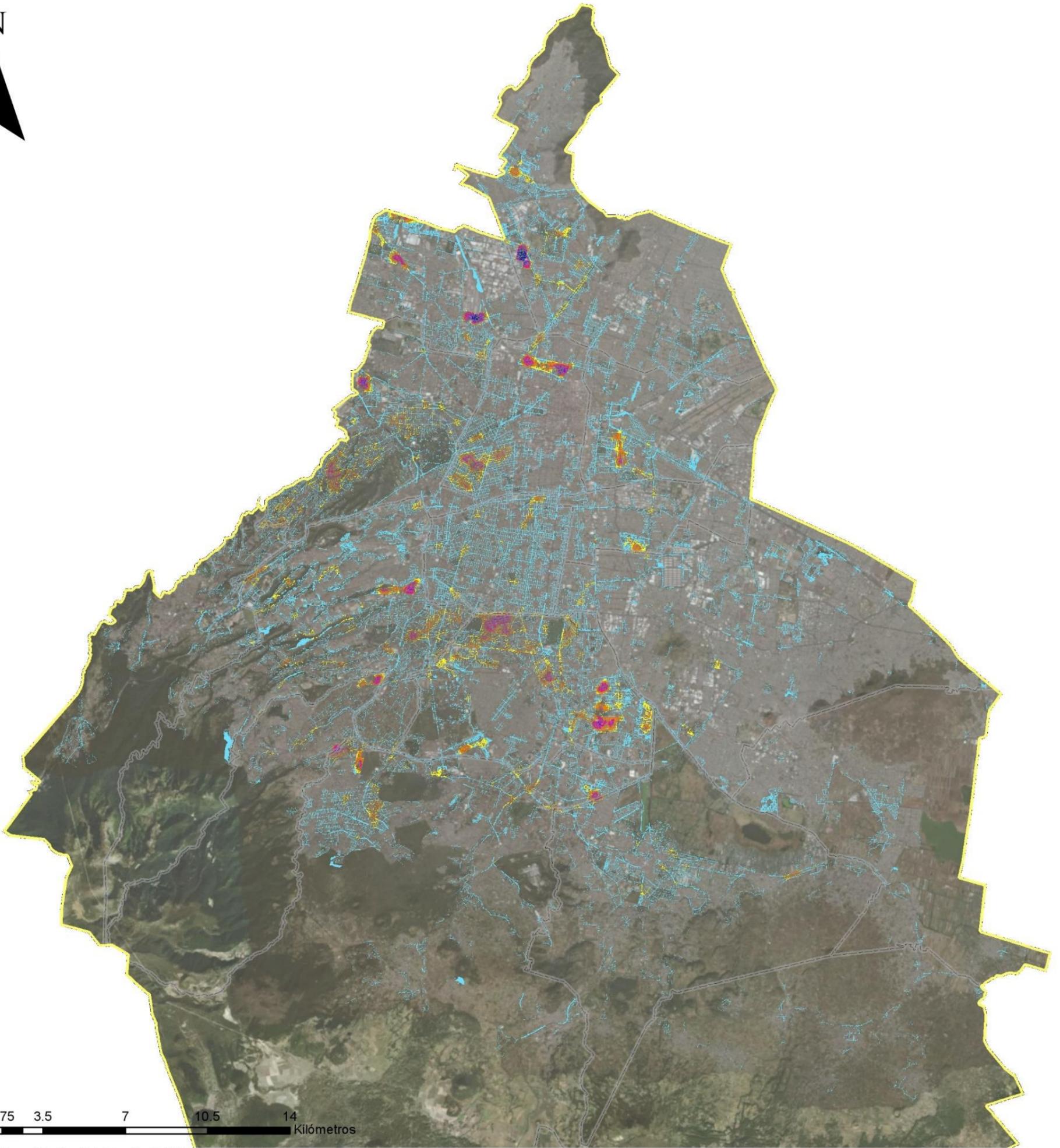
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 17. Corredores ecológicos urbanos actuales de la Ciudad de México a 500 metros. Fuente: Elaboración propia



0 1.75 3.5 7 10.5 14 Kilómetros

Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Corredores ecológicos urbanos actuales de la Ciudad de México 500 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 17 de 34

#### Simbología:

##### Límites:

- Límite estatal CDMX
- Alcaldías

##### Corr\_500 gridcode

- 1 (-)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6 (+)

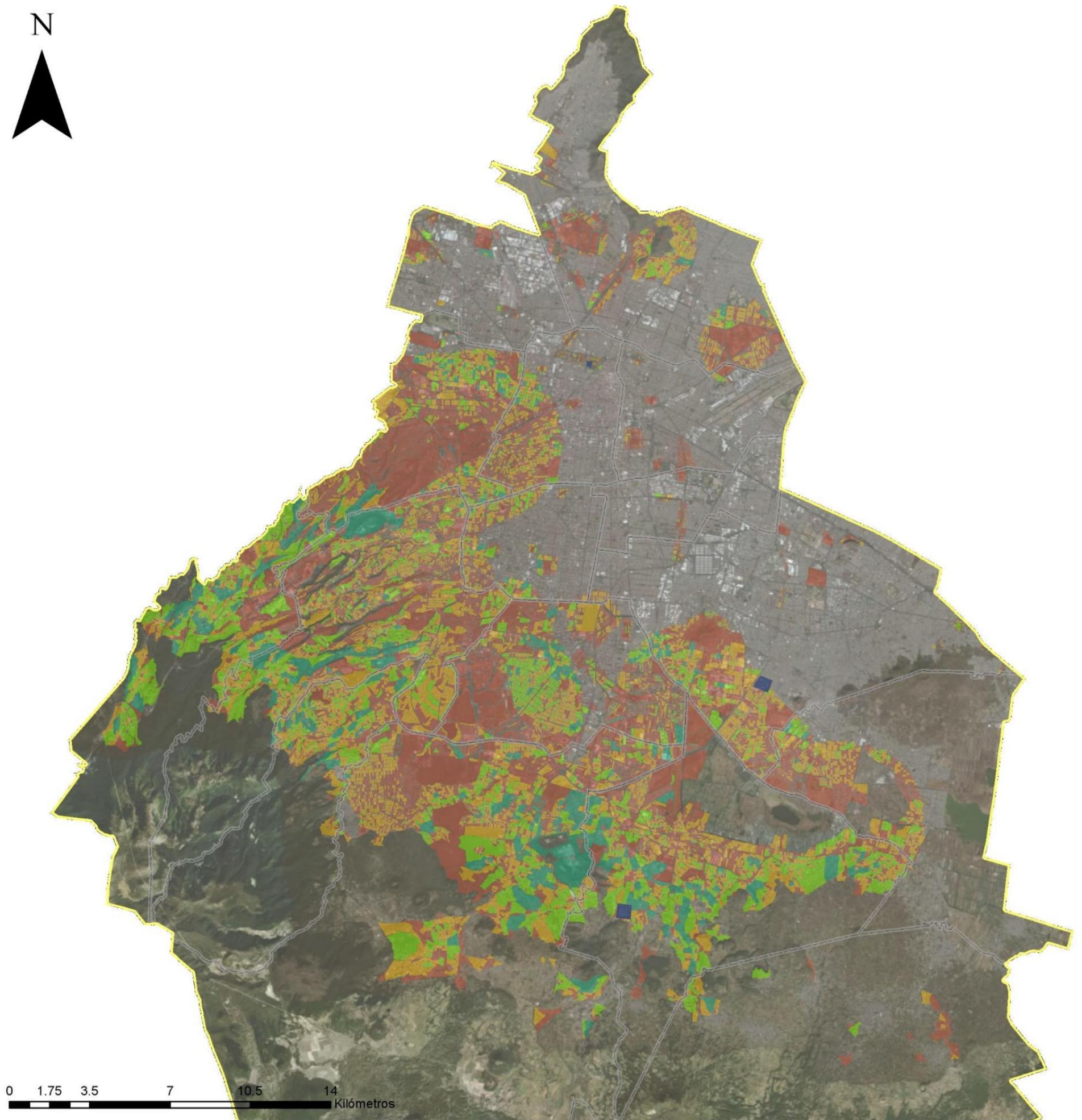
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 18. Manzanas cubiertas por efectos de Salud Pública de las áreas verdes de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Escala: 1:175,000

Manzanas cubiertas por efectos de Salud Pública de las áreas verdes de la Ciudad de México. Mapa: 18 de 34

#### Simbología:

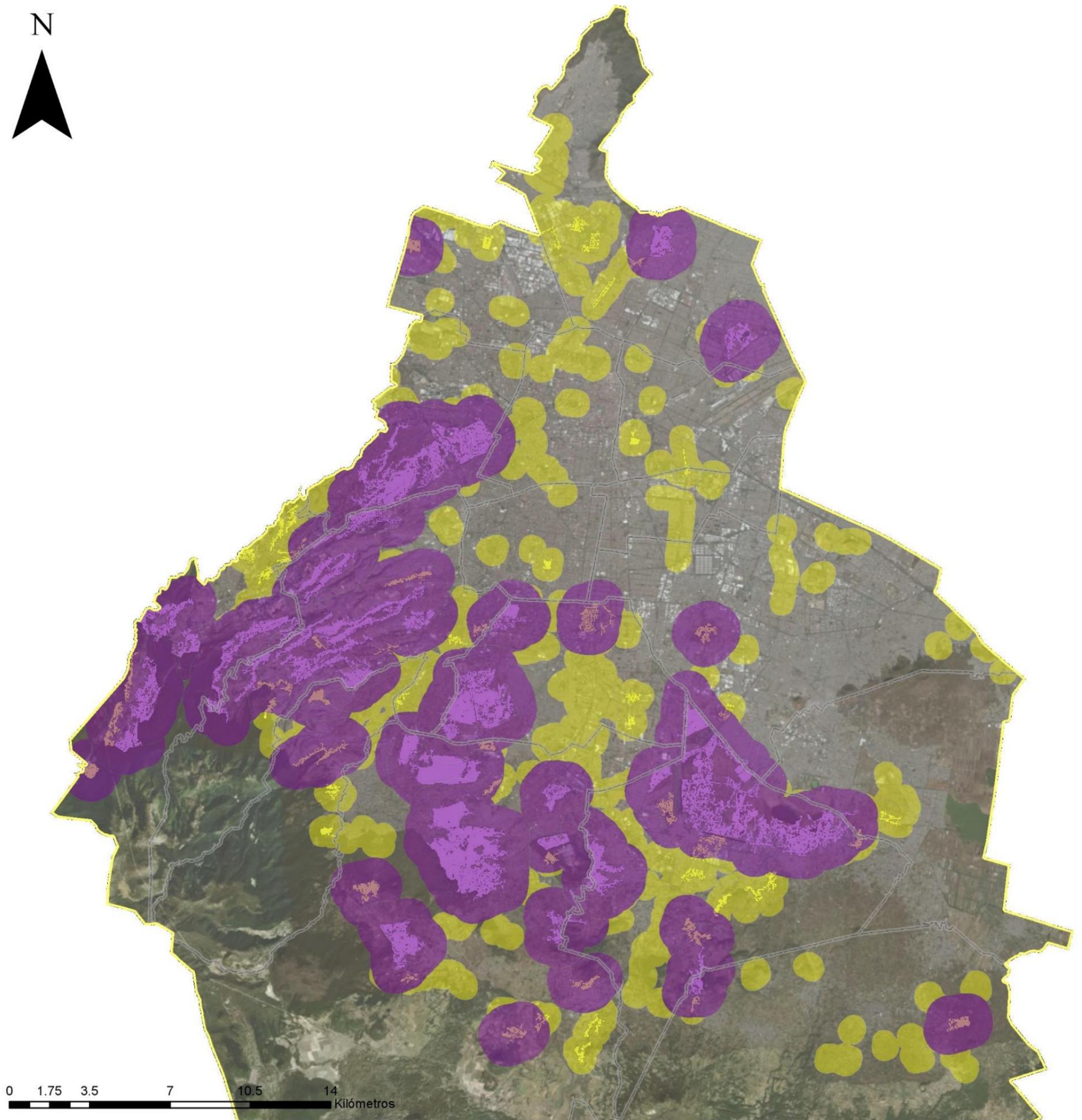
<b>Limites:</b>	<b>Manzanas_salud_AV</b>
Limite estatal CDMX	<b>MAX_POB1</b>
Alcaldías	0 - 133
	134 - 349
	350 - 828
	829 - 3400
	3401 - 12964

