



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD LEÓN
VULNERABILIDAD Y RESPUESTA AL CAMBIO GLOBAL

RELACIÓN ENTRE LAS DINÁMICAS DE APROPIACIÓN, Y LA FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA DE LOS
PARQUES MANZANARES Y VALLE DEL REAL, LEÓN, GTO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:

CECILIA CAROLINA TERÁN RAMÍREZ

DRA. AMAYA LARRUCEA GARRITZ (TUTORA PRINCIPAL)
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DR. JAIRO AGUSTÍN REYES PLATA (COTUTOR)
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD LEÓN

DRA. YOSUNE MIQUELAJAUREGUI GRAF (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
INSTITUTO DE ECOLOGÍA

LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO, SEPTIEMBRE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CGEP/PCS/213/2023
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 92 del 13 de junio del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Terán Ramírez Cecilia Carolina** con número de cuenta **522005268**, con la tesis titulada "Relación entre las dinámicas de apropiación social, y la funcionalidad ecológica de los parques Manzanares y Valle del Real, León, Gto.", bajo la dirección de la Dra. Amaya Larrucea Garritz y el Dr. Jairo Agustín Reyes Plata.

PRESIDENTA: DRA. ARLENE ISKRA GARCÍA VÁZQUEZ
VOCAL: MTRA. ELENA TUDELA RIV ADENEYRA
SECRETARIA: DRA. YOSUNE MIQUELAJAUREGUI GRAF
VOCAL: DR. ANTONIO HERNÁNDEZ LÓPEZ
VOCAL: DR. ERIC ORLANDO JIMÉNEZ ROSAS

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 28 de septiembre de 2023.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que me dio la oportunidad de continuar mi formación profesional en el ámbito de la sostenibilidad. Igualmente, al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, por su apoyo durante todo el proceso de la maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de mis estudios. A mi comité tutor, la Dra. Amaya Larrucea, por su calidad humana, profesionalismo y experiencia; quien me acompañó no sólo en el desarrollo de la tesis, sino en los problemas personales que pudieron afectar mi desempeño académico. A la Dra. Yosune Miquelajauregui y el Dr. Jairo Reyes, por compartir sus conocimientos y brindarme las herramientas necesarias para orientar el desarrollo de mis conocimientos.

Así como a cada uno de los profesores, por su compromiso con la transmisión de conocimiento, su entrega y simpatía. Sin olvidar a mis sinodales, quienes me compartieron sus comentarios y aportaciones que enriquecieron mi tesis.

A Dios por bríndame fuerza para salir adelante con mi carrera, y por darme una familia increíble. A mi esposo Fidel Villalpando, por todo el amor, paciencia y tiempo brindado. Quien se comportó como un tutor más de mi tesis, y me animó a diario para continuar mi proceso. Agradezco a mi bebé por portarse tan bien conmigo, y acompañarme en el camino.

A mi familia, en especial mi madre Bertha Ramirez y mi padre Jesús Terán, quienes me educaron siempre para seguir mis sueños, me otorgaron sus enseñanzas y apoyo durante toda mi vida. A mi amigo Edgar Aguilar que me acompañó a realizar mis trabajos de campo, y me otorgó su paciencia y cariño en todo el proceso. En especial, agradezco a José García, parte fundamental de la finalización en tiempo y forma de mi trabajo de investigación; y quien siempre ha estado presente en cada crecimiento personal.

Por último, y no menos importante, agradezco a los habitantes del parque Manzanares y Valle del Real, por su entusiasmo y disposición para responder las encuestas de esta tesis.

A TODAS ELLAS Y ELLOS, MIS MÁS SINCEROS AGRADECIMIENTOS.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	3
4. OBJETIVOS	3
4.1 Objetivo general	3
4.2 Objetivos específicos	3
5. MARCO TEÓRICO	4
5.1. Áreas verdes urbanas	4
5.1.1. Tipología de las áreas verdes	5
5.2. Funcionalidad ecológica de los parques urbanos.....	6
5.2.1. Funcionalidad ecosistémica: regulación climática	6
5.2.2. Funcionalidad ecosistémica: apreciación e inspiración estética	6
5.2.3. Funcionalidad ecosistémica: control de escorrentía	7
5.3. Apropiación social.....	8
5.3.1. Origen del término de la apropiación social	8
5.3.2. Definición de la apropiación social.....	9
5.3.3. Dinámicas de apropiación	9
5.4. Importancia de las dinámicas de apropiación social en la funcionalidad ecológica	10
5.5. Proyecto de estudio en el marco de las Ciencias de la sostenibilidad	11
6. ANTECEDENTES	14
7. HIPÓTESIS	17
8. MÉTODO	17
8.1 Evaluación de la funcionalidad ecológica del arbolado urbano en los parques	17

8.1.1.	Funcionalidad ecosistémica: regulación climática	18
8.1.2.	Funcionalidad ecosistémica: apreciación e inspiración estética	19
8.1.3.	Funcionalidad ecosistémica: control de escorrentía	20
8.2	Identificación de los tipos de dinámicas de apropiación social	25
8.2.1.	Identificación de los tipos de dinámicas	25
8.2.2.	Identificación de las acciones de las dinámicas de apropiación	27
8.2.2.1.	Planteamiento del cuestionario.....	28
8.2.2.2.	Selección del tamaño de la muestra y población objetivo	31
8.3	Análisis de la relación entre las dinámicas de apropiación y la funcionalidad ecológica	32
9.	RESULTADOS.....	40
9.1.	Funcionalidad ecológica del arbolado urbano en los parques urbanos.....	40
9.1.1.	Funcionalidad ecosistémica: regulación climática	42
9.1.2.	Funcionalidad ecosistémica: apreciación e inspiración estética	44
9.1.3.	Funcionalidad ecosistémica: control de escorrentía	47
9.2.	Tipos de dinámicas de apropiación social	50
9.2.1.	Comportamiento de los tipos dinámicas de apropiación	51
9.2.2.	Acciones ecológicas de las dinámicas de apropiación social	54
9.2.2.1.	Resultados de la aplicación de las encuestas	56
9.3.	Relación entre las acciones de las dinámicas de apropiación y las FE's	63
9.3.1.	Parque Manzanares.....	64
9.3.2.	Parque Valle del Real.....	71
10.	DISCUSIÓN.....	77
11.	CONCLUSIONES.....	83
12.	REFERENCIAS	85

1. RESUMEN

El análisis social ha sido un elemento ampliamente omitido en la planificación de las áreas verdes urbanas. Los proyectos desarrollados por los organismos responsables se centran en estrategias de adaptación al cambio climático, basadas solamente en el aspecto ambiental o social. Se pasa por alto el considerar estudios, que evalúen cómo las dinámicas de apropiación social se asocian con el bienestar ambiental, para mejorar la funcionalidad ecológica del arbolado en las áreas verdes urbanas.

La presente investigación tiene como objetivo llenar este vacío, analizando si las acciones realizadas por diferentes dinámicas de apropiación social son un factor, que favorece la funcionalidad ecológica arbórea en los parques Manzanares y Valle del Real, ubicados en León, Gto. Para lograr este objetivo, se utilizaron imágenes satelitales (landsat 8-9), se realizaron observaciones en campo y se encuestó a una muestra total de 75 usuarios. Los resultados obtenidos, revelan que las acciones de las dinámicas pueden beneficiar sólo a ciertos indicadores de funcionalidad ecológica. Esto suscitó la discusión sobre la influencia de otros factores externos que intervienen en el sistema. Además, se concluyó que la apropiación de estas dinámicas fomenta la movilización de recursos locales, para gestionar de manera sostenible las áreas verdes.

ABSTRACT

Social analysis has been widely overlooked in the planning of urban green areas. The projects formulated by the responsible organizations are focused on planning strategies for climate change adaptation; purely based on the environmental or social aspects. The consideration of studies that assess how social appropriation dynamics are associated with environmental well-being, to improve the ecological functionality of tree in urban green areas, is overlooked.

The aim of this research is to fill this gap by analyzing whether the actions carried out by different social appropriation dynamics are a factor that favors the ecological functionality of trees in Manzanares and Valle del Real parks, located in León, Gto. To achieve this objective, satellite images (Landsat 8-9) were used, field observations were conducted, and a total sample of 75 users was surveyed. The results obtained reveal that the actions of the dynamics can only benefit certain indicators of ecological functionality. This sparked a discussion about the influence of

other external factors that intervene in the system. Furthermore, it was concluded that the appropriation of these dynamics promotes the mobilization of local resources to manage green areas sustainably.

2. INTRODUCCIÓN

Las áreas verdes proveen diversidad de funciones ecológicas (FE's) en gran medida por la vegetación existente, como árboles, arbustos y herbáceas (Veerkamp et al, 2021). Sin embargo, en la ciudad de León estas áreas presentan una degradación constante, que disminuye sus FE's y las hace vulnerables al cambio climático (IMPLAN, 2020). Sobre todo, porque se insertan en entornos urbanos, que son ambientes con invariables procesos de transformación (Higinio, 2020).

De lo anterior, se han derivado proyectos municipales para proteger y conservar los ecosistemas urbanos; como el *Inventario del Arbolado Urbano en Parques y Vialidades (DGMA, 2020)*, *Manual de Gestión para la Infraestructura Verde (IMPLAN, 2020)* y *la Estrategia Integral de Áreas Verdes (IMPLAN, 2012)*. No obstante, las limitaciones municipales presupuestarias dificultan su mantenimiento. Tan sólo del año 2022 a 2023, el presupuesto asignado a la Dirección General de Medio Ambiente se redujo en un 13.62% (Ayuntamiento de León, 2022 y 2023).

En cualquier caso, los proyectos planteados se basan en enfoques unidimensionales, ya sea en el aspecto ambiental o social (Arango et al, 2021), sin considerar un análisis integrado (IMPLAN, 2021). Los Sistemas socio-ecológicos (SES) y AMESH (Metodología Adaptativa para la Sostenibilidad y Salud del ecosistema) son dos marcos que reconocen la importancia de conjuntar los enfoques ecológicos y socioculturales para promover la sostenibilidad y la salud del ecosistema (Astier, 2008; Walter et al, 2005; Ostrom, 2008); que permitan asegurar su capacidad para proveer funcionalidades ecológicas.

Aquí radica la importancia de las dinámicas de apropiación social, al ser consideradas como un elemento que propicia comportamientos ecológicos y fomentan, en cierta medida, la autogestión del manejo de las áreas verdes para enfrentar la crisis climática actual (Malambo, 2017; Waltner et al, 2005). Se toma en consideración que las personas asignan significado, identidad y simbolismo a las zonas del espacio en que se arraigan, cuidando así, de ellas (Pol et al., 2005; Torres, 2014; Cala, 2022).

Para la selección de las áreas de estudio, se tomó como referencia el *Inventario de arbolado urbano en parques y vialidades de León* (DGMA, 2020), que clasifica las áreas verdes de la ciudad según su nivel de funcionalidad ecológica. De ahí, se seleccionó el parque Manzanares, que presenta buena funcionalidad, en contraste con el parque Valle del Real, considerado de funcionalidad baja. La disparidad entre el estado de ambos parques brindó la oportunidad de analizar y comparar, cómo los tipos de dinámicas de apropiación social y las acciones que realizan, pueden influir en esta diferencia. Es importante destacar que, debido a la falta de información sobre el proceso metodológico del inventario, fue necesario reevaluar la funcionalidad ecológica en ambos parques. Para ello, se tomó como referente el arbolado urbano, que es el elemento más predominante en las áreas verdes, y el más viable de estudiar en comparación con herbáceas y arbustos (Aiub, 2019).

La crisis ambiental que se vive en la actualidad debe ser vista desde la perspectiva de un sistema socio-ecológico, que ayude a comprender la complejidad y las distintas dimensiones de ella (García, 2015). De esta manera, se busca generar conocimiento que contribuya con la sostenibilidad de las áreas verdes de la ciudad; apeándose con los objetivos 3, 11 y 13, de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015) y la Declaración de Quito sobre la Nueva Agenda Urbana (Naciones Unidas, 2017).

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influyen las acciones de las diversas dinámicas de apropiación social, en el estado de la funcionalidad ecológica de cada parque?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Analizar si las acciones de las diferentes dinámicas de apropiación social son un factor, que favorece la funcionalidad ecológica del arbolado presente en los parques Manzanares y Valle del Real, León, Gto.

4.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la funcionalidad ecológica del arbolado urbano en los parques Manzanares y Valle del Real.

2. Identificar los tipos de dinámicas de apropiación social presentes en los parques, analizando las acciones ecológicas que realizan.
3. Relacionar las dinámicas de apropiación social y sus acciones, con la funcionalidad ecológica de cada parque.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Áreas verdes urbanas

Las áreas verdes urbanas juegan un rol importante en la mitigación al cambio climático. Son espacios que promueven la salud física y mental de la población, la conectividad ecológica y movilidad sostenible, la resiliencia urbana, filtración de agua, mejora en la calidad del aire, restauración de hábitats, atracción turística, reducción de las islas de calor, y la renovación del espacio público (Kim, 2019).

Las primeras iniciativas para incorporar áreas verdes como parte del entramado urbano se remontan al contexto europeo y estadounidense de año 1810. Estas ideas fueron fuertemente influenciadas por el romanticismo, que abogaba por una mayor interacción con la naturaleza. Hacia 1843 los espacios verdes son vistos en el parlamento inglés como un recurso para mejorar la salud de la población. Un ejemplo muy citado es la “Ciudad jardín” propuesta por el británico Ebenezer Howard en 1902. La obra consistió en un poblado rodeado por un cinturón verde de extensos parques públicos y áreas de recreación (Peña, 2008).