#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.  
 Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 19. Rangos de accesibilidad local de áreas verdes urbanas por capacidad. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

#### Rangos de accesibilidad local de áreas verdes urbanas por Capacidad

Escala: 1:175,000

Mapa: 19 de 34

**Simbología:**

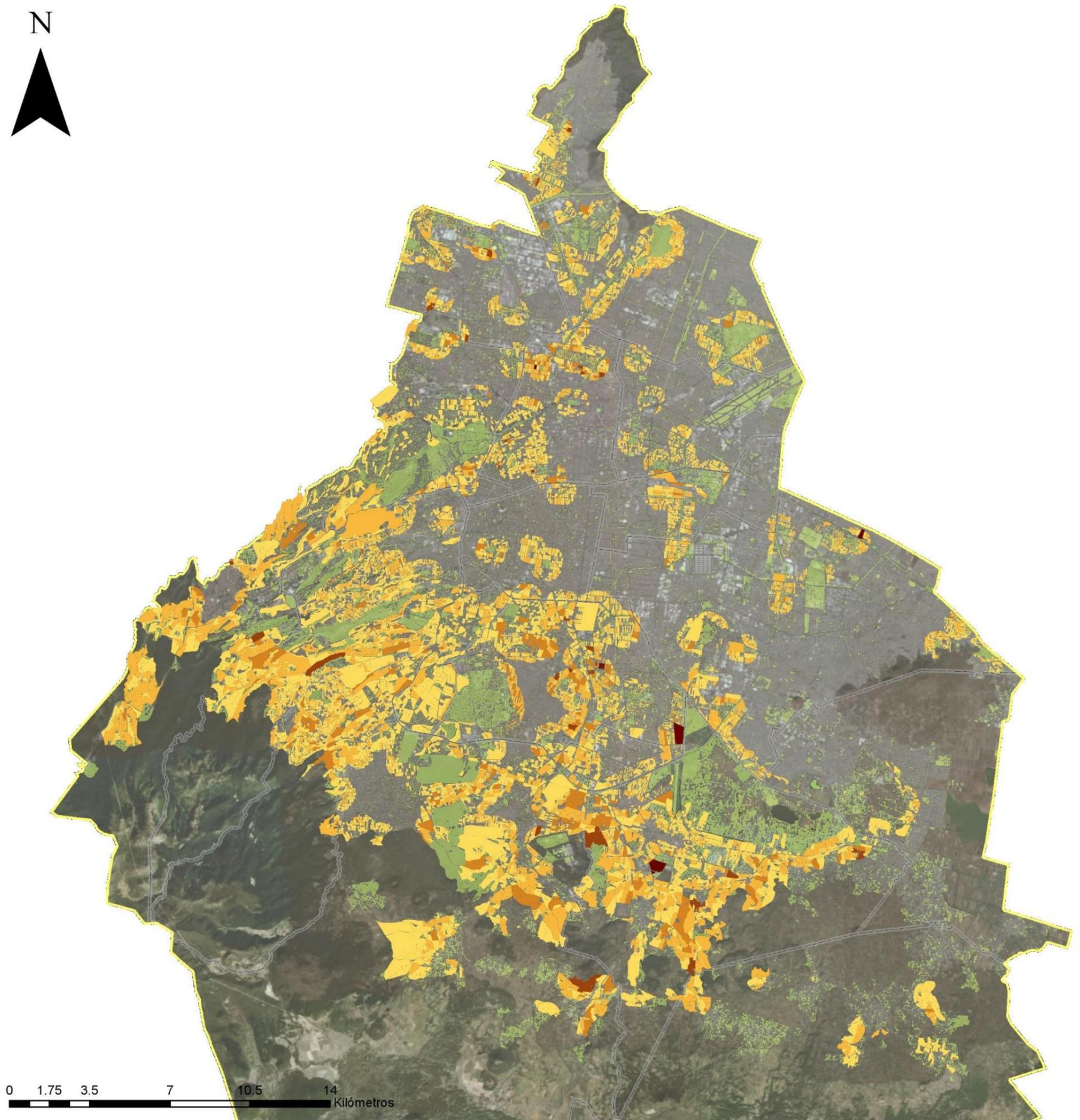
- Límites:**
- Límite estatal CDMX
  - Alcaldías
- Rango 1000 m**
- Rango 1000 m
- Rango 500 m**
- Rango 500 m
- Clasificación Capacidad 4-6**
- Clasificación Capacidad 4-6
- Clasificación de Capacidad 2-6**
- Clasificación de Capacidad 2-6

**Localización:**



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.  
 Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 20. Personas con discapacidad por manzana a 500 metros de áreas verdes urbanas accesibles. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Personas con discapacidad por manzana a 500 m de áreas verdes urbanas accesibles.

Escala: 1:175,000

Mapa: 20 de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>	<b>Manzanas Rango 500m</b>
Límite estatal CDMX	<b>Población Discapacitada</b>
Alcaldías	1 - 12
	13 - 34
	35 - 87
	88 - 193
	194 - 506
	<b>Vegetación Urbana Total</b>
	Vegetación Urbana

#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 21. Personas de 60 años y más por manzana a 500 metros de áreas verdes urbanas accesibles. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Personas de 60 años y más por manzana a 500 m de áreas verdes urbanas accesibles.

Escala: 1:175,000

Mapa: 21 de 34

#### Simbología:

**Límites:** Manzanas Rango 500

Límite estatal CDMX **Pob 60 y +**

Alcaldías

1 - 22

23 - 45

46 - 88

89 - 164

165 - 304

**Vegetación Urbana Total**

Vegetación Urbana

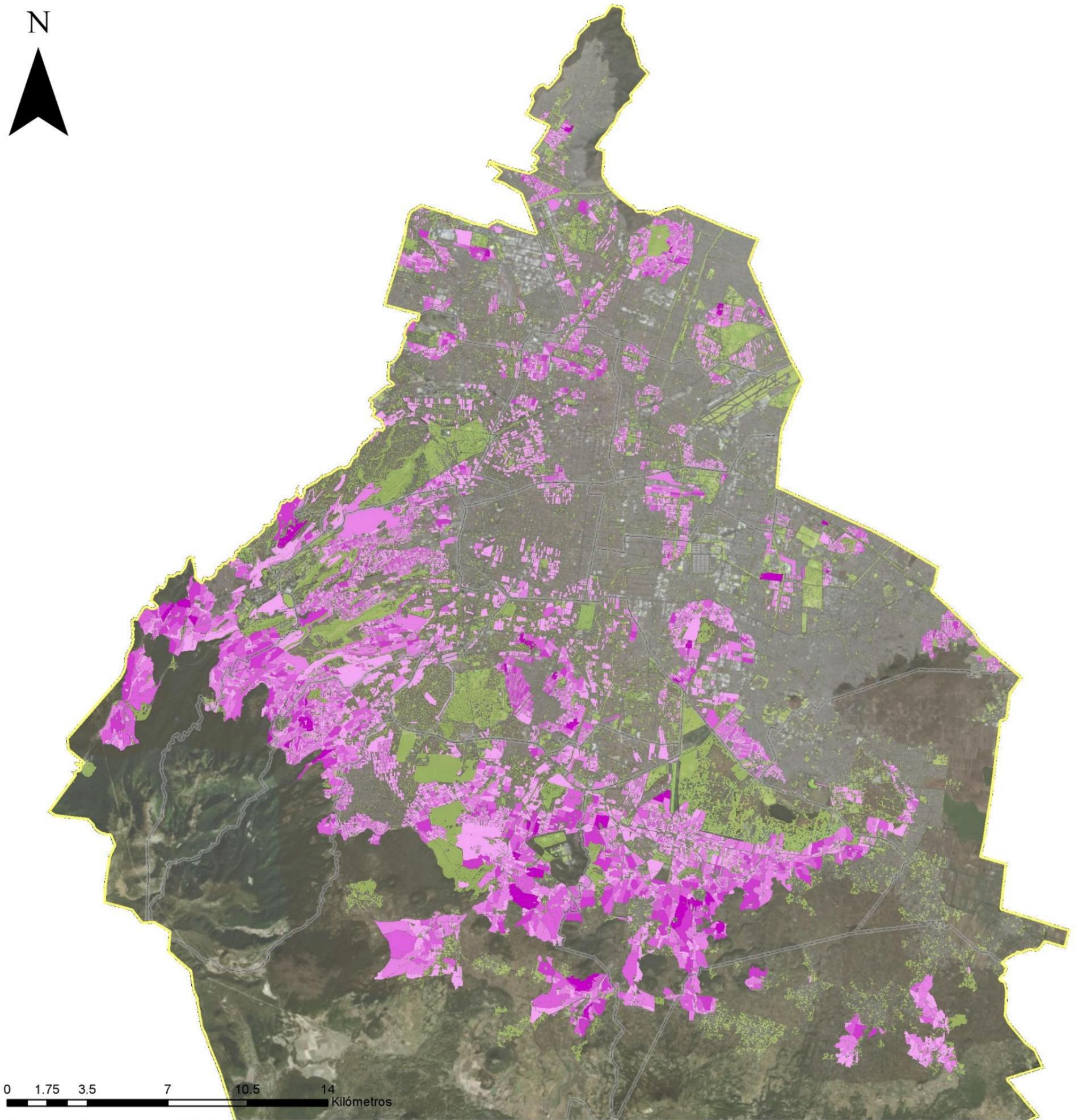
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 22 (22a y 22b). Viviendas por indicadores socioeconómicos hasta 1000 metros de áreas verdes urbanas según su capacidad. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Viviendas con hacinamiento hasta 1000 m de áreas verdes urbanas según su capacidad.

Escala: 1:175,000

Mapa: 22a de 34

#### Simbología:

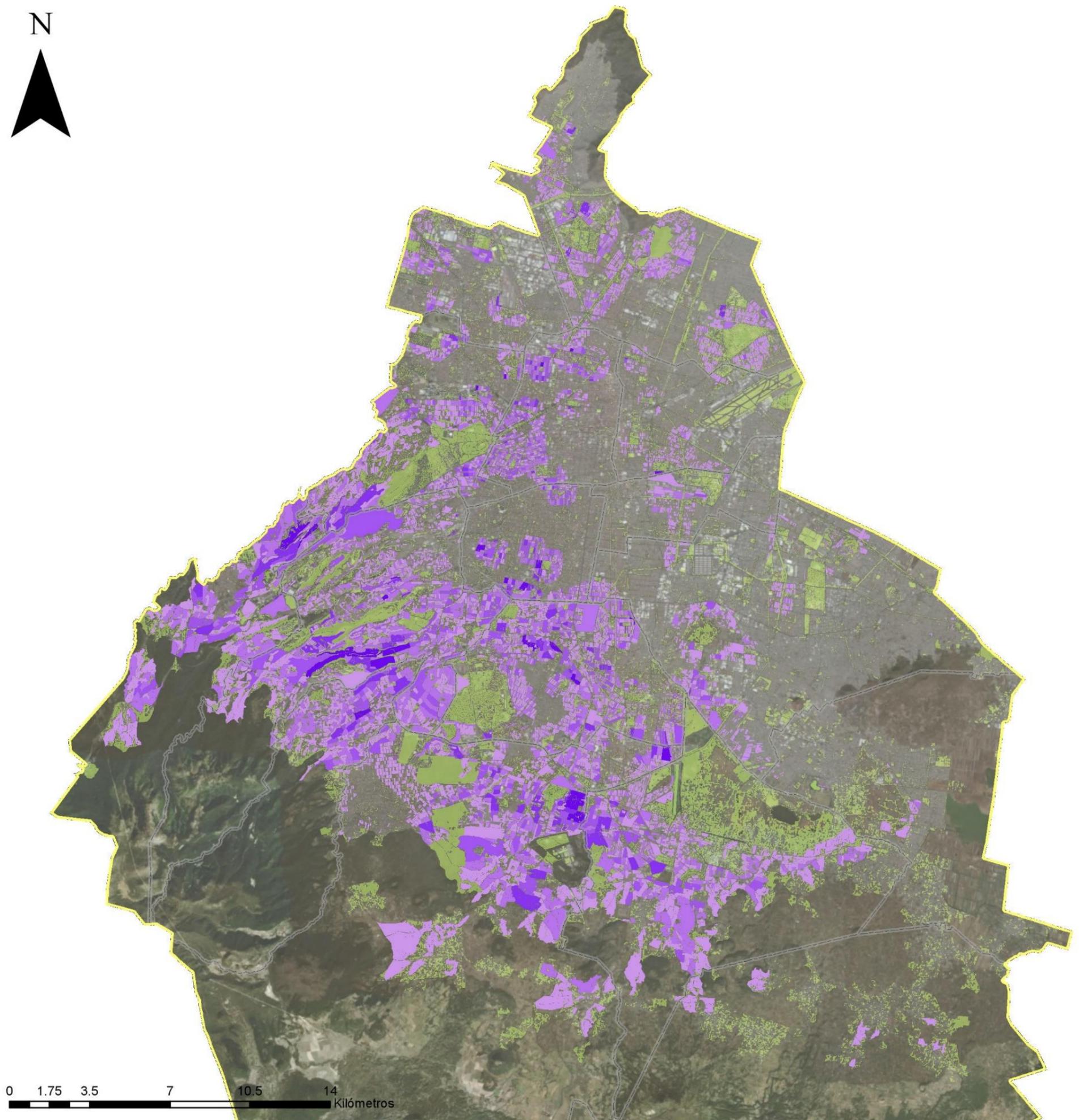
<b>Límites:</b>	<b>Manzanas rango de 500 y 1000 m</b>
Límite estatal CDMX	<b>Viv 2.5+ personas por habitación</b>
Alcaldías	-9 - 0
	1 - 11
	12 - 27
	28 - 53
	54 - 98
	99 - 269
	<b>Vegetación Urbana Total</b>
	Vegetación Urbana

#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Escala: 1:175,000

Población propensa al Bienestar hasta 1000 m de áreas verdes urbanas según su capacidad. Mapa: 22b de 34

### Simbología:

**Límites:** Manzanas rango de 500 y 1000 m

 Límite estatal CDMX **PEA 12+ Edu. Sup.**

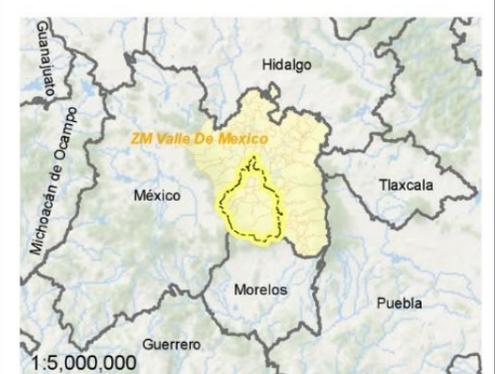
 Alcaldías

-  16 - 47
-  48 - 104
-  105 - 206
-  207 - 382
-  383 - 981

### Vegetación Urbana Total

 Vegetación Urbana

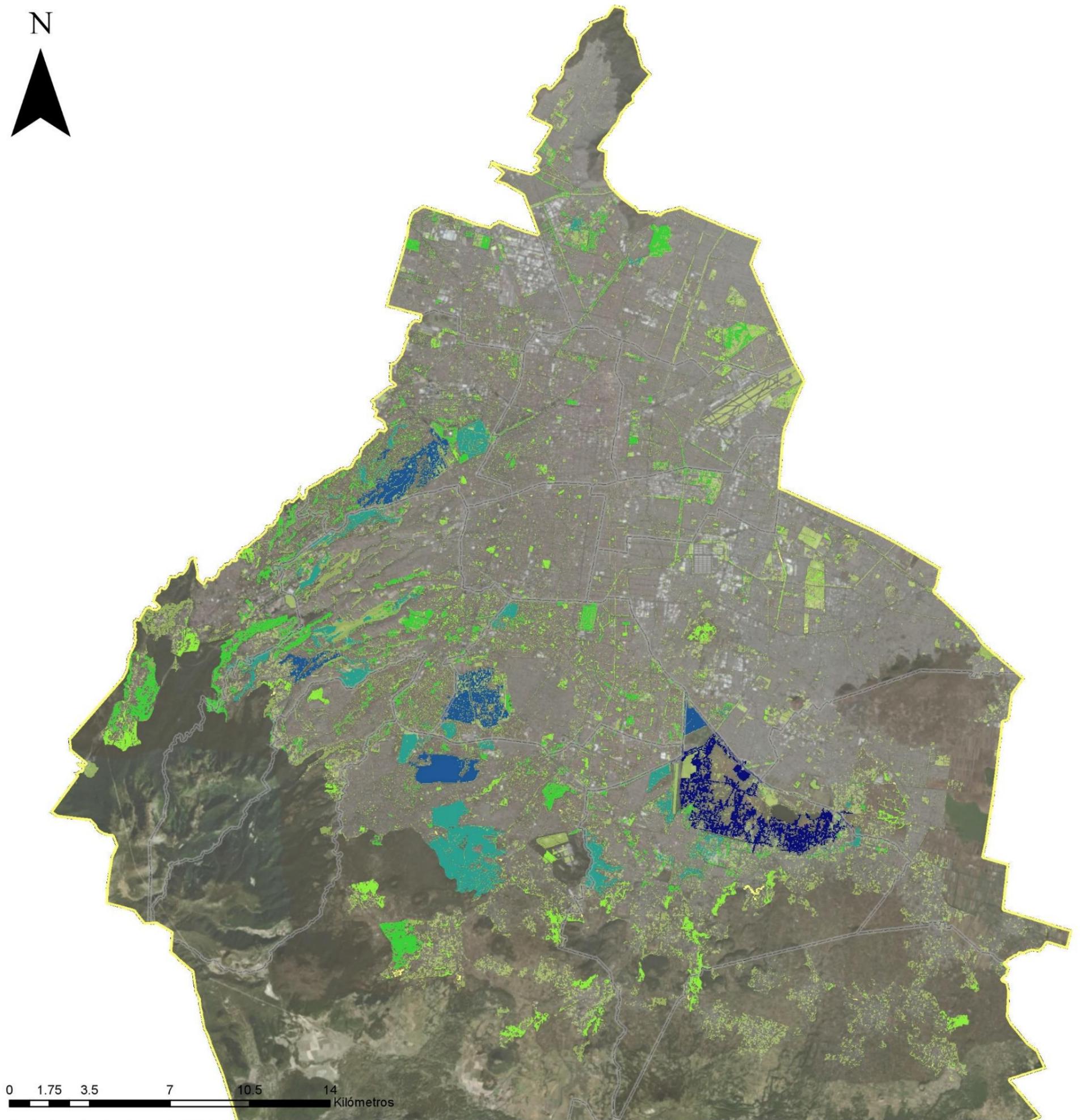
### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 23.. Valor multicriterio de conectividad de parches de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Valor multicriterio de conectividad de parches de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000