Entre 1910 y 1940 en Estados Unidos surgió un movimiento llamado “Ciudades bellas” que promovieron el desarrollo de parques. Sin embargo, las Ciudades bellas y la Ciudad jardín perdieron la atención, pues la planificación de áreas verdes se comenzó a enfocar desde la perspectiva recreativa y deportiva (Cliff, 1982). Durante esta primera etapa, las bases ideológicas constructivas de estos espacios no consideraban como prioridad los aspectos ambientales. Es hasta 1987 con el surgimiento del Informe de Brundtland, que los países enfocan sus esfuerzos a alcanzar el Desarrollo sostenible. Aunque en un comienzo el concepto de Desarrollo sostenible estuvo orientado al crecimiento económico, con el pasar de los años, se reconoce la importancia de diseñar políticas y marcos institucionales económicamente viables, ecológicamente factibles y socialmente aceptables (Peña, 2008).

5.1.1. Tipología de las áreas verdes

Las áreas verdes se han definido de diferentes formas como bosque urbano, espacios verdes, corredores verdes, estructura verde, y el más reciente, infraestructura verde. Peña (2008) realizó un análisis sobre estas terminologías que pueden ser apreciadas en la siguiente ilustración.

Ilustración 1. Análisis de la tipología de las áreas verdes

Características	
Bosque urbano	<ul style="list-style-type: none">- Utilizado comúnmente en dependencias gubernamentales e instituciones estadounidenses- Su definición referencia a la foresta urbana- Es limitativo al relacionarse y enfatizar únicamente en el bosque
Estructura verde	<ul style="list-style-type: none">- Introducido oficialmente en la Ley de Planeación y Edificación de Suecia en 1994, para elaborar programas verdes en ciudades de cierto rango, sin embargo, el concepto, aunque novedoso y aceptado, recibió críticas por ser excluyente de las relaciones con otros elementos de la ciudad
Corredores verdes	<ul style="list-style-type: none">- Espacios abiertos lineales protegidos para la conservación o la recreación- Generalmente aplicable para elementos como ríos, bordes, cañadas, costas o elementos artificiales como canales- Se basan en la función ecológica y la preservación de la biodiversidad, requiriendo que se encuentren articulados para su óptimo funcionamiento.- La crítica a este concepto es porque no se requiere necesariamente la interconexión entre sí para su adecuado funcionamiento en la ciudad
infraestructura verde	<ul style="list-style-type: none">- Comprende una red de espacios naturales, seminaturales y artificiales con multifunciones ecológicas alrededor y dentro de las áreas urbanas, que pueden contribuir a la conservación de la naturaleza y promoción de la salud pública.- Se le realiza la misma crítica que el concepto de "corredores verdes"
Espacios verdes	<ul style="list-style-type: none">- El concepto es más amplio que los anteriores, al involucrar no sólo espacios constituidos por vegetación- Término utilizado comúnmente en el contexto europeo- Su enfoque es de uso recreacional y contribución ambiental a centros urbanos

Fuente: elaboración propia con base en Peña, 2008

Se concluye que cada terminología es definida acorde a la regionalización del lugar. Por ejemplo, en Estados Unidos es el bosque urbano y en Europa son espacios verdes. En México se suele utilizar mayormente el término áreas verdes (Peña, 2008) definidas como aquel espacio urbano constituido predominantemente por árboles, arbustos, herbáceas u otra vegetación. Se clasifican acorde con los usos, funciones y beneficios que cumpla en el tejido social y urbano (Reyes et al, 2018; Morales et al, 2018). Caporusso et al (2008) consideran que estos espacios deben contener, en al menos el 70% de su espacio, zonas con vegetación y suelo permeable. En el caso específico de las áreas verdes de tipo parque urbano, se considera que la superficie vegetal debe ser igual o mayor al 50% (Benítez, 2019).

Acorde con el Reglamento para la Gestión Ambiental del Municipio de León, las áreas verdes se clasifican en dos tipos: jardín público (áreas con superficie menor a diez mil metros cuadrados) y parque urbano (con superficie igual o mayor a diez mil metros cuadrados). La investigación de este proyecto evalúa dos áreas verdes clasificadas como parques urbanos; Manzanares con una superficie de 1.02 hectáreas, y Valle del Real con 2.18 hectáreas.

5.2. Funcionalidad ecológica de los parques urbanos

Lindig (2017) define la funcionalidad ecológica (FE's), como los procesos que ocurren como consecuencia de la actividad de los seres vivos, y afectan tanto en ellos mismos como en los componentes abióticos del ecosistema. La regulación climática, regulación del ruido, entretenimiento, salud mental y física, entre otros; son ejemplos de FE's que brinda el arbolado de las áreas verdes urbanas (Porcar, 2019).

Para efectos de la presente investigación, se seleccionaron tres tipos de funcionalidad ecológica a evaluar: regulación climática, apreciación e inspiración estética, y control de escorrentía; que son medidas a través de cinco indicadores biofísicos. La selección de estas FE'S e indicadores se determinó a partir de los principales problemas que enfrenta la ciudad de León. Estos son la presencia de islas de calor urbano, pérdida de cobertura vegetal y encharcamientos (IMPLAN, 2020).

5.2.1. Funcionalidad ecosistémica: regulación climática

Indicador 1. Índice de Temperatura Superficial (LST). Es una medida que se utiliza para evaluar el estado térmico de la superficie terrestre, especialmente en áreas urbanas (Hind, 2019). Por ejemplo, Morán et al (2020) estimaron el LST, para evaluar los efectos de la isla de calor urbana en el suburbio de Rosebank en el norte, y 7 el municipio de Soweteo, al sur de Johannesburgo. Sus resultados mostraron que Soweto era 2.58°C más caliente que Rosebank.

5.2.2. Funcionalidad ecosistémica: apreciación e inspiración estética

Ante la disminución de la cobertura vegetal en la ciudad de León (IMPLAN, 2020), se optó por medir los indicadores dos y tres para evaluar el estado del arbolado en los parques estudiados. En referencia a esto, Pocar (2019) y Laforteza et al (2019) han señalado, que la presencia de vegetación puede formar parte de la funcionalidad "Apreciación e inspiración estética", ya que es

a través de esta dimensión, que la población suele percibir principalmente los beneficios de las áreas verdes. Por tanto, este estudio ha incorporado ambos indicadores biofísicos dentro de esta categoría específica.

Indicador 2. Porcentaje de cobertura vegetal. Es la capa de vegetación natural que cubre una superficie, y está compuesta por una diversidad de biomasa. Según Porcar (2019), existen tres tipos de gamas vegetativas: alta, media y baja. La vegetación alta incluye árboles de más de 5 metros; la media, refiere a plantas leñosas entre 1 y 5 metros. Por último, la vegetación baja está representada por herbáceas y plantas no leñosas. Para esta investigación, se tomó como referencia la vegetación alta, es decir, los árboles presentes en parques Manzanares y Valle del Real.

Indicador 3. Índice de Vegetación Normalizada (NDVI). Este índice se utiliza para medir el verdor y salud de la vegetación, mediante el análisis de imágenes satelitales, que capturan la radiación en longitudes de ondas rojas e infrarrojas cercanas. El NDVI proporciona una representación visual, en la que se resaltan los píxeles relacionados con la presencia de vegetación, la cantidad de producción de biomasa, el estado de salud de las plantas, y los cambios en la vegetación a lo largo del tiempo (Morán et al, 2020; Beltrán, 2017).

5.2.3. Funcionalidad ecosistémica: control de escorrentía

Indicador 4. Capacidad de filtración del suelo. La infiltración es el proceso mediante el cual el agua de la superficie penetra el suelo, a través de aberturas y poros de distintos tamaños. Existen varios factores que influyen en la capacidad de filtración del suelo. Por ejemplo, la presencia o ausencia de vegetación puede influir en el tiempo y la duración de la escorrentía de agua. Los suelos que conservan una vegetación adecuada demuestran una mayor capacidad y velocidad de infiltración, en comparación con los suelos desprovistos de vegetación (Villalba et al, 2022).

En la actualidad, las áreas verdes de León enfrentan condiciones ambientales adversas debido a la pérdida de cobertura vegetal (IMPLAN, 2020). Esto conlleva a una disminución en la actividad biológica y, como resultado, a una reducción de la porosidad del suelo (Villalba et al, 2022). Por lo tanto, resulta indispensable evaluar las condiciones del suelo en términos de su capacidad para filtrar el agua.

Indicador 5. Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI). Es una herramienta indirecta que se utiliza para evaluar el estrés hídrico en árboles. Este índice se basa en la diferencia entre la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) y la reflectancia en el verde (GREEN) y se utiliza para cuantificar la presencia y distribución del agua en las superficies terrestres (EOS, 2023; Campaña et al, 2021; Villatoro, 2021).

Cuando los árboles experimentan estrés hídrico, es decir, sufren una falta de agua adecuada para satisfacer sus necesidades, pueden mostrar cambios en su contenido de agua y en sus características espectrales. Estos cambios pueden ser detectados mediante el NDWI, ya que la falta de agua en los tejidos de las plantas puede resultar, en una disminución en la reflectancia en el infrarrojo cercano y un aumento en la reflectancia en verde (EOS, 2023; Campaña et al, 2021; Villatoro, 2021).

5.3. Apropiación social

5.3.1. Origen del término de la apropiación social

Weber vinculaba la apropiación con dos conceptos “derecho” y “propiedad”. Según su definición, el derecho tenía un sentido socioeconómico y la propiedad se refería a una probabilidad hereditariamente apropiada (Torres, 2011). La concepción de apropiación de Weber se acerca a lo que podría considerarse como “lo propio del hombre, el hacer que”. Esta visión implica un escenario de dominación, en el que el ser humano es quien determina cómo se debe ejercer el control sobre el espacio (Martínez, 2014).

En 1976, Perla Korosec-Serfaty introdujo el término “apropiación”, en el ámbito de la psicología del espacio en la ciudad de Estrasburgo. Para la autora, la apropiación es un proceso dinámico de interacción de la persona con su entorno. No se trata simplemente de adaptarse al espacio, sino de dominar sus significados. En otras palabras, el espacio no se ve como un objeto de posesión, como planteaba Weber; sino como un espacio que se utiliza, se cuida y se convierte en parte de la vida de la comunidad (Cabrera, 2012; Vidal et al, 2005).

En 1983, Proshansky, Fabian y Kaminoff establecieron una relación entre la apropiación y la identidad del lugar. En este mismo año, Graumann identificó tres procesos que, de manera

dialéctica, generan la continuidad y el cambio en la identidad del lugar: identificar el entorno, ser identificado por el entorno e identificarse con el entorno (Cabrera, 2012).

Influenciado por la intuición marxista, Lefebvre introdujo nuevas esferas conceptuales y amplió los tres procesos de identidad del lugar planteados por Graumann. Para Lefebvre, la apropiación implica tres momentos distintos: el espacio percibido, el espacio concebido y el espacio vivido. El espacio percibido se refiere a la forma en que los usuarios experimentan un determinado lugar. El espacio concebido son las representaciones mentales que se tienen del lugar. Por último, el espacio vivido comprende la percepción que los habitantes tienen del espacio (Martínez, 2014).

5.3.2. Definición de la apropiación social

La apropiación social se refiere al proceso por el cual, tanto los individuos como comunidades se apropian de los espacios urbanos, dotándolos de significado y generando un sentido de pertenencia y uso colectivo (Molano, 2016). Lefebvre sostiene que la apropiación social no se limita únicamente a la ocupación física de los espacios, sino que implica la construcción de relaciones y prácticas sociales que transforman y moldean el entorno urbano (Martínez, 2014; Borja, 2019).

5.3.3. Dinámicas de apropiación

Las dinámicas de apropiación social son los procesos y acciones, mediante los cuales las personas o grupos se apropian de un espacio físico o social, y lo utilizan de acuerdo con sus necesidades, intereses y prácticas culturales. Estas dinámicas están relacionadas con el sentido de pertenencia, la identidad cultural y la expresión de la comunidad en el espacio público. No se limitan únicamente a los aspectos físicos del entorno, sino que también incluyen las dimensiones sociales, culturales y políticas que influyen en la configuración y uso del espacio (Torres, 2014; Gómez et al, 2013).

En otras palabras, las dinámicas de apropiación social se refieren a las actividades cotidianas, que las personas realizan en un determinado lugar, así como a las interacciones sociales que se generan en ese espacio. Por ejemplo, un grupo de vecinos podría organizar actividades de jardinería comunitaria en el parque, plantando flores y cuidando de las áreas verdes. Otro grupo podría utilizar una sección del parque para realizar actividades físicas como yoga o clases de baile.

Los niños podrían jugar en los juegos infantiles y los adultos podrían sentarse en los bancos para descansar o socializar (Cala, 2022; Scantlebury, 2019).

5.4. Importancia de las dinámicas de apropiación social en la funcionalidad ecológica

Las dinámicas de apropiación social en parques urbanos son esenciales para la funcionalidad ecológica del arbolado. Estos espacios públicos fomentan interacciones entre las personas y el entorno, contribuyendo a la construcción física, simbólica, cultural y política del lugar (Cala, 2022). Este proceso de apropiación fortalece el apego al parque y mejora las relaciones sociales (Cala, 2022; Vidal, 2005). Durante estas interacciones, las personas generan huellas ecológicas que impactan positiva o negativamente en el entorno (Jasso, 2016). El parque urbano se convierte así en un espacio dinámico donde las acciones humanas influyen en el ecosistema.

El concepto de apropiación social proporciona un marco útil para comprender mejor estas interacciones (Vidal, 2005). La apropiación social se entiende en dos dimensiones: la acción-transformación, donde las personas interpretan la experiencia compartida y dan significado al entorno. Esto motiva a las personas a emprender acciones individuales o colectivas para transformar el espacio, y dejar su propia huella en él. La identificación simbólica-cultural, por otro lado, implica que las personas se identifican con el entorno a través de la huella que han dejado, atribuyendo características del entorno como elementos definatorios de su identidad.