Mapa: 23 de 34

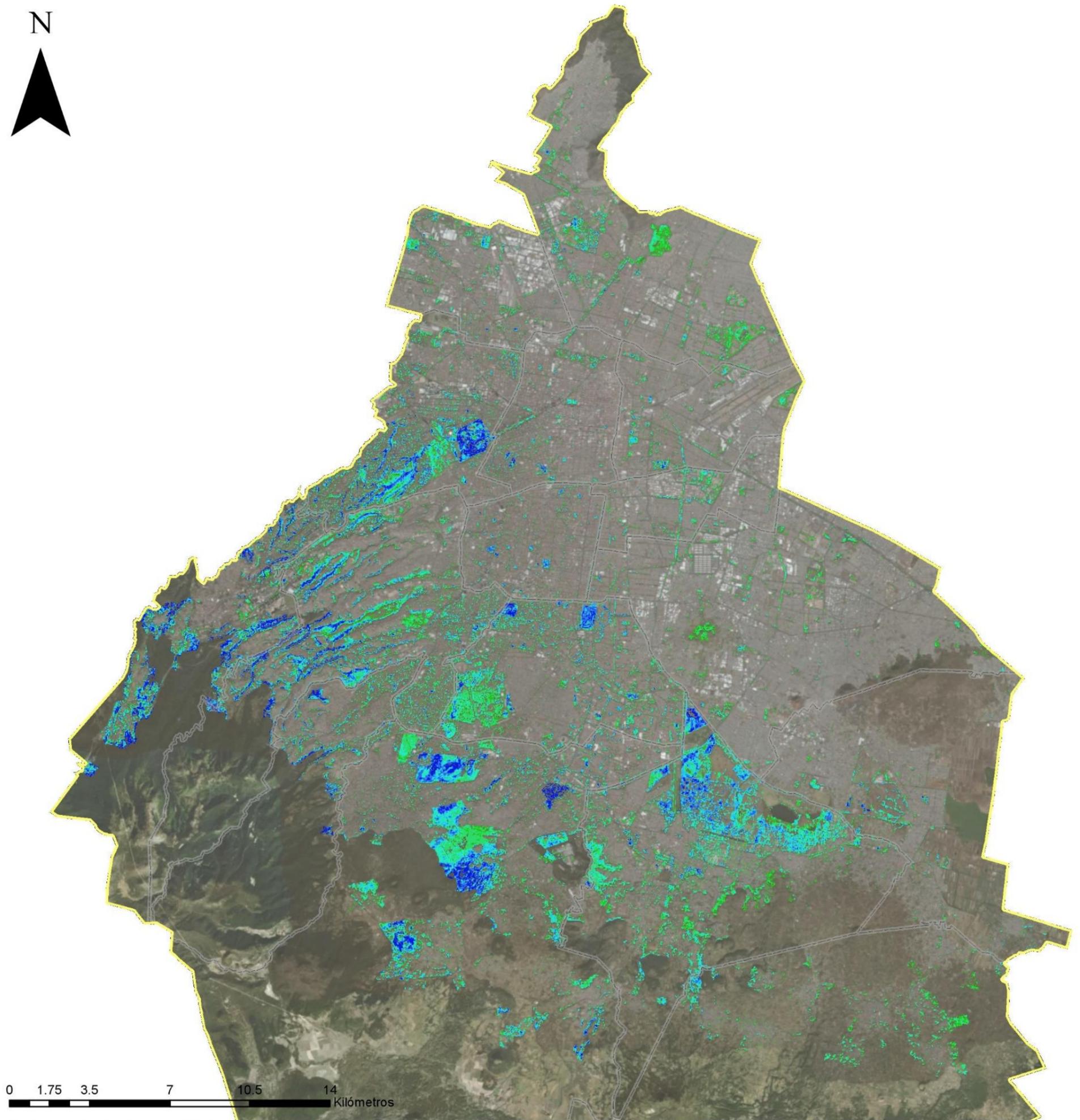
**Simbología:**

<b>Límites:</b>		<b>Valor de Conectividad</b>	
	Límite estatal CDMX	<b>Value</b>	
	Alcaldías		1
			2
			3
			4
			5
			6
<b>Vegetación Urbana Total</b>			
		Vegetación Urbana	

**Localización:**



Mapa 24. Reclasificación de vigorosidad de vegetación de áreas verdes de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Reclasificación de vigorosidad de vegetación de áreas verdes de la Ciudad de México.

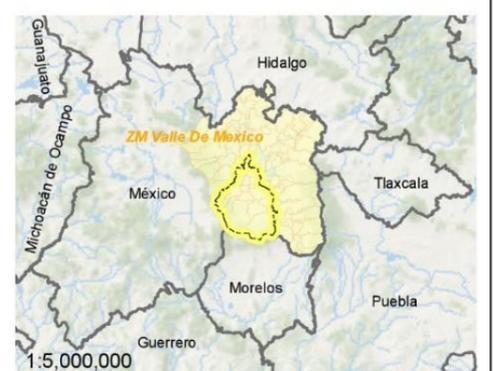
Escala: 1:175,000

Mapa: 24 de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>		<b>Reclass_ARVI</b>	
	Límite estatal CDMX		1 (-)
	Alcaldías		2
			3
			4
			5
			6 (+)

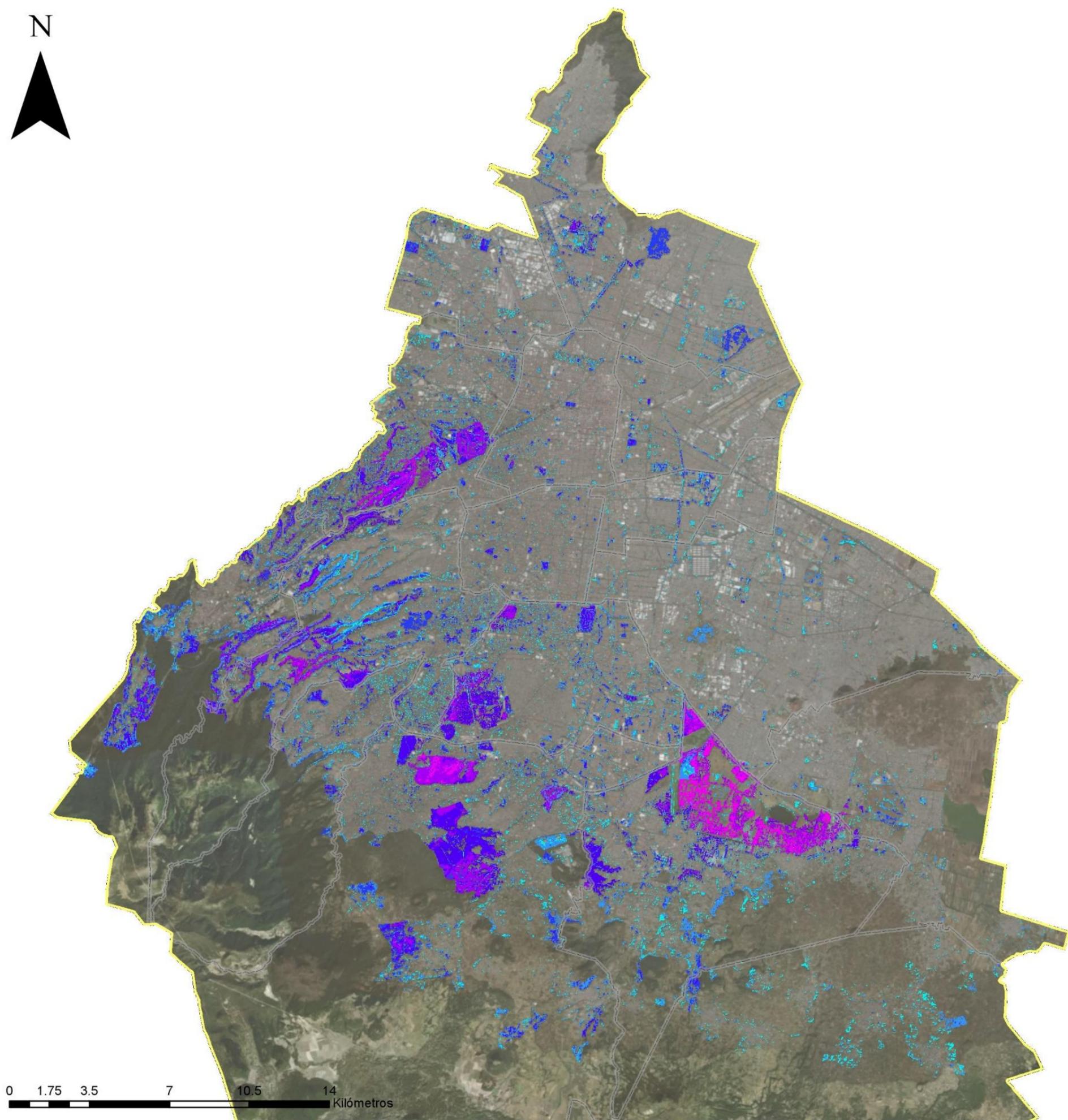
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 25. Valor multicriterio de parches de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Valor multicriterio de parches de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000  
 Mapa: 25 de 34