La gestión adecuada de los parques urbanos desde una perspectiva de sostenibilidad es esencial, ya que las dinámicas de apropiación social y las conductas ecológicas están estrechamente relacionadas. Malambo (2017) y Calderón et al (2007) llevaron a cabo un estudio, para evaluar cómo la apropiación social influye en los comportamientos ecológicos; es decir, en acciones que contribuyen al cuidado o preservación del medio ambiente. Los resultados reflejaron una asociación entre las conductas ecológicas, y los factores conductuales y cognitivos, producto de la apropiación social. Además, se identificó que estos factores pueden dar lugar a diferentes tipos de dinámicas de apropiación social, lo que, a su vez, puede influir en la manifestación de diversas conductas ecológicas con efectos variados.

Lo anterior se respalda en el marco AMESH (Metodología Adaptativa para la Sostenibilidad y Salud del ecosistema) de Waltner et al (2005), que forma parte de los 13 marcos de evaluación de la

sostenibilidad citados por Astier et al (2008). AMESH proporciona orientación para investigar sistemas complejos, reconociendo la importancia de integrar enfoques ecológicos y perspectivas socioculturales, en esfuerzos dirigidos a la sostenibilidad y la salud de los ecosistemas (Astier et al, 2008). Esta investigación también incorpora aspectos del marco de los sistemas socio-ecológicos (SES), que son respaldados por Preiser (2018).

Desde ambos marcos, los estudios ecológicos aportan datos relacionados con el contexto biofísico del ecosistema, mientras que las perspectivas socioculturales reflejan el conocimiento de la población sobre el manejo del ecosistema (Waltner et al, 2005; Ostrom, 2009). Por su parte, AMESH sostiene que los sistemas ecológicos son necesarios para los procesos de autoorganización de los sistemas sociales, y a su vez, los sistemas sociales pueden alterar las estructuras de los sistemas ecológicos. Por ejemplo, la tala de árboles y la pavimentación pueden provocar islas de calor, que modifican el microclima local de un área verde, y en consecuencia para el sistema social (Waltner et al, 2005).

En resumen, las dinámicas de apropiación social en los parques urbanos son vitales para el funcionamiento ecológico de los árboles, y la gestión sostenible de estos espacios. Estas dinámicas involucran la participación de la comunidad, fomentan el sentido de pertenencia hacia la naturaleza, y tienen un impacto en el comportamiento ecológico (Calderón et al, 2007). Comprender y promover estas dinámicas es esencial para conservar los parques urbanos, y mejorar la calidad de vida de la comunidad. Para promover el desarrollo del comportamiento ecológico, es necesario conocer cómo las personas utilizan y se apropian de su entorno (Calderón et al, 2007; Vidal, 2005). Por ello, esta tesis se centra en el análisis de los tipos de dinámicas de apropiación social, como referente de los hechos o acciones que forman parte de la memoria colectiva de la población; un enfoque fundamental para avanzar hacia una gestión más sostenible de las áreas verdes urbanas.

5.5. Proyecto de estudio en el marco de las Ciencias de la sostenibilidad

La presente investigación, además de adherirse al marco de sostenibilidad AMESH y los sistemas SES, considera los fundamentos establecidos en el derecho a la ciudad (Molano, 2016). Lefebvre define este derecho como el acceso a los servicios básicos de bienestar, que incluyen calidad

ambiental, confort, vivienda, servicios, y el uso del espacio público. En este contexto, la investigación explora dos conceptos fundamentales: la ciudad y lo urbano. Lefebvre argumenta que la ciudad está principalmente influenciada por políticas públicas, dejando de lado las intervenciones sociales. Mientras que lo urbano es la obra de los ciudadanos, la esencia de la ciudad, que escapa de la fiscalización de poder (Molano, 2016).

En este sentido, las dinámicas de apropiación social se conectan con el derecho a la ciudad al enfatizar la importancia de la participación activa de la comunidad en la transformación y gestión de los espacios urbanos, promoviendo la diversidad cultural. A su vez, la sustentabilidad entra en juego al permitir la planificación de espacios verdes con una connotación urbana, considerando las relaciones sociales que ocurren en el espacio, y que propician equidad y acceso, planificación y diseño de espacios que minimicen el impacto ambiental. Involucrar la participación social promueve comportamientos ecológicamente responsables, al empoderar las dinámicas de apropiación social, y permitir que la identidad y cultura de la comunidad, se expresen a través de la transformación de los espacios urbanos. Finalmente, esto se reflejaría en una funcionalidad ecosistémica más efectiva de las áreas verdes.

Por lo anterior, este proyecto se alinea con los objetivos de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. En el objetivo 3, promueve áreas verdes bien mantenidas y accesibles en las ciudades para fomentar un estilo de vida activo y saludable. En el objetivo 11, contribuye a la cohesión social y la calidad de vida, logrando ciudades más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Finalmente, en el objetivo 13, la apropiación social en las áreas verdes fomenta la autoorganización para conservar la funcionalidad ecosistémica (Naciones Unidas, 2015). Además, el proyecto se adhiere a la Declaración de Quito sobre la Nueva Agenda Urbana, que aboga por ciudades inclusivas, resilientes y sostenibles; promoviendo los derechos humanos, la igualdad y la participación de la comunidad en la planificación y gestión urbana (Naciones Unidas, 2017).

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo con visión al 2045, elaborado por el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN, 2021), establece que la planificación urbana en la ciudad de León se enfoca en un modelo de sustentabilidad. No obstante, los instrumentos de política pública, relacionados con la gestión de áreas verdes, no cumplen con las expectativas necesarias

para lograr este objetivo. Al analizar los tres instrumentos municipales citados en el apartado de la introducción¹, se plantean dos cuestionamientos.

El primer cuestionamiento, se relaciona con que los proyectos propuestos por las dependencias gubernamentales siguen orientados hacia un enfoque de desarrollo sustentable, considerado anticuado, debido a una interpretación limitada del término. Se critica que este enfoque se centra en el desarrollo económico, lo cual carece de sentido en relación con los instrumentos de política pública (De Segura, 2014; Brundtland, 1987). El segundo cuestionamiento se centra en las estrategias planteadas para la gestión de las áreas verdes, pues se enfocan en aspectos ambientales o sociales, sin abordar la integración y las interconexiones necesarias para la sostenibilidad. Esto puede resultar en soluciones parciales y no tener en cuenta los efectos secundarios no deseados. El enfoque fragmentado y la falta de consideración adecuada de los aspectos sociales, económicos y ambientales pueden generar tensiones y conflictos entre los objetivos de desarrollo económico, protección ambiental y justicia social (Hopwood et al, 2005; Kates, 2011).

A pesar de las controversias en torno al concepto de sostenibilidad, se reconoce que su enfoque se basa en comprender las interrelaciones entre los sistemas sociales y ambientales (Kates, 2011; Sala et al, 2015; Asteri et al, 2008). Por lo tanto, este proyecto surge como una respuesta necesaria para abordar el desafío de la sostenibilidad, especialmente en la planificación de áreas verdes urbanas. La visión de este proyecto también se enmarca con los principios de sostenibilidad, que han evolucionado y fortalecido a medida que se avanza hacia un futuro más sostenible. Estos principios incluyen los límites planetarios, equidad intergeneracional, justicia social y equidad, y resiliencia; los cuales proporcionan orientación actualizada para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos contemporáneos (Rockström, 2009; United Nations, 2015; Ross, 2019; Gibson, 2006).

¹ Manual para la Gestión de Infraestructura Verde en la ciudad de León, Estrategia Integral de Áreas Verdes e Índice de Biodiversidad Urbana.

6. ANTECEDENTES

En la ciudad de León, la problemática de la planificación territorial se manifiesta en el manejo deficiente del arbolado urbano, lo que amenaza las funcionalidades ecológicas. Según el inventario realizado por el municipio, se estima que sólo el 11.8% de los árboles en la ciudad cuentan con buena cobertura de copa. La mayor parte de esta cobertura se encuentra en la zona nor-oeste de la ciudad, donde hay una mayor distribución de parques públicos y áreas naturales, especialmente en fraccionamientos residenciales (IMPLAN,2020).

En respuesta a esta situación, el municipio llevó a cabo el Inventario de arbolado urbano (DGMA, 2020) en 16 parques de la ciudad, con el objetivo de determinar el estado del arbolado y desarrollar un plan de manejo en estas áreas. Sin embargo, debido a la falta de información metodológica, este documento no pudo servir como referencia para conocer la funcionalidad ecológica, en los parques de estudio Manzanares y Valle del Real (ubicados al sureste de la ciudad); lo que hizo necesario realizar una nueva evaluación (ver marco teórico y metodología). A pesar de esto, el inventario si proporciona datos generales sobre el arbolado urbano, recolectados en campo por un equipo de Ing. Agrónomos, de la Dirección General de Medio Ambiente de León.

El parque Valle del Real, ubicado en la misma colonia, cuenta con un total de 363 árboles distribuidos en una superficie de 2.18 hectáreas. La especie predominante es el Mezquite (*Prosopis laevigata*), que representa el 88% del arbolado. En cuanto al estado sanitario de los árboles, aproximadamente el 1% se encuentra en condición muerta, el 60% en estado muriendo, el 35% crítico y el 4% en condición mala (aprox) (DGMA, 2020).

Por su parte, el parque Manzanares, también ubicado en la misma colonia, abarca una superficie de 1.02 hectáreas; y cuenta con 292 árboles. Las especies predominantes son *Casuarina equisetifolia* (36%), *Schinus terebinthifolia* (21%), *Ficus benjamina* (11%), y *Schinus molle* (7%); que en conjunto representan el 80% de la población arbórea y se consideran como referencia de la biodiversidad en el parque (DGMA,2020). El 2% del arbolado está en condición muerto, 48% muriendo, 42% crítico, 6% malo, 1% aceptable y 1% en condición buena.

Ilustración 2. Ubicación de parques urbanos



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3. Identificación de las dinámicas de apropiación en el parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

En cuanto a los tipos de dinámicas de apropiación social, durante una primera aproximación que constó de un recorrido en campo, se identificaron tres dinámicas para ambos parques; si bien su distribución difiere entre ellos (ilustración 3 y 4). En el caso de Manzanares, se observó que las dinámicas se extienden a lo largo de todo el parque. En Valle del Real, las dinámicas identificadas se limitan a una zona específica, mientras que en el resto del área del parque se observó principalmente el tránsito de personas. Es importante destacar que la observación en campo se realizó el 20 de febrero de 2023 para ambos parques, durante un período de dos horas: de 10:30

a 12:30 en Manzanares y de 8:00 a 10:00 en Valle del Real. La identificación de los distintos tipos de dinámicas de apropiación en cada parque se complementó siguiendo la metodología descrita en la sección 8.2.

Ilustración 4. Identificación de las dinámicas de apropiación en el parque Valle del Real



Fuente: elaboración propia

Existen diversos artículos que abordan la relación de las dinámicas de apropiación social y la sustentabilidad en áreas verdes urbanas. Por ejemplo, Scantlebury (2019) encontró que la presencia de dinámicas de apropiación social, como es el comercio informal, aporta significativamente a la vitalidad de los espacios públicos en Brasil y Medellín. Así mismo se mejora la seguridad de la zona, fomenta la inclusión social, aumenta la resiliencia económica y promueve el patrimonio cultural. El artículo también subraya que los atributos físicos del espacio retroalimentan a su vez los beneficios para las dinámicas de apropiación social. Por ejemplo, la alta afluencia de personas en estas áreas puede generar un aumento en los ingresos económicos locales, gracias a la presencia de vendedores informales.

Por su parte, Reyes (2023) concluyó que la existencia de grupos sociales apropiados contribuye a la construcción de una identidad comunitaria y colectiva; generando un apego con el lugar, y con ello, la creación de capital social. Este entramado de relaciones sociales contribuye en la generación activa de su entorno a través de la autoorganización. A su vez, esto puede asegurar una distribución equitativa de los beneficios ambientales que brindan los espacios verdes. No obstante, Reyes destaca la importancia de analizar quienes son estos grupos sociales y cómo usan

las áreas verdes; ya que esto puede repercutir en las posibilidades de obtener beneficios sociales y ambientales. Esto último, es respaldado por Malambo (2017) y Calderón et al (2007), quienes señalan que las diferentes dinámicas de apropiación social pueden dar lugar a una variedad de conductas ecológicas en el espacio.

En resumen, los estudios de Scantlebury, Reyes, Malambo y Calderón et al, resaltan la influencia positiva de la presencia de dinámicas de apropiación social en las áreas verdes urbanas. Al fomentar la participación de la comunidad en la gestión de estos espacios, es más probable que se desarrollen áreas verdes que sean beneficiosas tanto para la calidad de vida de las personas como para el entorno en general. Sin embargo, es necesario analizar el comportamiento que tienen las dinámicas de apropiación en el área verde. Por ello, como parte de los objetivos de este proyecto, en el apartado 9.2 se realizó un análisis más exhaustivo sobre la presencia de los tipos de dinámicas de apropiación social, y las acciones ecológicas llevadas a cabo en ambos parques; con el fin de comprender cómo estas influyen en la funcionalidad ecológica de las áreas verdes estudiadas.

7. HIPÓTESIS

Con base en la revisión realizada en el apartado del marco teórico, se plantea la siguiente hipótesis:

La presencia de diversas dinámicas de apropiación social, en las áreas verdes urbanas, favorece el estado de la funcionalidad ecológica, debido a las acciones ecológicas llevadas a cabo en dichas áreas.