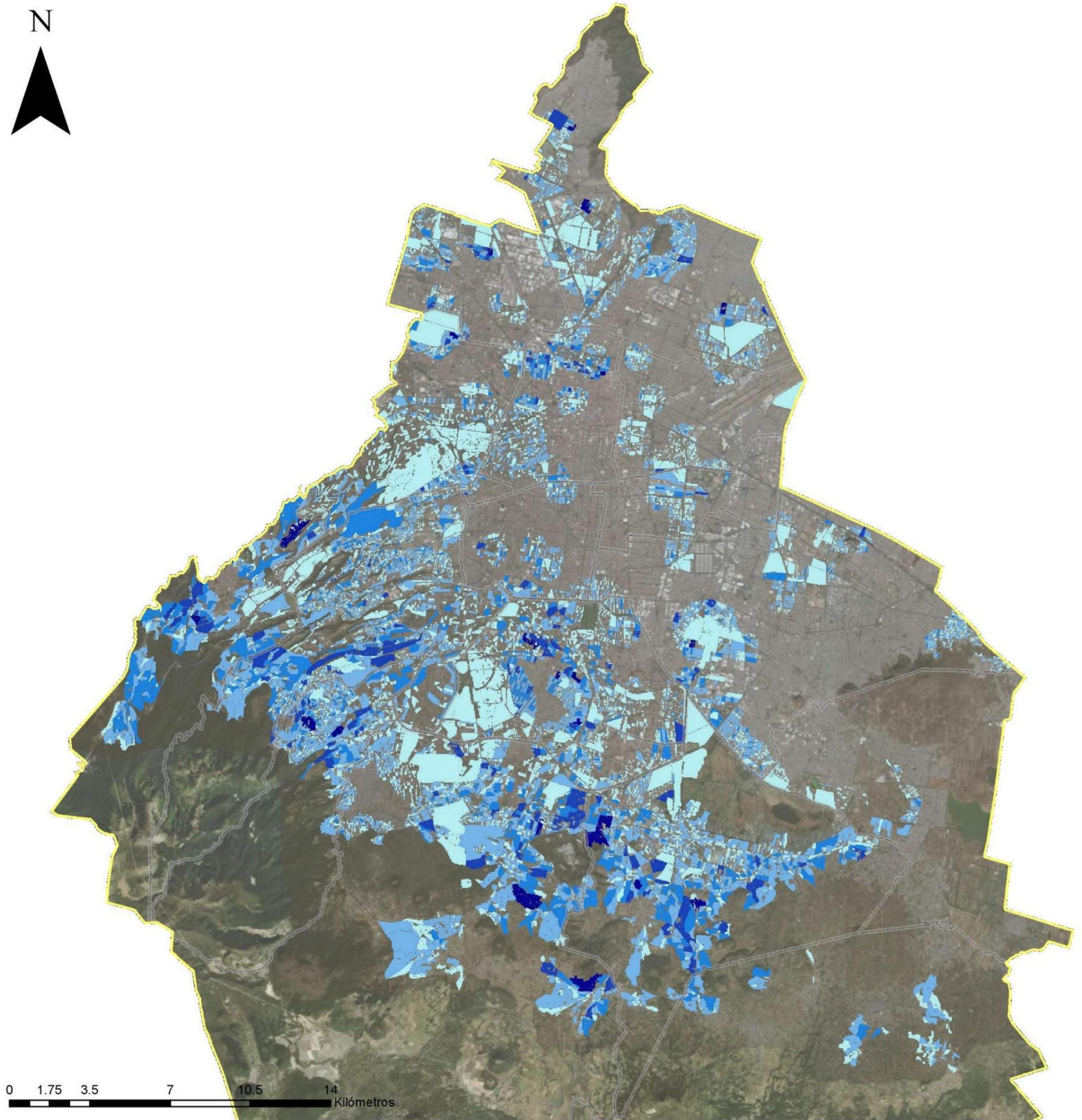
**Simbología:**

<b>Límites:</b>		<b>Valor Multicriterio Parches</b>	
	Límite estatal CDMX	<b>Value</b>	
	Alcaldías		1 (-)
			2
			3
			4
			5
			6 (+)

**Localización:**



Mapa 26. Valor multicriterio de acceso poblacional a áreas verdes de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Valor multicriterio de acceso poblacional a áreas verdes de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000

Mapa: 26 de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>		<b>Acceso poblacional</b>	
	Límite estatal CDMX	<b>Value</b>	
	Alcaldías		1
			2
			3
			4
			5

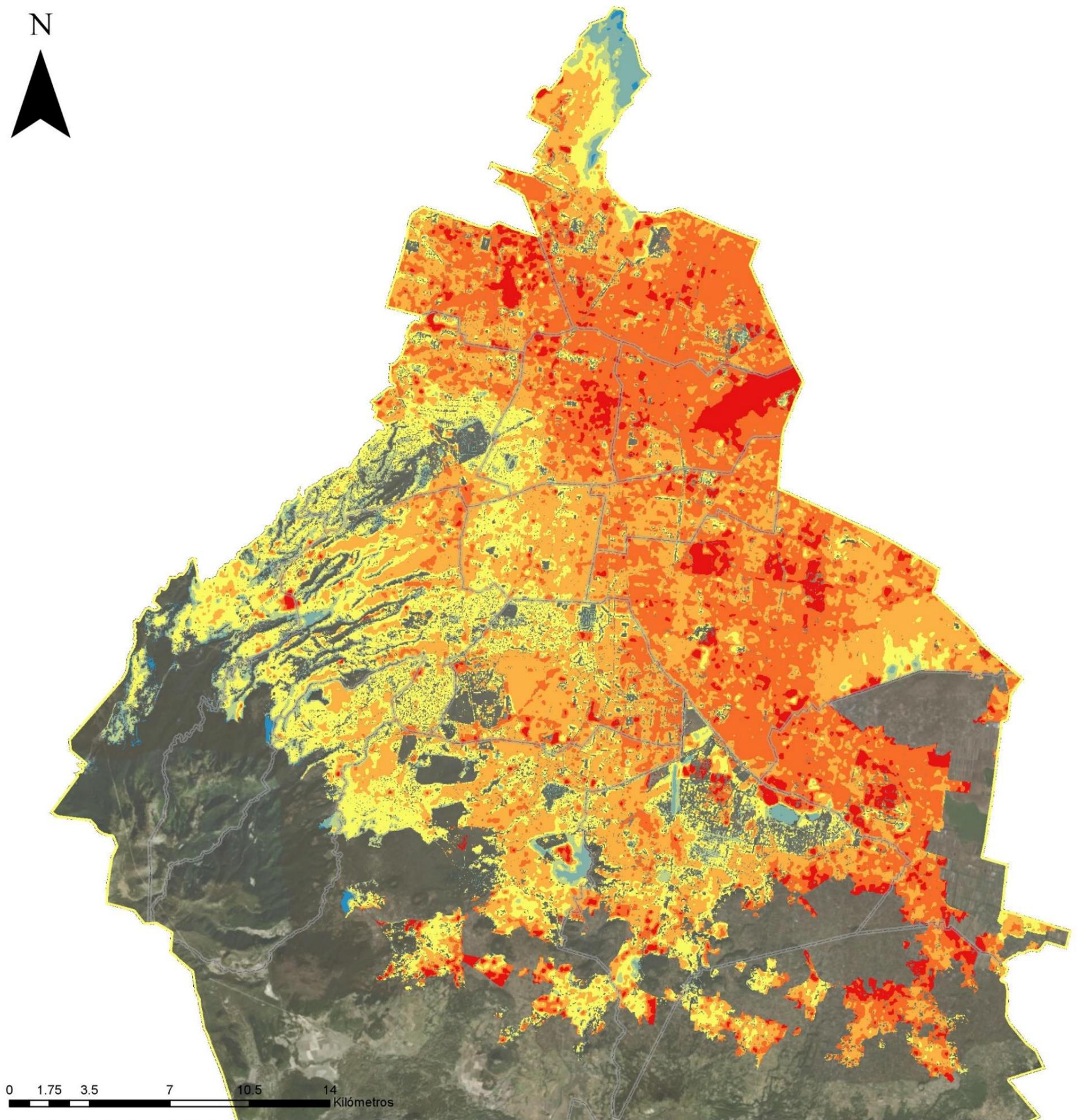
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 27. Reclasificación de temperatura de suelo urbano-rural de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Reclasificación de temperatura de suelo urbano-rural de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000

Mapa: 27 de 34

### Simbología:

Límites:	LST_Urb.tif Value
Límite estatal CDMX	1
Alcaldías	2
	3
	4
	5
	6
	7

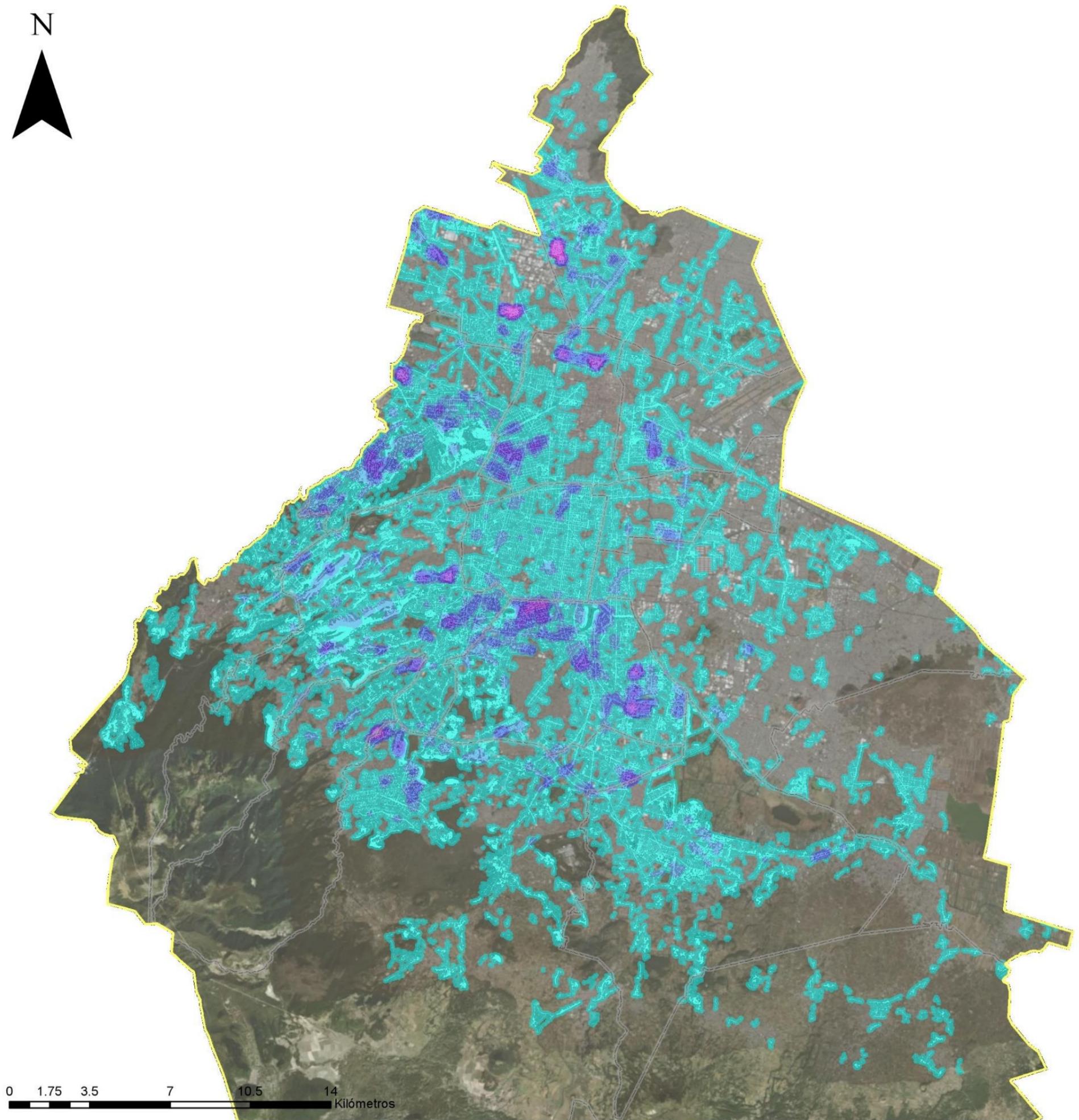
### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 28. Acceso local a 100 metros de corredores ecológicos de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental**

Acceso local a 100 metros de corredores ecológicos de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000

Mapa: 28 de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>		<b>Buffer por Concentración de rutas Corredores</b>	
	Límite estatal CDMX	<b>Value</b>	
	Alcaldías		1 (-)
			2
			3
			4
			5
			6 (+)
		<b>Corredores 500m</b>	
			Corredor