8. MÉTODO

8.1 Evaluación de la funcionalidad ecológica del arbolado urbano en los parques

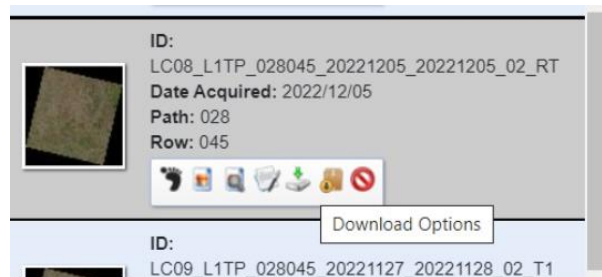
A continuación, se presenta la metodología utilizada para cada uno de los indicadores considerados. Es importante destacar que los indicadores 1, 2, 3 y 5 se calcularon utilizando imágenes satelitales fechadas el 5 de diciembre del 2022. Esta fecha se eligió debido a la baja presencia de nubosidad, lo que facilitó el proceso de análisis de datos. Por otra parte, el cálculo del indicador 4 se llevó a cabo durante el trabajo en campo realizado entre el 20 y 23 de marzo del 2023.

8.1.1. Funcionalidad ecosistémica: regulación climática

Indicador 1. Índice de Temperatura Superficial (LST).

Para el análisis del LST se utilizó una imagen satelital Landsat 8-9, descargada de la European Space Agency (<https://www.esa.int/>). Se obtuvieron todas las bandas espectrales, y los datos se almacenaron en formato de archivo de imagen con etiquetas geográficas (Geo TIFF).

Ilustración 5. Resultados arrojados de European Space Agency



Fuente: ESA, 2022

Posteriormente, se procedió al análisis de información utilizando QGIS 3.28.2, un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de licencia libre. QGIS permite el procesamiento, análisis, proyección, modelado y toma de decisiones relacionadas con datos geospaciales y los elementos que los componen. Esta herramienta es ampliamente utilizada en investigaciones relacionadas con topología, geología, ciencias ambientales, entre otros campos.

Para el procesamiento de la información en QGIS, se generó un ráster que permitiera obtener imágenes de los dos parques. Posteriormente, se calculó el LST utilizando las siguientes fórmulas (Kumar et al, 2022; Pocasangre et al, 2021; Brena et al, 2019):

$$TOA = M L * Q_{cal} + AL - O_i \quad (ec1)$$

$$BT = (K2 / (\ln(K1/L) + 1)) - 273.15 \quad (ec2)$$

Donde:

ML es la banda multiplicativa de radiancia (nº 10); AL corresponde a la banda de adición de radiancia (nº 10); Qcal son los valores de píxel del producto estándar cuantificados y calibrados (DN); O_i es el valor de corrección para la banda 10 es 0,29; K1 = la conversión térmica específica de banda fue constante a partir de los metadatos (K1_CONSTANT_BAND_x, donde x es el número

de banda térmica); K2 es la conversión térmica específica de la banda fue constante a partir de los metadatos (K2_CONSTANT_BAND_x, donde x es el número de banda térmica). Por último, L es el valor TOA.

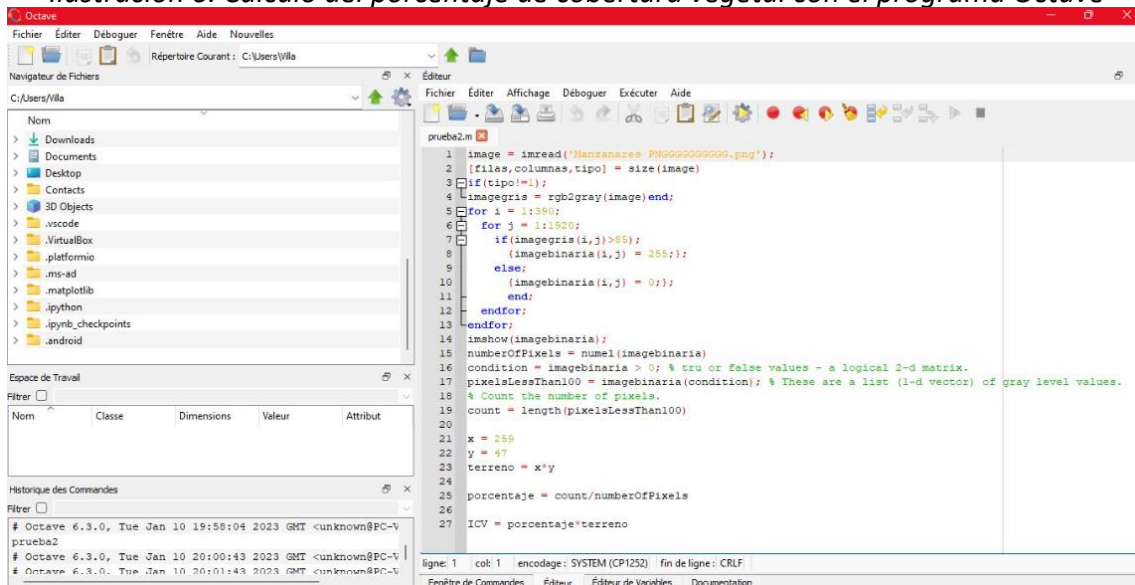
*Para obtener los resultados en Celsius, la temperatura radiante se ajustó añadiendo el cero absoluto (aproximadamente $-273,15$ °C)". Finalmente, se descargó la imagen con el procesamiento de todos los datos para su posterior estudio (ver apartado 9).

8.1.2. Funcionalidad ecosistémica: apreciación e inspiración estética

Indicador 2. Porcentaje de cobertura vegetal

Para calcular la cobertura vegetal, se utilizó el programa "Octave", el cual es un software de código abierto con un lenguaje de programación avanzado similar a Matlab (UCM, 2014). En este caso, se empleó la imagen satelital Landsat 8 como base, la cual fue procesada para convertirla en una escala monocromática de grises.

Ilustración 6. Cálculo del porcentaje de cobertura vegetal con el programa Octave



```
1 image = imread('Hanszaneez PFGGGGGGGGGG.png');
2 [files,columns,tipo] = size(image)
3 if(tipo!=1);
4 imagegris = rgb2gray(image)end;
5 for i = 1:rows;
6     for j = 1:columns;
7         if(imagegris(i,j)>85);
8             (imagebinaria(i,j) = 255);
9         else;
10            (imagebinaria(i,j) = 0);
11        end;
12    endfor;
13 endfor;
14 imshow(imagebinaria);
15 numberOfPixels = numel(imagebinaria)
16 condition = imagebinaria > 0; % true or false values - a logical 2-d matrix.
17 pixelsLessThan100 = imagebinaria(condition); % These are a list (1-d vector) of gray level values.
18 % Count the number of pixels.
19 count = length(pixelsLessThan100)
20
21 x = 259
22 y = 47
23 terreno = x*y
24
25 porcentaje = count/numberOfPixels
26
27 ICV = porcentaje*terreno
```

Fuente: elaboración propia

Mediante una serie de codificaciones, el programa asignó a cada píxel de la imagen, un valor de reflectancia, y lo transformó en una escala pancromática en blanco y negro. Durante este proceso, se identificó la vegetación como color negro, mientras que los demás elementos se mostraron en

color blanco. Como resultado, se obtuvo el porcentaje de área cubierta por vegetación en relación con el área total de estudio (Terán et al., 2005; Raymundo, 2019).

Indicador 3. Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)

Es un indicador utilizado para evaluar la vegetación y su salud mediante el análisis de imágenes satelitales. Se calcula utilizando la fórmula:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R}{R_{NIR} + R}$$

Donde R_{NIR} es la reflectancia de la radiación infrarroja cercana, y R es la reflectancia de la radiación roja visible. Los resultados varían entre -1 a 1, y su interpretación depende del valor obtenido. Los valores cercanos a -1 están asociados con superficies no vegetales como cuerpos de agua, estructuras artificiales y rocas. Valores entre 0.1 a 0.2 corresponde a suelos desnudos, mientras valores positivos entre 0.2 y 1 indican la presencia de vegetación. Los valores de NDVI en el rango de 0.2 a 0.3, suelen corresponder a terrenos con vegetación pobre, mientras que valores por encima de 0.5 indican vegetación sana y densa. Cuando las plantas no tienen hojas, el NDVI tiende a valores cercanos a cero, lo que indica la ausencia de vegetación. Por el contrario, valores más cercanos a 1 indica la mayor densidad posible de hojas verdes (Morán et al, 2020).

Varios estudios han calculado este indicador a través del uso de imágenes satelitales y el programa QGIS. Por ejemplo, Hasyim et al (2017) utilizó este método para calcular el NDVI en la ciudad de Malang, que obtuvo el 39% de vegetación con respecto al área total. Gascon et al (2016) vinculó los resultados del NDVI, con los efectos sobre la salud de los espacios verdes urbanos. Mudede et al (2020) evaluó el arbolado en zonas urbanas del municipio de Soweteo, Johannesburgo; y lo relaciono con los efectos de isla de calor urbano. Los autores encontraron que las áreas de alta densidad con menos árboles en las calles y parques son más calientes, que los lugares con baja densidad vegetal (Morán et al, 2020).

8.1.3. Funcionalidad ecosistémica: control de escorrentía

Indicador 4. Capacidad de filtración del suelo

Un método práctico para medir la capacidad de filtración es el uso del infiltrómetro de doble anillo de Muntz; que emplea anillos concéntricos de diámetros diferentes. En este estudio, se

utilizaron anillos con un diámetro de 30 y 55 cm en ambos parques urbanos. En lugar de utilizar anillos de lámina de acero inoxidable, se optó por anillos de plástico rígido debido a consideraciones de coste y facilidad de transporte. La profundidad a la que se insertaron los anillos en el suelo fue de 10 centímetros (Villalba, 2022).

Ilustración 7. Representación del doble anillo de Muntz



Fuente: fotografía propia

El método consistió en saturar una porción de suelo delimitada por los dos anillos concéntricos, y luego medir la variación del nivel de agua en el cilindro interior. Según Huamán (2016), la duración de esta práctica depende de varios factores, como la humedad previa, la textura y estructura del suelo, el espesor del horizonte a través del cual fluye el agua, y la altura del agua en el anillo interior. En este caso, se llevó a cabo el trabajo de campo hasta obtener datos representativos de la filtración de agua durante una hora. Toda la información recopilada se registró en el formato siguiente.

Ilustración 8. Formato para medir la capacidad de filtración en los parques

Parque:		Fecha:		Área de muestreo:					
Lectura N°	Tiempo parcial		Lectura	Enrase	Laminas parciales	Laminas acumuladas	Lamina acumulada	Velocidad de infiltración	Capacidad de absorción del suelo lts/min
	Hora	Minutos							

Fuente: Quevedo et al,2018

Dado el alcance del proyecto, se consideraron tres puntos de muestreo en cada parque (ilustraciones 10 y 12), los cuales cumplieron con los siguientes criterios:

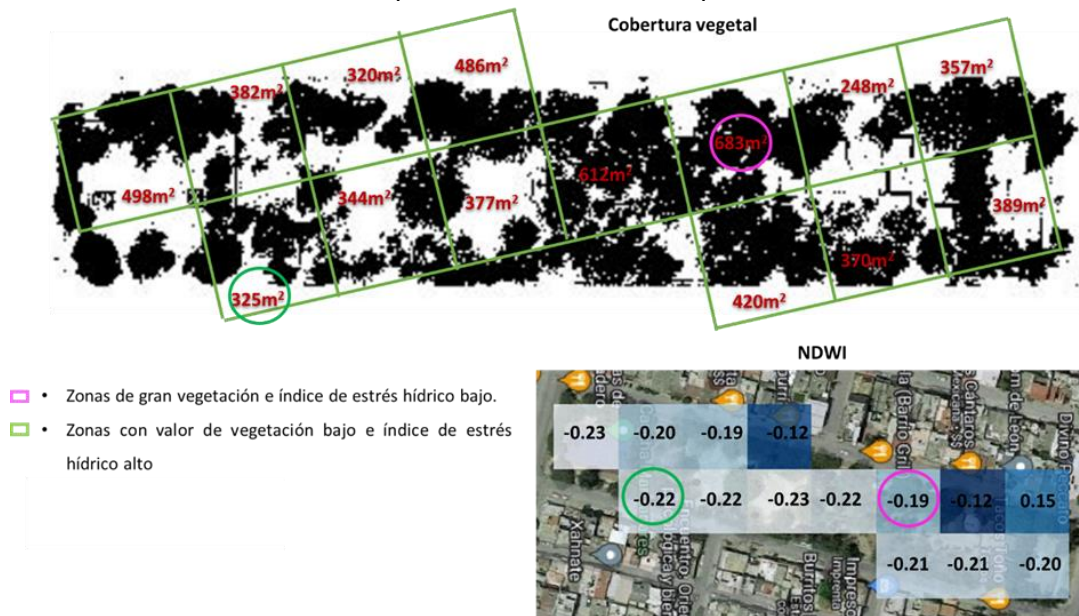
1. Zonas de gran vegetación e índice de estrés hídrico bajo

2. Zonas con valor de vegetación bajo e índice de estrés hídrico alto
3. Zonas sin vegetación aparente, en donde existe suelo comprimido por el paso de peatón

La presencia de vegetación proporciona porosidad al suelo a través de las raíces, lo cual está relacionado con el estrés hídrico. A medida que aumenta la porosidad del suelo, su capacidad de filtración de agua también aumenta, lo que le permite absorber la precipitación o la irrigación. En este sentido, las áreas con mayor arbolado presentarán tasas de filtración más altas. Por otro lado, cuando un suelo está demasiado compactado debido a actividades que lo perturban, como el paso de peatones, su capacidad de filtración disminuye o se pierde, como ocurre en el criterio número tres (Ribera et al, 2018).