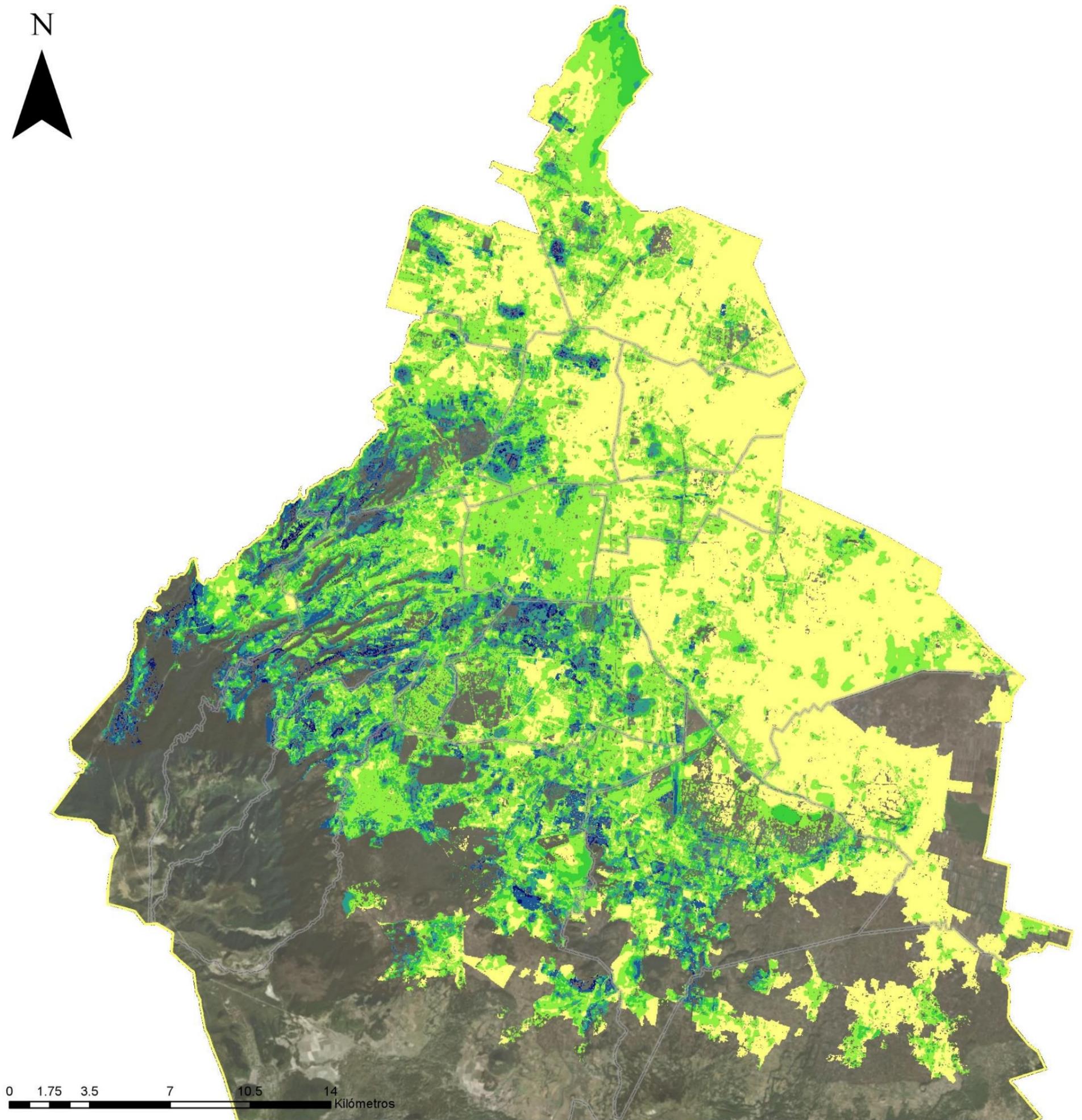
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 29. Valor multicriterio de impactos urbanos de áreas verdes de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



0 1.75 3.5 7 10.5 14 Kilómetros

Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Valor multicriterio de Impactos urbanos de áreas verdes de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000

Mapa: 29 de 34

#### Simbología:

##### Límites:

- Límite estatal CDMX
- Alcaldías

##### Reclass Multicriterio Impactos Urbanos

##### Value

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

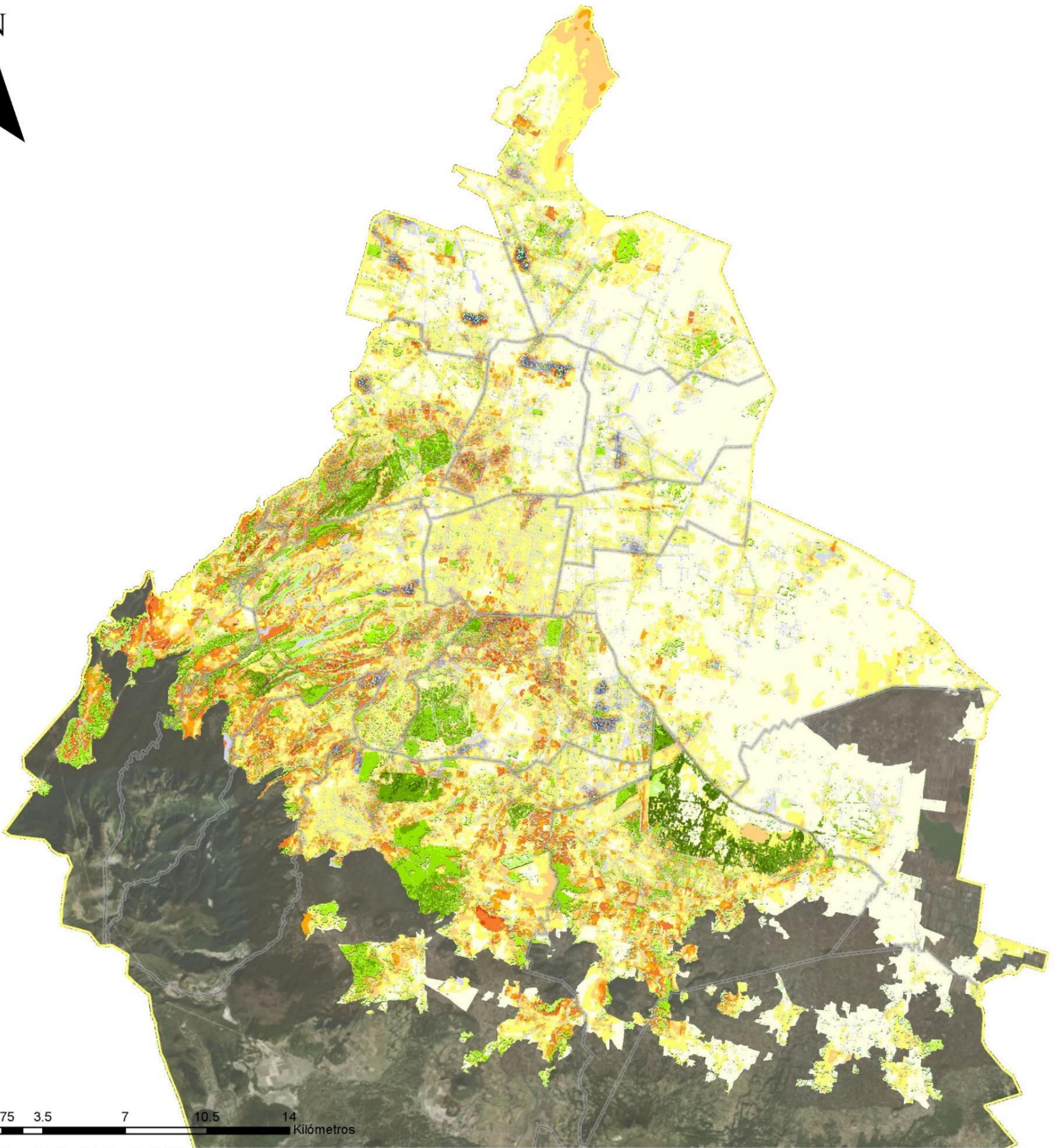
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 30. Estructura Ecológica de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia



0 1.75 3.5 7 10.5 14 Kilómetros

Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Estructura Ecológica de la Ciudad de México.

Escala: 1:175,000

Mapa: 30 de 34

#### Simbología:

##### Límites:

- Límite estatal CDMX
- Alcaldías

##### Categorías de análisis multicriterio

- |             |          |          |
|-------------|----------|----------|
| Corredores1 | Impacto1 | Parches1 |
| Corredores2 | Impacto2 | Parches2 |
| Corredores3 | Impacto3 | Parches3 |
| Corredores4 | Impacto4 | Parches4 |
| Corredores5 | Impacto5 | Parches5 |
| Corredores6 | Impacto6 | Parches6 |