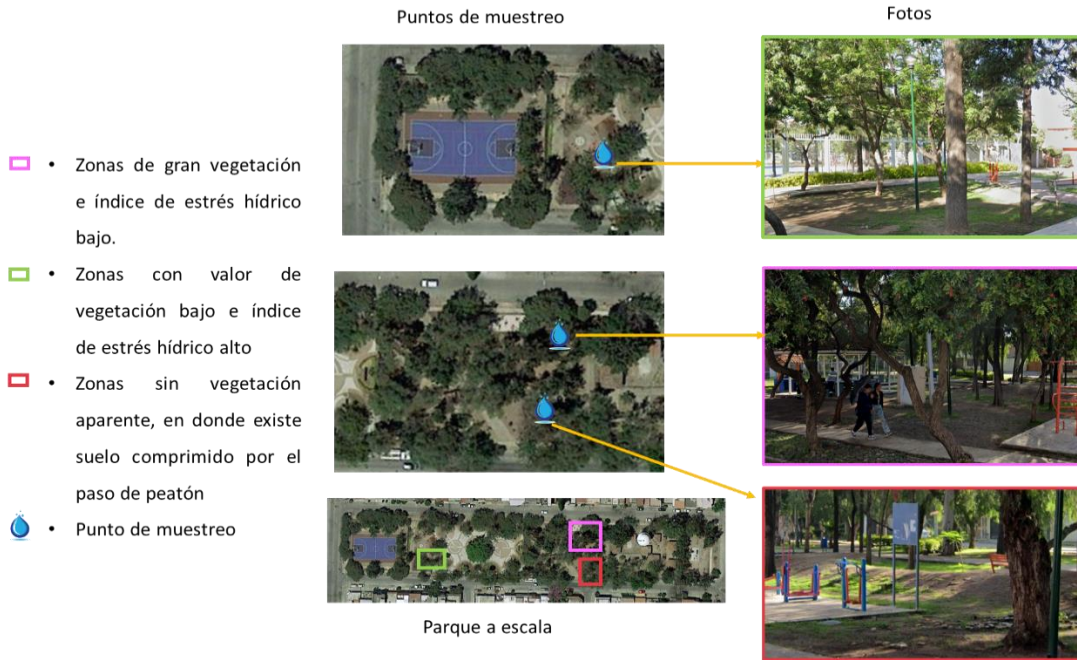
Es importante destacar que el nivel de estrés hídrico está influenciado por diversos factores, como la temperatura, el contenido de agua en el suelo y la estructura, la capacidad de filtración, entre otros (Ribera et al, 2022). Sin embargo, esta investigación se enfoca específicamente en la influencia de la vegetación y el estrés hídrico. Para determinar el porcentaje de vegetación, se utilizaron los resultados del indicador 1 apartado 8.1.2, “Porcentaje de cobertura vegetal”. En cuanto al estrés hídrico, se empleó la información del cálculo del indicador NDWI, apartado 8.1.3 (ilustración 9 y 11).

Ilustración 9. Criterios considerados para la selección de los puntos de muestreo en Manzanares



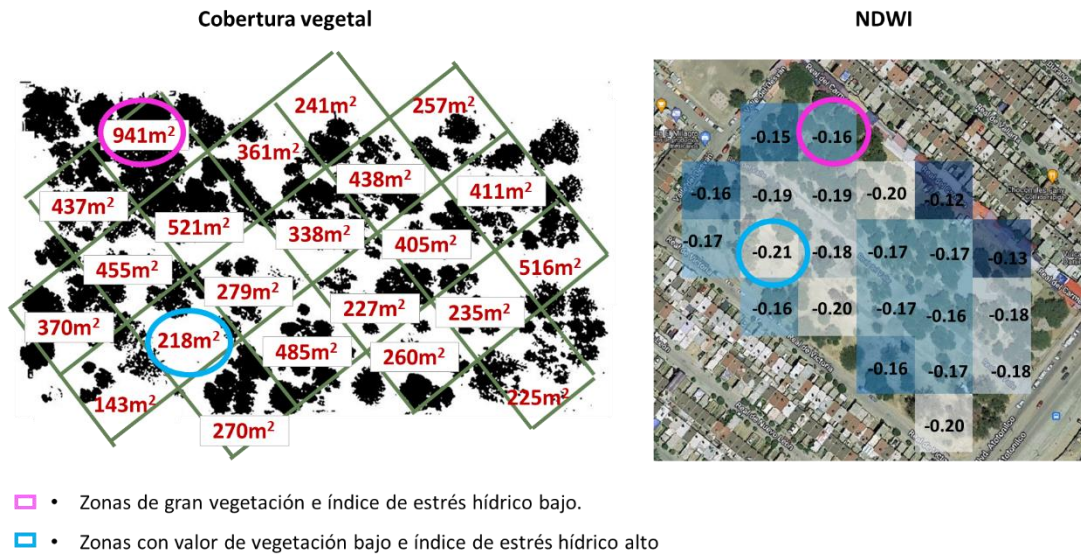
Fuente: elaboración propia

Ilustración 10. Puntos de muestreo seleccionados en el parque Manzanares



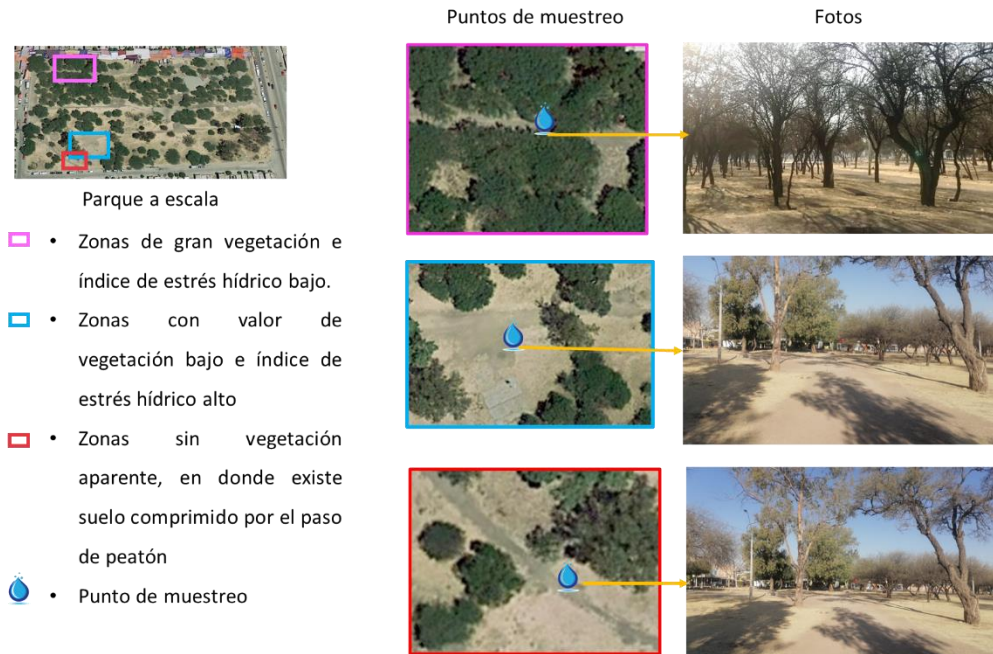
Fuente: elaboración propia

Ilustración 11. Criterios considerados para la selección de los puntos de muestreo en Valle



Fuente: elaboración propia

Ilustración 12. Puntos de muestreo seleccionados en el parque Valle del Real



Fuente: elaboración propia

Indicador 5. Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI)

Cómo en índices anteriores, se utilizó la imagen satelital landsat 8-9 y el programa Qgis (ver procedimiento del indicador LST). Existen varias fórmulas para calcular el NDWI, dependiendo del autor que se tome como referencia. En esta tesis se empleó la fórmula propuesta por Gao (1996) y Laurentino (2014) a partir de la formula:
$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Donde NIR representa las bandas espectrales de infrarrojos cercanos, y SWIR es la banda de infrarrojos de onda corta. Al ejecutar el programa, se obtiene un mapa con una escala de valores, que varían entre -1 a 1, los cuales pueden interpretarse a partir de la ilustración siguiente.

Ilustración 13. Clasificación de los valores de NDWI

Clasificación	Valor
Sequia muy fuerte	< 0,01
Sequia fuerte	0,01-0,1
Extremadamente seco	0,1-0,2
Sequia débil	0,2-0,4
Contenido de humedad bajo)	>0,40

Adaptado de Gulácsi & Kovács (2015).

Fuente: Gulácsi et al, 2015; Campaña et al, 2021

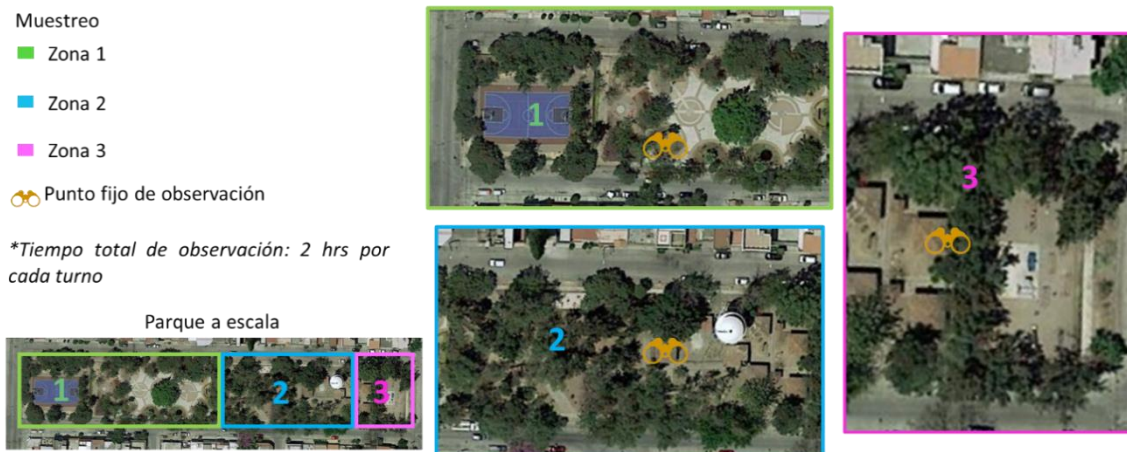
8.2 Identificación de los tipos de dinámicas de apropiación social

Este apartado consideró dos fases metodológicas, descritas en los siguientes subapartados.

8.2.1. Identificación de los tipos de dinámicas

Los tipos de dinámicas de apropiación y su comportamiento fueron identificados a través de observaciones en el campo. Para ello, se dividió el parque en zonas de muestreo, y en cada zona se estableció un punto fijo de observación. Estas zonas de muestreo se delimitaron teniendo en cuenta el área con una visibilidad óptima. Las ilustraciones 14 y 15, muestran los puntos estratégicos seleccionados para la observación en campo.

Ilustración 14. Puntos estratégicos de observación en el parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

Ilustración 15. Puntos estratégicos de observación en el parque Valle del Real



Fuente: elaboración propia

Posteriormente, se aplicó la metodología propuesta por Guérin (2015), que consistió en llevar una bitácora para registrar los diferentes tipos de dinámicas de apropiación social observados (ver ilustración 16). Por último, se indicó la ubicación de estas dinámicas de apropiación, mediante una copia impresa de la imagen satelital de cada parque.

Ilustración 16. Formato para la recolección de las observaciones de prácticas

Parque:							
Fecha	Día	Clima	Rango de edad	Sexo predominante	Dinámicas de apropiación	N° de usuarios	Comentarios

Fuente: adaptación propia basada en Guérin, 2015

Se consideraron las tres primeras columnas, para capturar las diferentes formas en que las personas utilizan el parque urbano, las cuales pueden variar según la temporalidad y las condiciones climáticas (Guérin, 2015). Por ejemplo, la dinámica de apropiación de un parque puede diferir entre días, un fin de semana, en la mañana, la tarde, un día lluvioso o un día soleado. El rango de edad es planteado de manera subjetiva. La columna “dinámicas de apropiación” se refiere al tipo de dinámica identificada durante la observación (ver marco teórico).

El trabajo en campo se llevó a cabo durante dos semanas en cada parque, con sesiones de observación tanto por la mañana como por la tarde. Cada sesión de observación cubrió un período de media hora en cada zona de muestreo, según la metodología propuesta por Guérin (2015). La elección de horarios y días no consecutivos se realizó por motivos de seguridad, y para asegurar la recopilación de datos representativos de una semana típica (ilustración 17).

Ilustración 17. Días y horarios marcados para la observación en campo

Mes de marzo								
Turno	Lunes 6	Martes 7	Miércoles 8	Jueves 9	Viernes 10	Sábado 11	Domingo 12	
Matutino	Manzanares	Valle del Real	Manzanares	Valle del Real	Manzanares	Manzanares	Manzanares	
Vespertino	Manzanares	Manzanares	Valle del Real	Manzanares	Valle del Real	Manzanares	Valle del Real	
Turno	Lunes 13	Martes 14	Miércoles 15	Jueves 16	Viernes 17	Sábado 18	Domingo 19	
Matutino	Valle del Real	Manzanares	Valle del Real	Manzanares	Valle del Real	Valle del Real	Valle del Real	
Vespertino	Valle del Real	Valle del Real	Manzanares	Valle del Real	Manzanares	Valle del Real	Manzanares	
Manzanares: horarios								
Turno	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Matutino	8:30 – 9:00	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)
	9:00-9:30	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)
	9:30-10:00	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)
	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Vespertino	3:30-4:00	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)		
	4:00-4:30	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)		
	4:30-5:00	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)
	5:00-5:30						(2)	(1)
	5:30-6:00						(3)	(2)
	6:00-6:30							
Valle del Real: horarios								
Turno	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Matutino	8:30 – 9:00	(1)	(4)	(3)	(2)	(1)	(4)	(3)
	9:00-9:30	(2)	(1)	(4)	(3)	(2)	(1)	(4)
	9:30-10:00	(3)	(2)	(1)	(4)	(3)	(2)	(1)
	10:00-10:30	(4)	(3)	(2)	(1)	(4)	(3)	(2)
	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Vespertino	3:30-4:00	(1)	(4)	(3)	(2)	(1)		
	4:00-4:30	(2)	(1)	(4)	(3)	(2)		
	4:30-5:00	(3)	(2)	(1)	(4)	(3)	(4)	(3)
	5:00-5:30	(4)	(3)	(2)	(1)	(4)	(1)	(4)
	5:30-6:00						(2)	(1)
	6:00-6:30						(3)	(2)

Fuente: elaboración propia con base en Guérin (2015)

8.2.2. Identificación de las acciones de las dinámicas de apropiación

Se diseñó un cuestionario compuesto por once preguntas cerradas, con el objetivo de obtener una comprensión más profunda de las acciones ecológicas llevadas a cabo en cada parque, a través de las dinámicas de apropiación. Así mismo, se incluyeron preguntas que surgieron al analizar el apartado 9.3. (ver subapartado 8.2.2.1).

La versión final del cuestionario se presentó en formato impreso, debido a las dificultades de aplicar un cuestionario digital, considerando que parte de la población objetivo son adultos y adultos mayores. La aplicación del cuestionario se realizó el lunes en parque Manzanares, y el martes en Valle del Real; ya que se registró un mayor número de usuarios en ambos parques en esos días. Los detalles sobre la selección de la muestra a entrevistar y la población objetivo se describen en el subapartado 8.2.2.2.

8.2.2.1. Planteamiento del cuestionario

- a. Se redactaron preguntas dirigidas a conocer las acciones ecológicas que se llevan a cabo en el área preferida de cada encuestado. Esto se debe a que las personas tienden a sentirse más apegadas a las áreas del parque con las que se identifican, lo que se refleja en una mayor apropiación.
- b. Otra serie de preguntas se plantearon con el fin de aclarar las dudas surgidas al interpretar los resultados de la evaluación de la funcionalidad ecológica, y las dinámicas de apropiación social. Estas preguntas se dividieron en dos categorías: preguntas generales que aplican a ambos parques, y preguntas específicas para cada parque.

Ilustración 18. Dudas planteadas al analizar los resultados de funcionalidad ecológica y el comportamiento con las dinámicas de apropiación social

	Dudas planteadas
Generales	Las zonas con peor valor NDVI presentan menor estrés hídrico
	Las zonas con mejor valor de NDVI presentan mayor estrés hídrico
	¿Porqué existe un patrón de menor estrés hídrico en los alrededores de los parques?
	¿Porqué existe menos estrés hídrico donde hay más vegetación?
	¿Por qué hay áreas con mejor valor NDVI que otras?
Particulares del parque Valle del Real	¿Porqué hay más dinámicas de apropiación en sitios con mayor temperatura? ¿los usuarios siguen la presencia de infraestructura?
	¿Qué ocasiona que haga más calor en zonas con más vegetación?
	Las dinámicas de apropiación no se distribuyen conforme la cantidad de vegetación
	La mayor parte de los usuarios hace sus dinámicas cerca del arbolado ¿por la sombra?
Particulares del parque Manzanares	Las personas están más zonas con menor temperatura
	Las dinámicas se distribuyen a donde hay más vegetación
	Hay menos calor en zonas con más vegetación

Fuente: elaboración propia

- c. Se observó que la mayoría de las dudas estaban relacionadas con la relación entre un indicador biofísico y otro. Por lo tanto, se realizó una revisión bibliográfica para determinar los factores, que pueden influir en cada indicador de funcionalidad ecológica evaluado.

Ilustración 19. Relación de las dudas planteadas y sus posibles factores

Funcionalidad ecológica	Indicador biofísico	Algunos factores que modifican el indicador	Referencia bibliográfica	
Regulación de temperatura	Índice de temperatura superficial	Densidad de follaje	Zhang et al, 2019; Li et al, 2018; Ren et al, 2019; Huang et al, 2019; Sanusi et al, 2017	
		Estado de la vegetación (sanidad)		
		Patrones de ramificación		
		Tipo de arbolado		
		Cantidad de agua en suelo (Evotranspiración)		
Inspiración y apreciación estética	Porcentaje de cobertura vegetal	Disponibilidad de agua	Li et al, 2018; Wang et al, 2016	
		Radiación solar		
		Tipo de especies presentes		
		Técnicas de mantenimiento		
		Distribución espacial de especies		
	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)	Salud de la vegetación	Densidad arborea	Dong et al, 2021; Shen et al, 2020; Wang et al, 2016; Hasyim et al, 2017; Gascon et al 2016; Agualzaca, 2021; Li et al, 2019; Brasseur et al, 2023
			Tipo de especies	
			Estación del año	
			Técnicas de mantenimiento	
			Compactación del suelo	
Control de escorrentía	Capacidad de filtración	Compactación del suelo	Ruiz et al, 2020; Ribera et al, 2018;	
		presencia de vegetación		
		Intensidad de precipitación		
		Presencia de materia orgánica		
	Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI)	Cantidad de agua en suelo (evaporación y transpiración)	Cantidad de vegetación	Tamayo, 2022; Villatoro, 2021; Xu et al, 2020; Ruiz et al, 2020
			Tipo de especies vegetales	
			Tipo de suelo	

Fuente: elaboración propia

- d. Se identificaron varios factores comunes que se relacionaban entre diferentes índices biofísicos. Para determinar los factores más relevantes que influyen en la funcionalidad ecológica del arbolado, se aplicó un análisis multicriterio, siguiendo la metodología del "Proceso de Análisis Jerárquico" establecida por Saaty (1980), tal como se describe en el estudio de Triantaphyllou (2000). El análisis constó de los siguientes pasos:
1. Delimitación del problema respecto a cada indicador biofísico evaluado
 2. Identificación de los criterios y alternativas de evaluación
 3. Establecer escala de evaluación
 4. Identificación y aplicación de la técnica de análisis

Ilustración 20. Ejemplo de la aplicación del análisis multicriterio

	Presencia de veg.	Tipo de especies arb.	Densidad del follaje	Sanidad de arb.	Técnicas de mant.	Distribución esp.	Tamaño del arb.	Cantidad de agua en suelo	Compactación del suelo
Presencia de veg.	1	5	5	5	5	7	5	3	1/5
Tipo de especies arb.	1/5	1	3	3	1/5	3	1/5	1/5	1/5
Densidad de follaje	1/5	1/3	1	1/3	1/5	3	1/5	1/5	1/5
Sanidad de arb.	1/5	1/3	3	1	1/3	3	1/3	1/5	1/5
Técnicas de manten.	1/5	5	5	3	1	5	5	5	1/3
Distribución esp.	1/7	1/3	1/3	1/3	1/5	1	1/5	1/5	1/7
Tamaño del arb.	1/5	5	5	3	1/5	5	1	1/5	1/7
Cantidad de agua en el suelo	1/3	5	5	5	1/5	5	5	1	1/5
Compactación del suelo	5	5	5	5	3	7	7	5	1
TOTAL (N)	7.476190476	27	32.33333333	25.6666667	10.3333333	39	23.93333333	15	2.619047619

Land Max	$\sum (N*W_i)$	11.90
IC	$(\text{land max} - n) / (n-1)$	0.36
ICA	según la tabla	1.45
RIC	IC/ICA	0.25
Válido si	RIC < 0.10	ACEPTABLE

Índice de consistencia aleatoria (ICA)

Número de elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de consistencia aleatorio (IA)	0	0	0,58	0,89	1,11	1,24	1,32	1,40	1,45	1,49

Fuente: elaboración propia.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Fuente: elaboración propia

Ilustración 21. Resultados obtenidos en el análisis multicriterio

Criterios	Promedio Filtración del agua	Promedio Estrés hídrico	Promedio Temperatura	Promedio Cobertura vegetal	Promedio Estado de sanidad	Priorización	%
Presencia de veget.	0.20	0.10	0.12	0.18	0.04	0.13	13%
Tipo de especies arb	0.05	0.11	0.07	0.12	0.02	0.07	7%
Densidad de follaje	0.03	0.02	0.24	0.30	0.17	0.11	11%
Sanidad de arb	0.04	0.06	0.06	0.07	0.22	0.08	8%
Técnicas de mantenim.	0.15	0.14	0.06	0.12	0.09	0.12	12%
Distribución espacial	0.02	0.04	0.16	0.04	0.05	0.06	6%
Tamaño de arb	0.08	0.02	0.10	0.11	0.04	0.06	6%
Cantidad de agua en suelo	0.12	0.21	0.18	0.03	0.15	0.15	15%
Compactación del suelo	0.30	0.31	0.02	0.02	0.22	0.22	22%
PONDERACIÓN	0.34	0.23	0.18	0.06	0.19	1.0	99%

Fuente: elaboración propia

e. Basándose en los resultados obtenidos en el inciso d, se formularon las preguntas del cuestionario en función del objetivo establecido en el inciso a, y de los seis factores más jerarquizados (ver ilustración 21). Las preguntas integradas fueron las siguientes:

1. Cuándo paseas por el parque, ¿por dónde pasas?
2. ¿En qué lugar de este parque te gusta estar?
3. ¿Qué es lo que te gusta de ese lugar?
4. ¿Qué tantos árboles hay en el lugar que te gusta?
5. ¿Qué tan sanos están los árboles?
6. ¿Cómo has visto que se riegan los árboles?, ¿cada cuánto lo hacen?

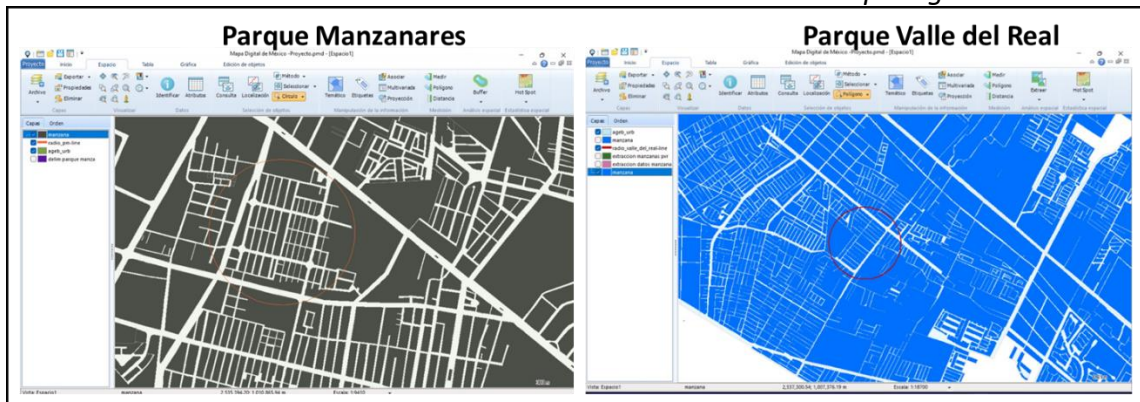
7. Para ti, ¿qué árboles son más importantes que rieguen?
8. ¿Has hecho alguna acción para cuidar de los árboles de este parque?. Si señalaste que sí, ¿cuáles son?
9. ¿Y qué has visto que dañe a esos árboles?
10. ¿Te informas de lo que pasa con los árboles de este parque?
11. ¿Participas en decidir qué se hace con los árboles de este parque?

8.2.2.2. Selección del tamaño de la muestra y población objetivo

Para determinar el tamaño de la muestra y la población objetivo a entrevistar, se tuvieron en cuenta dos criterios:

Criterio 1. Identificación de la población objetivo. Se consideró el rango de población (acorde a sus edades y ciclo vital) con mayor presencia dentro de un radio de 400 metros; trayecto considerado factible para que las personas accedan caminando a un parque (Cuvi et al, 2021; Pérez et al, 2016). Se utilizó la herramienta “Mapa Digital de México versión 6.3” del Instituto Nacional de Estadística y Geografía; la cual procesó y analizó los datos del censo SCINCE 2020 (ver ilustración 22).

Ilustración 22. Delimitación de las áreas de estudio a través del mapa digital de México



Fuente: elaboración propia

Dentro del radio de estudio, se encontró que en el parque Manzanares el 31.4% de la población corresponde a adultos, seguido del 27.1% de adultos mayores. En el caso del parque Valle del Real, el 36.7% de la población son adultos, seguido del 23.4% de adolescentes. Por lo tanto, se determinó que las encuestas estarían dirigidas a adolescentes, adultos y adultos mayores.

Criterio 2. Definición del tamaño de la muestra. La afluencia de usuarios en un parque puede variar según los factores climáticos y temporales que se presenten (Guérin, 2015). Por ello, se decidió medir la frecuencia de usuarios en cada parque mediante observaciones en el campo; utilizando la misma metodología que Guérin (2015). Los resultados se registraron en el formato del apartado 8.2, ilustración 16.

Los resultados revelaron que el promedio de usuarios por día en el parque Manzanares es de 81 personas; mientras en Valle del Real se registraron 84 personas. Para determinar el tamaño de muestra necesaria por día de usuarios, se utilizó el programa Sample Size Calculator by Raosoft Inc (García, 2018); estableciendo un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 90%. Finalmente se determinó que era necesario aplicar el cuestionario a 37 personas en Manzanares, y 38, en Valle del Real.

8.3 Análisis de la relación entre las dinámicas de apropiación y la funcionalidad ecológica

En este estudio, se utilizaron los principios del análisis de riesgos y la evaluación de riesgos ecológicos, para identificar cómo las acciones de los distintos tipos de dinámicas de apropiación social pueden o no influir en el estado de la funcionalidad ecológica de los parques estudiados. Para fines de esta investigación, se referirá a la integración de ambos enfoques como análisis de impacto.

Si bien, estos enfoques se han aplicado en la evaluación de riesgos ambientales relacionados con sustancias químicas, la gestión de riesgos industriales, de salud y seguridad ocupacional, así como en proyectos de ingeniería (Demetrio et al, 2021; Avalos et al, 2020; Munns et al, 2017; Mltby et al, 2021; Velásquez et al, 2020). No se encontraron artículos que aplicaran ninguno de estos enfoques, para evaluar conjuntamente aspectos sociales y ambientales. A continuación, se describe la metodología empleada con base en los principios de los artículos previamente citados.