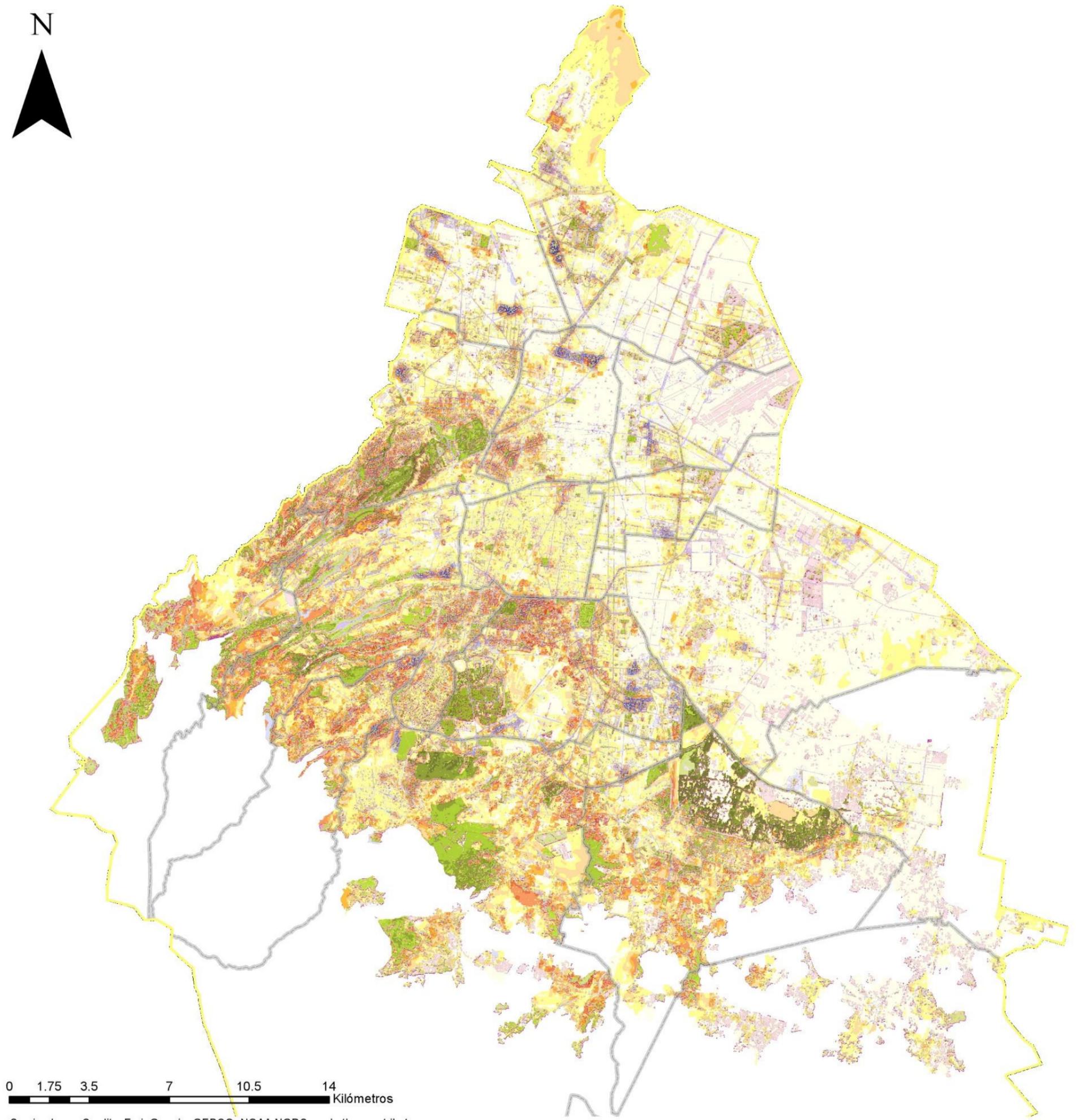
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 31. Estructura Ecológica actual con vegetación urbana total de la CDMX. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### Estructura Ecológica actual con vegetación urbana total de la CDMX.

Escala: 1:175,000

Mapa: 31 de 34

#### Simbología:

##### Límites:

- Límite estatal CDMX
- Alcaldías

##### Categorías de análisis multicriterio

- |             |          |          |
|-------------|----------|----------|
| Corredores1 | Impacto1 | Parches1 |
| Corredores2 | Impacto2 | Parches2 |
| Corredores3 | Impacto3 | Parches3 |
| Corredores4 | Impacto4 | Parches4 |
| Corredores5 | Impacto5 | Parches5 |
| Corredores6 | Impacto6 | Parches6 |

##### Vegetación Urbana Total

- Vegetación Urbana

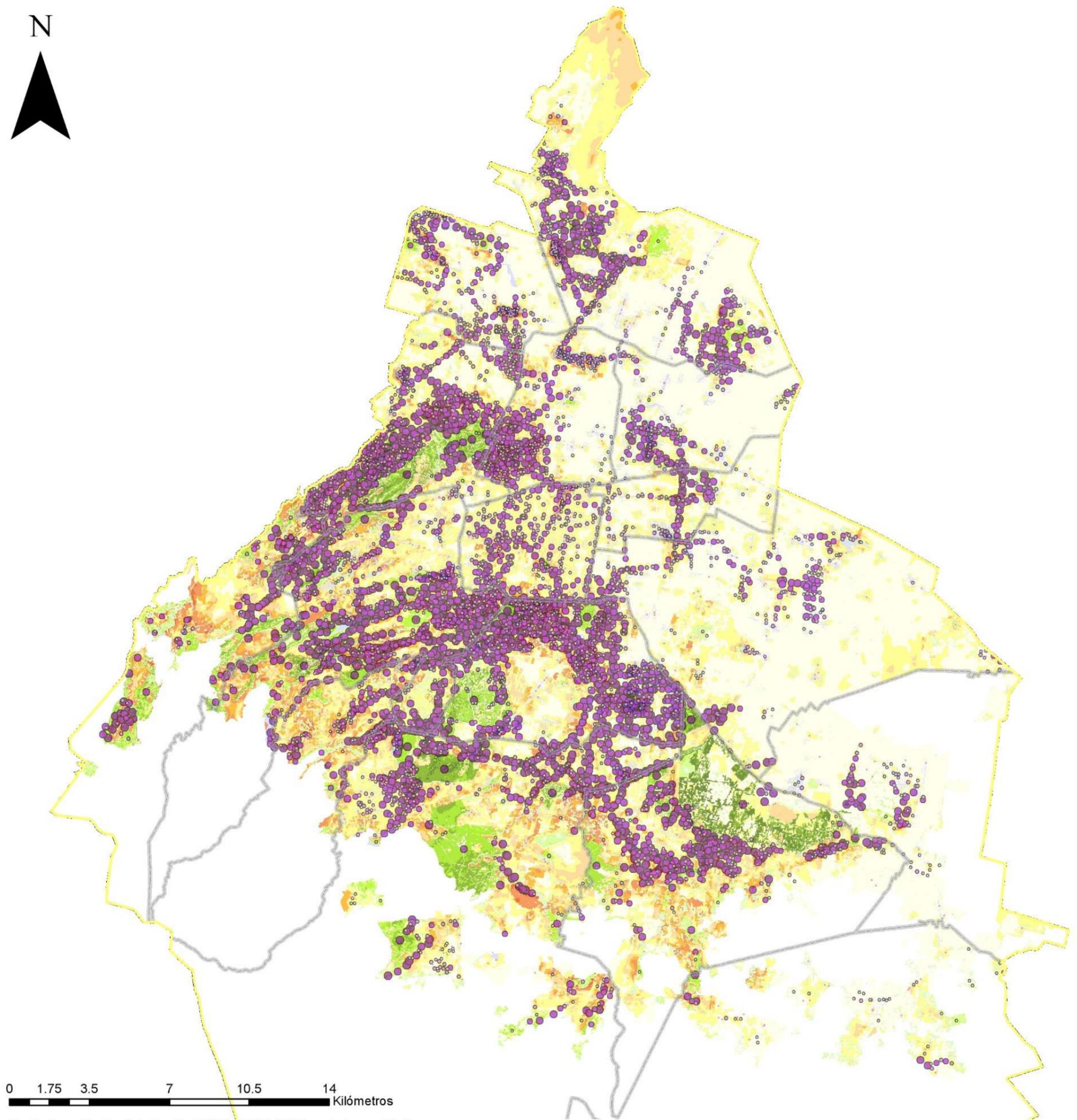
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 32. Estructura Ecológica actual con nodos puente (BC) de la CDMX. Fuente: Elaboración propia



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Estructura Ecológica actual con nodos puente (BC) de la CDMX.

Escala: 1:175,000  
Mapa: 32 de 34

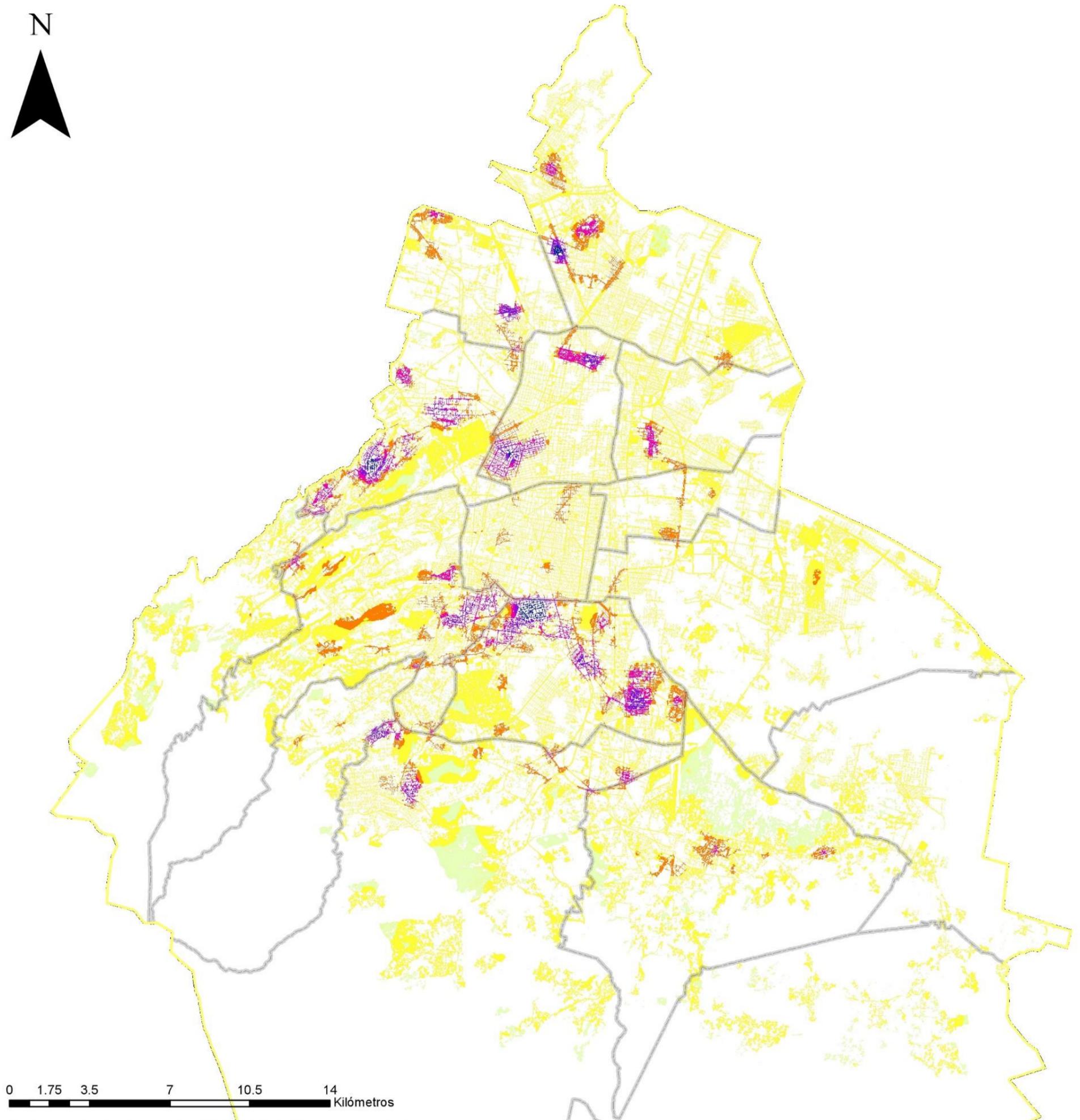
**Simbología:**

<b>Límites:</b>		<b>Categorías de análisis multicriterio</b>		
Limite estatal CDMX	Corredores1	Impacto1	Parches1	<b>500_Nodos BC_d500_</b>
Alcaldías	Corredores2	Impacto2	Parches2	
	Corredores3	Impacto3	Parches3	
	Corredores4	Impacto4	Parches4	
	Corredores5	Impacto5	Parches5	
	Corredores6	Impacto6	Parches6	

- 1 - 8,158,526
- 8,158,527 - 45,153,839
- 45,153,840 - 154,698,581
- 154,698,582 - 504,714,803
- 504,714,804 - 2,213,100,030
- 2,213,100,031 - 1,074,143,799,437

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

### Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

Corredores ecológicos de parches interconectados a 1000 metros.