1. Tipos de dinámicas por zona. Se determinó el número total de cada tipo de dinámica de apropiación social presente en cada área de ambos parques (ilustración 23). Para ello se utilizaron los resultados del apartado 9.2.

Ilustración 23. Tipos de dinámicas presentes en el parque Manzanares y Valle del Real

Manzanares

	Dinámica	Comercio	%	Deporte	%	Recreación	%	Convivencia	%
Área	Cancha deportiva	3	27	7	64	1	8	0	0
	Bancas	0	0	8	17	10	29	6	17
	Palapas	0	0	19	25	15	21	22	31
	Juegos	0	0	2	20	7	70	1	10

Continuación de la tabla....

	Dinámica	Mantenimiento	%	Lugar de paso	%	Otro	%	Total
Área	Cancha deportiva	0	0	0	0	0	0	11
	Bancas	0	3	11	29	0	0	35
	Palapas	1	0	15	21	3	4	75
	Juegos	0	0	0	0	0	0	10

Valle del Real

	Dinámica	Comercio	%	Deporte	%	Recreación	%
Área	Zona 1	5	16	9	28	5	16
	Zona 2	2	10	5	24	6	29
	Zona 3	5	13	7	18	13	34
	Zona 4	0	0	7	26	12	44

Continuación de la tabla....

	Dinámica	Convivencia	%	Lugar de paso	%	Otro	%	Total
Área	Zona 1	3	9	10	31	0	0	32
	Zona 2	2	10	5	24	1	100	21
	Zona 3	6	16	7	18	0	0	38
	Zona 4	3	11	5	19	0	0	27

Fuente: elaboración propia, con base en los resultados del apartado 9.2

2. **Cálculo del coeficiente de probabilidad conjunta.** Es un concepto utilizado en estadística y teoría de la probabilidad, para determinar la probabilidad de que dos o más eventos ocurran simultáneamente (Ross, 2014). En este caso, se utilizó este coeficiente, para calcular la probabilidad conjunta de cada acción ecológica realizada por los usuarios en cada área del parque (ilustración 24). Para facilitar el análisis estadístico, se consideró que el total de cada acción ecológica equivale al 100% (que se representó como 1).

Para calcular el coeficiente de probabilidad conjunta, se realizó una regla de tres utilizando el número de personas que realizan cada acción en cada área del parque. Por ejemplo, en Valle del Real, la acción “Transitar por áreas pavimentadas” es realizada por un total de 12 personas. Así, se calcula el coeficiente considerando que 12 es equivalente a 1 (100%). Luego, mediante regla de tres, se determina el valor de cada celda para esta acción, en función del número de personas que la realizan en cada área (1,1,9 y 1). En el caso de esta acción, el coeficiente de probabilidad conjunta varió en cada área (resultando en 0.08,0.08,0.75 y 0.08 respectivamente) (ilustración 24).

Hubo otros casos en donde el coeficiente fue igual a uno, ya que la acción ecológica sólo se llevaba a cabo en un área específica del parque. Por ejemplo, la recolección de basura en Valle del Real, sólo se realiza en la zona de muestreo 3. La información para calcular la probabilidad conjunta se obtuvo a partir, de las respuestas proporcionadas en las preguntas 2 y 8 de las encuestas.

Ilustración 24. Probabilidad conjunta en los parques de estudio

		Valle del Real						
		Recolectar basura	Cuidar de daños	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	Podar árboles	Plantar árboles
Total de personas que realizan cada acción por área del parque	Valle del Real							
	Zona de muestreo 1	-	-	1	-	1	1	-
	Zona de muestreo 2	-	-	1	-	1	-	1
	Zona de muestreo 3	9	4	9	2	1	-	1
	Zona de muestreo 4	-	-	1	-	-	1	-
	TOTAL	9	4	12	2	3	2	2

		Recolectar basura	Cuidar de vandalismo	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	Podar árboles	Plantar árboles
Coeficiente de probabilidad conjunta	Zonas/acciones ecológicas							
	Zona de muestreo 1	-	-	0.08	-	0.33	0.5	-
	Zona de muestreo 2	-	-	0.08	-	0.33	-	0.5
	Zona de muestreo 3	1	1	0.75	1	0.33	-	0.5
	Zona de muestreo 4	-	-	0.08	-	-	0.5	-
	Total	1	1	1	1	1	1	1

		Manzanares					
		Recolectar basura	Cuidar de vandalismo	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	No llevarme plantas
Total de personas que realizan cada acción por área del parque	Áreas/acciones ecológicas						
	Cancha deportiva	1	1	4	-	-	-
	Área de bancas	1	-	11	2	1	-
	Palapas	2	1	6	2	2	1
	Juegos	-	1	4	-	2	-
	TOTAL	4	3	25	4	5	1

		Recolectar basura	Cuidar de vandalismo	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	No llevarme plantas
Coeficiente de probabilidad conjunta	Áreas/acciones ecológicas						
	Cancha deportiva	0.25	0.33	0.16	-	-	-
	Área de bancas	0.25	-	0.44	0.5	0.2	-
	Palapas	0.5	0.33	0.24	0.5	0.4	1
	Juegos	-	0.33	0.16	-	0.4	-
	TOTAL	1	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de las encuestas

3. Cálculo del coeficiente de probabilidad acción-zona. Para determinar la probabilidad de que una dinámica de apropiación realice una acción específica, en una zona determinada del parque (ilustración 25), se calculó el coeficiente de probabilidad acción-zona. Este cálculo se realizó generando una tabla para cada área del parque. La fórmula utilizada para obtener el coeficiente fue la siguiente:

Coef. De probabilidad acción-zona= (N° del tipo de dinámica por zona de estudio (ilustración 23) *1) / (Total de dinámicas de cada zona) *coeficiente de probabilidad conjunta

Ilustración 25. Cálculo del coeficiente de probabilidad acción-zona en ambos paraues.
Manzanares

CANCHA DEPORTIVA	Recolectar basura	Cuidar de daños	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	No llevarme plantas
Comercio	0.07	0.09	0.04	-	-	-
Deporte	0.16	0.21	0.10	-	-	-
Recreación	0.02	0.03	0.01	-	-	-
Convivencia	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento	-	-	-	-	-	-
Lugar de paso	-	-	-	-	-	-

ZONA 1	Recolectar basura	Cuidar de daños	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	Podar árboles	Plantar árboles
Comercio	-	-	0.01	-	0.05	0.08	-
Deporte	-	-	0.02	-	0.09	0.14	-
Recreación	-	-	0.01	-	0.05	0.08	-
Convivencia	-	-	0.01	-	0.03	0.05	-
Lugar de paso	-	-	0.03	-	0.10	0.16	-

Hay celdas que quedan vacías dado que ningún tipo de dinámica realiza esa actividad en la zona de estudio que se evalúa.

Ejemplo:
0.07 resultó de calcular:
(3*1/11)*0.25

3, es el N° de dinámicas de comercio que se presentaron en el área de la cancha deportiva
11, es en N° total de las dinámicas que se identificaron en la cancha
0.25, es el coeficiente de probabilidad conjunta

Fuente: elaboración propia

4. Cálculo del coeficiente de relación probabilidad conjunta/probabilidad acción-zona.

Ilustración 26. Coeficientes interarados probabilidad conjunta/probabilidad acción-zona
Manzanares

Acción/dinámica	Comercio	Deporte	Recreación	Convivencia	Mantenimiento	Lugar de paso	Otro	Desv. Estan
Recolectar basura	0.07	0.11	0.07	0.10	0.01	0.09	0.02	0.04
Cuidar de daños	0.09	0.12	0.11	0.06	0.00	0.07	0.01	0.04
Transitar por pavimento	0.04	0.07	0.08	0.03	0.01	0.09	0.01	0.03
No maltratar especies	-	0.11	0.13	0.12	0.02	0.13	0.02	0.05
Regar arboles	-	0.07	0.14	0.06	0.01	0.07	0.02	0.05
No llevarme plantas	-	0.25	0.20	0.29	0.00	0.20	0.04	0.12

Valle del Real

Acción/dinámica	Comercio	Deporte	Recreación	Convivencia	Lugar de paso	Otro	Desv. Est.
Recolectar basura	0.13	0.18	0.34	0.16	0.18	-	0.08
Cuidar de daños	0.13	0.18	0.34	0.16	0.18	-	0.08
Transitar por pavimento	0.03	0.05	0.11	0.04	0.05	0.00	0.03
No maltratar especies	0.13	0.18	0.34	0.16	0.18	-	0.08
Regar arboles	0.04	0.08	0.07	0.04	0.08	0.02	0.02
Podar árboles	0.08	0.14	0.15	0.05	0.12	-	0.04
Plantar árboles	0.06	0.11	0.16	0.10	0.11	0.02	0.04

Fuente: elaboración propia

Este coeficiente se calculó para obtener un valor integral de todos los coeficientes evaluados. Se obtuvo al promediar los coeficientes de probabilidad acción-zona para cada tipo de dinámica de apropiación, en cada zona de muestreo. Por ejemplo, en Manzanares, el valor de 0.11 es el promedio de todos los coeficientes de probabilidad acción-zona (de todas las áreas

del parque), pero únicamente para la acción “recolección de basura” realizada por la dinámica de “deporte”. Este último coeficiente calculado, representa la probabilidad de que un tipo de dinámica de apropiación realice una de las acciones ecológicas, en el parque Manzanares o Valle del Real.

5. Aplicación del análisis de riesgos. En esta etapa, se busca obtener un valor de referencia que permita estimar el impacto que tienen las acciones ecológicas realizadas por los distintos tipos de dinámicas de apropiación en la funcionalidad ecológica de los parques. Consistió en utilizar los datos calculados en los pasos 1 a 4 (ilustración 27), y su posterior interpretación de los resultados obtenidos (apartado 9.3).

Es importante destacar, que se realizó una matriz de riesgos para cada indicador biofísico considerado en cada funcionalidad ecológica. Se calcularon, por lo tanto, un total de 5 matrices para cada parque de estudio, lo que dio un total de 10 matrices evaluadas.

Ilustración 27. Formato de evaluación del análisis de riesgos

Indicador biofísico:					Funcionalidad ecológica a la que pertenece:				
¹ Cuadrante	² Acciones	³ Coeficiente de probabilidad conjunta [0-1]	⁴ Dinámica que realiza la acción	⁵ Coeficiente de Impacto de la acción [0 - 100]*	⁶ Valor del impacto medio	⁷ Impacto total	⁸ Valor de NDVI	⁹ Impacto total (traspolado a %)	¹⁰ Valor de NDVI (traspolado a %)

Fuente: elaboración propia

Descripción de las columnas

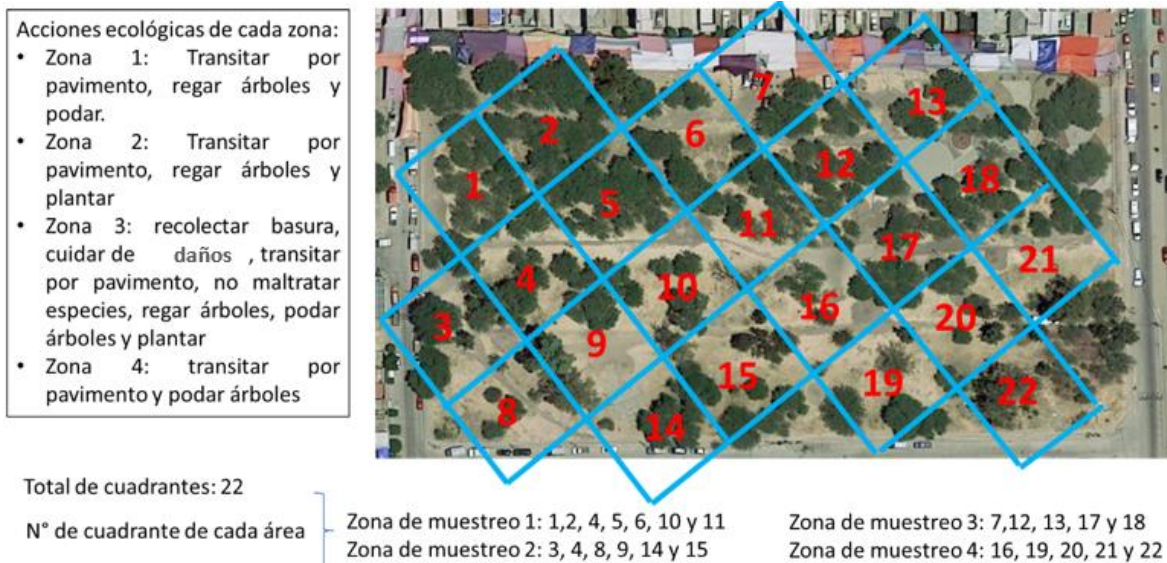
- 1) Número del cuadrante. Corresponde al número asignado a cada cuadrante del parque (ilustración 28 y 29). Se realizaron estudios detallados por áreas delimitadas en el parque, para relacionar las dinámicas de apropiación con la funcionalidad ecológica. Lo anterior, dado que los resultados obtenidos en el apartado 9.1, se obtuvieron en forma de cuadrantes delimitados por píxeles, por lo que se decidió continuar el estudio con base en estas delimitaciones.
- 2) Es el listado de las acciones ecológicas que se realizan en las zonas del parque (apartado 9.2.2). Estos datos se obtuvieron a partir de las respuestas a las preguntas 1, 2 y 8 del cuestionario. Por ejemplo, en el área de las canchas en el parque Manzanares, se identificaron las acciones

de recolección de basura, cuidado de los árboles contra daños físicos, y tránsito por pavimento. Estas acciones se aplicaron a cada cuadrante dentro del área de la cancha deportiva en Manzanares, y se repitió este proceso para cada zona en ambos parques (ilustraciones 28 y 29).