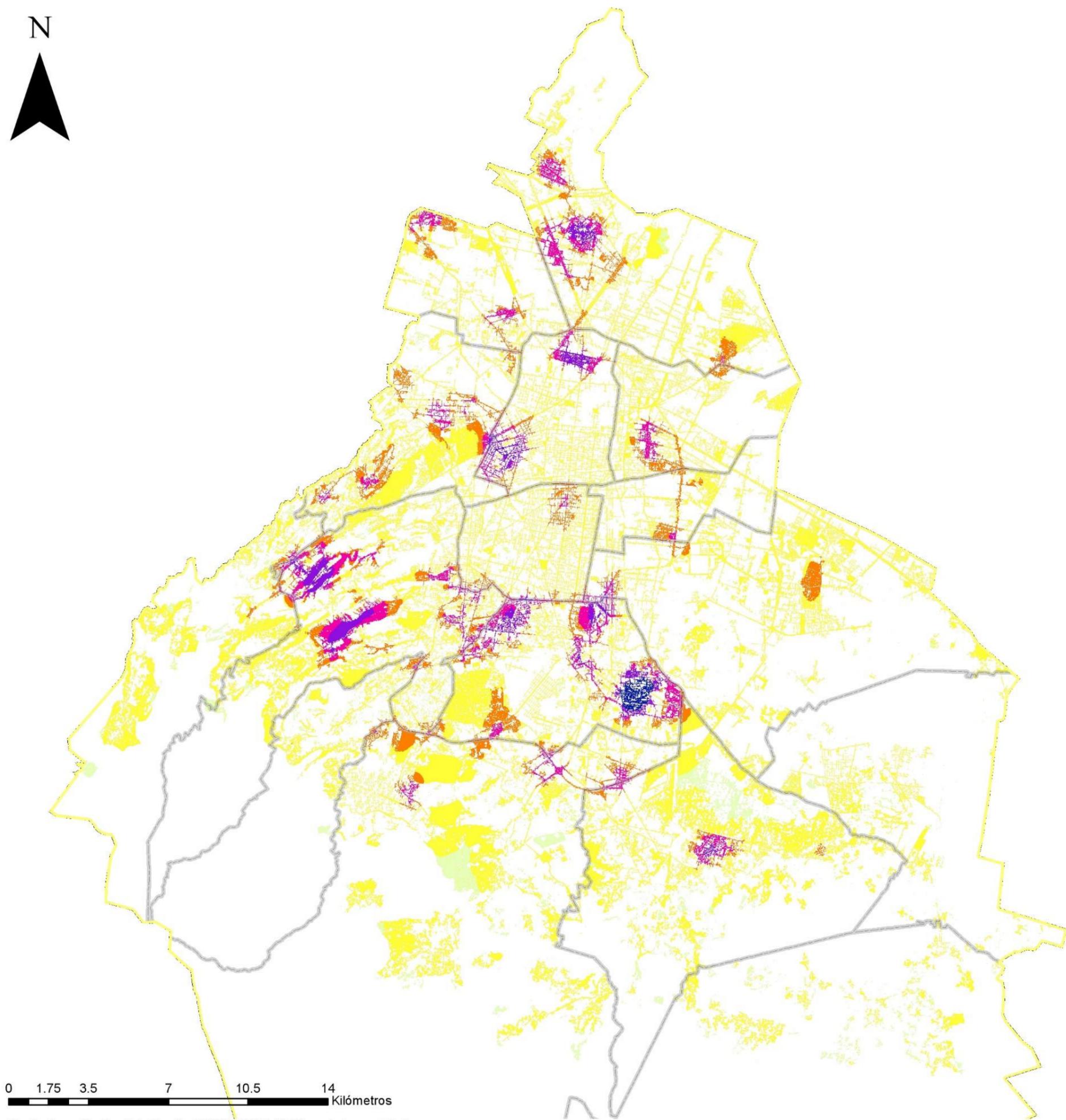
Escala: 1:175,000  
Mapa: 33a de 34

**Simbología:**

<b>Límites:</b>		<b>1000-corridor-100.0.tif</b>	<b>Parches Vegetación</b>
	Límite estatal CDMX	<b>&lt;VALUE&gt;</b>	
	Alcaldías		Parches

**Localización:**





Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - **Ánálisis Urbano Ambiental**

### Corredores ecológicos de parches interconectados a 2000 metros.

Escala: 1:175,000

Mapa: 33b de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>	<b>2000-corridor-134.0.tif</b>	<b>Parches Vegetación</b>
Límite estatal CDMX	<b>&lt;VALUE&gt;</b>	Parches
Alcaldías	No Data	
	0 - 1,359.443137	
	1,359.443138 - 2,718.886275	
	2,718.886276 - 4,444.333333	
	4,444.333334 - 7,947.513725	
	7,947.513726 - 13,333	

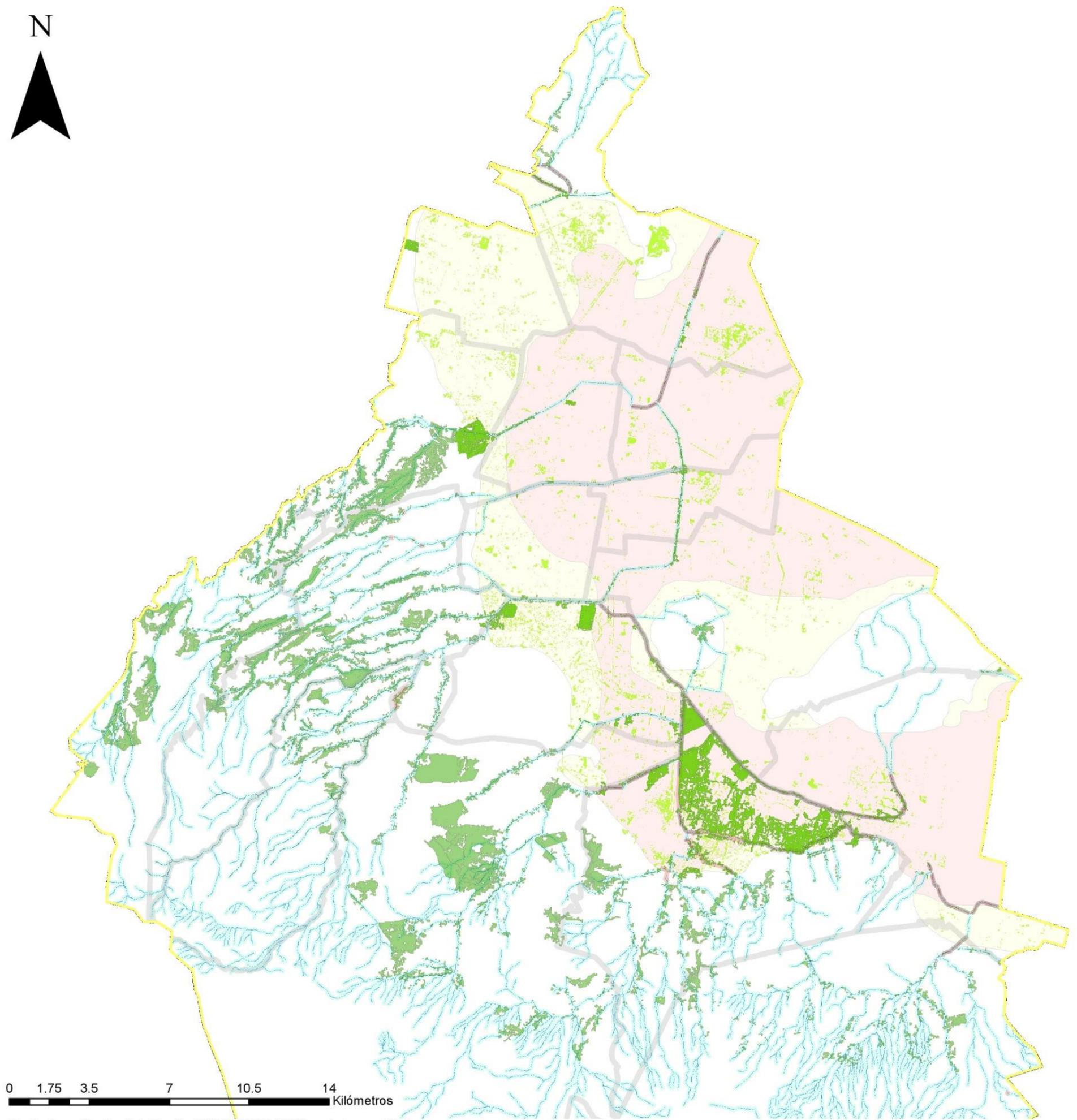
#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.

Mapa 34. Parches de Vegetación propuestos para la infiltración de agua pluvial. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)



Service Layer Credits: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors

## Ciudad de México - Análisis Urbano Ambiental

### Parches de Vegetación propuestos para infiltración de agua pluvial.

Escala: 1:175,000

Mapa: 34 de 34

#### Simbología:

<b>Límites:</b>		Parches con Escorrentías	<b>Escorrentías CDMX</b>	<b>Zonificación Geotecnica</b>
Límite estatal CDMX	Parches Drenaje Prioritario	<b>Tipo</b>	Zona II	<b>INTENSIDAD</b>
Alcaldías		CANAL	Zona III	
		CORRIENTE DE AGUA		
		LINEA CENTRAL		
		<b>Condición de Escorrentías</b>		
		<b>CONDICION</b>		
		EN OPERACION		
		FLUJO VIRTUAL		
		INTERMITENTE		
		PERENNE		

#### Localización:



Elaborado por Gerardo Ortiz Conejo. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

Fuente(s): Cartografía Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE). INEGI (2010); Catálogo de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México. PAOT (2008); (2019) Earth Observing System. All rights reserved. Encontrado en: <https://eos.com/landviewer/>.