Ilustración 28. Número de cuadrantes y acciones ecológicas del parque Manzanares



Ilustración 29. Número de cuadrantes y acciones ecológicas del parque Valle del Real



Es importante añadir que, cada acción debe de considerar el número de dinámicas presentes en el cuadrante que se esté evaluando (ver ejemplo en ilustración 31).

3) Es el valor calculado en el inciso 4 del apartado 8.3. Representa el coeficiente de probabilidad de que una acción específica, se realice en una zona determinada del parque. Por ejemplo, en

Valle del Real, el coeficiente para la acción de “podar árboles” realizada por la dinámica de “recreación” es 0.15.

- 4) Indica el tipo de dinámicas presentes en cada cuadrante del parque. se determinó a partir de las ilustraciones 28, 29, 45 y 47.
- 5) Es el valor de impacto generado por cada acción (ilustración 30). Se obtuvo a partir de los factores jerarquizados en el análisis multicriterio del apartado 8.2.2.1. Se identificaron las acciones que impactan en cada indicador biofísico, se les asignó un nivel de jerarquía basado en el orden de los factores jerarquizados (ilustración 21) y se asignaron ponderaciones según su importancia relativa (Estévez et al, 2021).

Ilustración 30. Escala de impacto de las acciones ecológicas en ambos parques

Manzanares				Valle del Real			
Escala de valoración				Escala de valoración			
	Orden de jerarquía	Acción	Valor de impacto (ponderación)		Orden de jerarquía	Acción	Valor de impacto (ponderación)
NDVI	1	Regar árboles	60	NDVI	1	Regar árboles	40
	2	No maltratar especies	30		2	No maltratar especies	30
	3	Cuidar de daños	10		3	Podar árboles	20
			4		Cuidar de daños	10	
NDWI	1	Regar árboles	100	NDWI	1	Regar árboles	100
T° (LST)	1	Regar árboles	40	T° (LTS)	1	Regar árboles	45
	2	No llevarme plantas	30		2	Plantar árboles	25
	3	No maltratar especies	20		3	No maltratar especies	15
4	Cuidar de daños	10	4		Podar árboles	10	
					5	Cuidar de daños	5
Capacidad de filtración	1	Transitar por pavimento	45	Capacidad de filtración	1	Transitar por pavimento	45
	2	Regar árboles	25		2	Regar árboles	25
	3	No llevarme plantas	15		3	Plantar árboles	15
4	No maltratar arboles	10	4		No maltratar arboles	10	
5	Recolectar basura	5	5		Recolectar basura	5	
Cobertura vegetal	1	Regar árboles	40	Cobertura vegetal	1	Regar árboles	45
	2	No llevarme plantas	30		2	Plantar árboles	25
	3	No maltratar especies	20		3	Podar árboles	15
4	Cuidar de daños	10	4		No maltratar especies	10	
					5	Cuidar de daños	5

Fuente: elaboración propia

- 6) Refiere al resultado de multiplicar el coeficiente de probabilidad conjunta/probabilidad acción-zona (celda 3 del formato de la ilustración 27) por el coeficiente de impacto de la acción (celda 5).
- 7) Es la suma del valor de impacto medio de cada cuadrante.
- 8) Corresponde al valor de cada cuadrante obtenido del cálculo del indicador biofísico. Este resultado se obtuvo del apartado 9.1.

9) Es el valor del impacto total, expresado como porcentaje. Para ello se calculó el mínimo y máximo de dicha columna. La fórmula fue la siguiente: $\text{impacto total} \times 100 / \text{valor máximo de la columna}$.

10) Es el valor del indicador biofísico expresado como porcentaje. Para ello se calculó el mínimo y máximo de dicha columna. La fórmula fue la siguiente: $\text{valor de indicador biofísico} \times 100 / \text{valor máximo de la columna}$.

Ilustración 31. Ejemplo del análisis de riesgos aplicado a 5 de 14 cuadrantes en el parque

Manzanares

¹ Cuadrante	² Acciones	³ Coefficiente de probabilidad conjunta/probabilidad acción-zona [0-1]	⁴ Dinámica que realiza la acción	⁵ Coefficiente de Impacto de la acción [0 - 100]*	⁶ Valor del Impacto medio	⁷ Impacto total	⁸ Valor de Indicador biofísico	⁹ Impacto total (traspolado a %)	¹⁰ Valor de Indicador biofísico (traspolado a %)
1,1	Recolectar basura	0.11	Deporte	0	0	2.1	0.24	5.172413793	92.3076923
		0.07	Comercio	0	0				
	Cuidar de daños	0.12	Deporte	10	1.2				
		0.09	Comercio	10	0.9				
	Transitar por pavimento	0.07	Deporte	0	0				
		0.04	Comercio	0	0				
1,2	Recolectar basura	0.07	Recreación	0	0	27	0.21	66.50246305	80.7692308
		0.11	Deporte	0	0				
		0.1	Convivencia	0	0				
	Transitar por pavimento	0.08	Recreación	0	0				
		0.07	Deporte	0	0				
	No maltratar especies	0.03	Convivencia	0	0				
		0.13	Recreación	30	3.9				
		0.11	Deporte	30	3.3				
		0.12	Convivencia	30	3.6				
Regar árboles	0.14	Recreación	60	8.4					
	0.07	Deporte	60	4.2					
		0.06	Convivencia	60	3.6				
1,3	Recolectar basura	0.09	Lugar de paso	0	0	15.6	0.18	38.42364532	69.2307692
		0.11	Deporte	0	0				
	Transitar por pavimento	0.09	Lugar de paso	0	0				
		0.07	Deporte	0	0				
	No maltratar especies	0.13	Lugar de paso	30	3.9				
		0.11	Deporte	30	3.3				
	Regar árboles	0.07	Lugar de paso	60	4.2				
			0.07	Deporte	60	4.2			
1,4	Recolectar basura	0.09	Lugar de paso	0	0	8.1	0.14	19.95073892	53.8461538
	Transitar por pavimento	0.09	Lugar de paso	0	0				
	No maltratar especies	0.13	Lugar de paso	30	3.9				
	Regar árboles	0.07	Lugar de paso	60	4.2				
1,5	Recolectar basura	0.07	Recreación	0	0	19.8	0.22	48.76847291	84.6153846
		0.11	Deporte	0	0				
	Transitar por pavimento	0.08	Recreación	0	0				
		0.07	Deporte	0	0				
	No maltratar especies	0.13	Recreación	30	3.9				
		0.11	Deporte	30	3.3				
	Regar árboles	0.14	Recreación	60	8.4				
			0.07	Deporte	60	4.2			

Fuente: elaboración propia

9. RESULTADOS

9.1. Funcionalidad ecológica del arbolado urbano en los parques urbanos

Con el fin de comparar la funcionalidad ecológica entre el parque Valle del Real y Manzanares, se realizó un promedio de los valores obtenidos en cada indicador evaluado. La siguiente tabla resume la información de los subapartados 9.1.1 a 9.1.3.

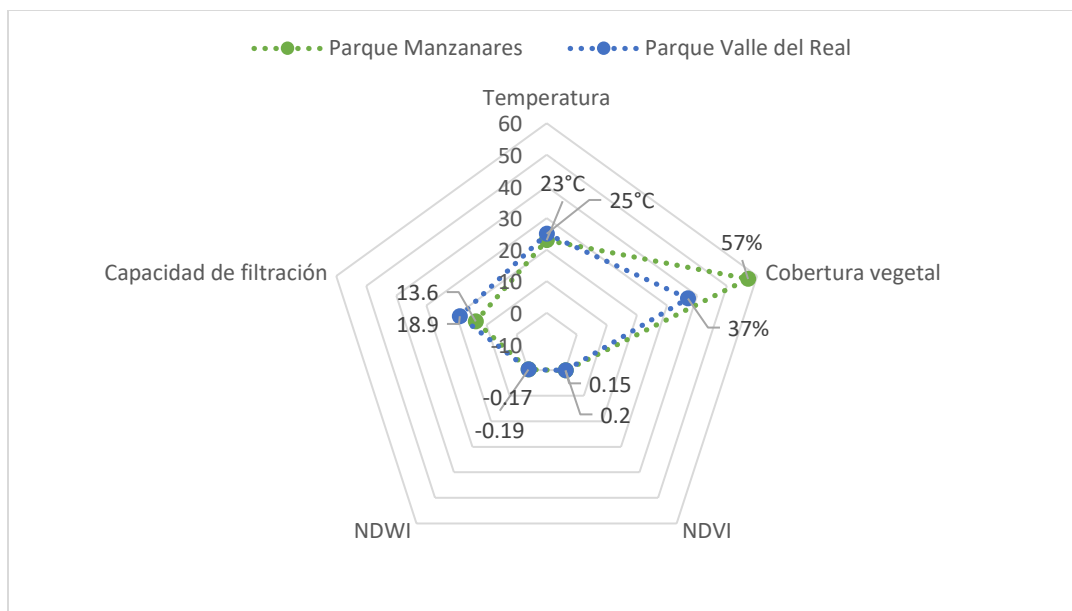
Tabla 1. Resumen de los indicadores de funcionalidad ecológica en los parques de estudio

Funcionalidad ecológica	Indicador biofísico	Parque Manzanares	Parque Valle del Real
Regulación climática	Índice de temperatura superficial	23°	25°
Apreciación e inspiración estética	Porcentaje de cobertura vegetal	57%	37%
	Índice de vegetación Normalizada (NDVI)	0.20	0.15
Control de escorrentía	Capacidad de filtración del agua	13.6	18.9
	Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI)	-0.19 lts/hr	-0.17 lts/hr

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que el parque Manzanares presenta una mejor funcionalidad ecológica, en comparación con el parque Valle del Real, según los cinco indicadores evaluados en las tres clasificaciones de funcionalidad. Los indicadores destacados son el índice de temperatura superficial, el porcentaje de cobertura vegetal y el índice de vegetación normalizada; pertenecientes a la regulación climática, y apreciación e inspiración estética.

Ilustración 32. Comportamiento de los indicadores de funcionalidad ecológica en los parques



Fuente: elaboración propia

A pesar de tener una menor superficie pavimentada, el parque Valle del Real muestra una temperatura más alta en comparación con Manzanares. Esto indica que, en un área verde, no solo es crucial contar con una amplia cobertura vegetal para mitigar los efectos de las islas de calor urbano; sino también considerar otras características importantes en la planificación de un área verde, como el nivel de vegetación, el tipo de suelo, la distribución y la condición de las especies, el mantenimiento, la frecuencia de riego, el tipo de materiales de construcción, y la presencia de vías circundantes (Salas et al, 2017).

Para este estudio, se tomaron en cuenta sólo algunas de las características mencionadas anteriormente. Una de ellas es la condición de las especies, que se puede estimar a partir del cálculo del NDVI. Otra característica está relacionada con la frecuencia de riego, que se aproxima a los resultados obtenidos por el cálculo del NDWI y la capacidad de filtración.

En conclusión, el parque Valle del Real presenta una temperatura más alta, debido a la condición de su arbolado y su escasa cobertura vegetal, como se refleja en el resultado del NDVI. Según las respuestas de los encuestados, se mencionó que el parque Valle del Real es mantenido y regado por la dependencia gubernamental a cargo; aproximadamente una vez al mes o más (pregunta 6

del cuestionario). Sin embargo, debido al estado deteriorado del arbolado (indicador 2 del apartado 9.1.2), se infiere que el riego por sí solo no es suficiente para mejorar su salud y condición.

A continuación, se presentan los siguientes subapartados, que describen con más detalle, los resultados obtenidos en los indicadores biofísicos de la funcionalidad ecológica en cada parque.

9.1.1. Funcionalidad ecosistémica: regulación climática

Indicador 1. Índice de Temperatura Superficial (LST)

La ilustración 33 muestra la variación de temperatura en diferentes áreas del parque Manzanares. La cancha deportiva es el área con la temperatura más alta, alcanzando los 25° C. Según Fuentes (2015) diversos estudios han demostrado, que las altas temperaturas urbanas, se deben a la falta de vegetación y la presencia de pavimentos y asfaltos. Esto concuerda con las características físicas de la cancha deportiva, ya que es una zona pavimentada (ilustración 34).

La zona del parque con mayor confort térmico registró una temperatura de 23°C. Esta zona se distingue por tener suelo descubierto y la mayor cobertura vegetal, en comparación con otras áreas del parque (indicador 1, del apartado 9.1.2).

Ilustración 33. Índice de temperatura superficial en el parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

Ilustración 34. Áreas del parque manzanares con mayor y menor temperatura

Cancha deportiva
25°



Área de palapas
23°



Fuente: fotografías propias

En el parque Valle del Real, la temperatura más alta registrada fue de 25° C. Esta área es la única del parque que cuenta con equipamiento, como bancas de cemento, un bebedero de agua potable y un gimnasio urbano. También se observa un diseño decorativo de cemento en el suelo del parque. Por otro lado, las áreas con temperaturas más bajas (24°C), se destacan en la ilustración 36, identificadas por cuadrantes de color blanco.

Ilustración 35. Áreas del parque Valle del Real con menor y mayor temperatura respectivamente

Temperatura de 24°



Temperatura de 25°



Fuente: fotografías propias

Ilustración 36. Mapas del índice de temperatura superficial en el parque Valle del Real

Simbología
Temperatura en
grados °C

- <= 24.693
- 24.693 - 24.814
- 24.814 - 24.934
- 24.934 - 25.055
- > 25.055



Fuente: elaboración propia

En general, la temperatura promedio en el parque Manzanares es de 23° C, mientras que, en Valle del Real, la temperatura aumenta dos grados centígrados. Para determinar las horas del día con mayor radiación solar, se analizaron los registros de temperaturas de las estaciones meteorológicas cercanas a los parques de estudio. Estos datos corresponden al mes de diciembre del 2022 (SAPAL, 2022), ya que los indicadores de funcionalidad ecológica se calcularon en ese mismo mes.

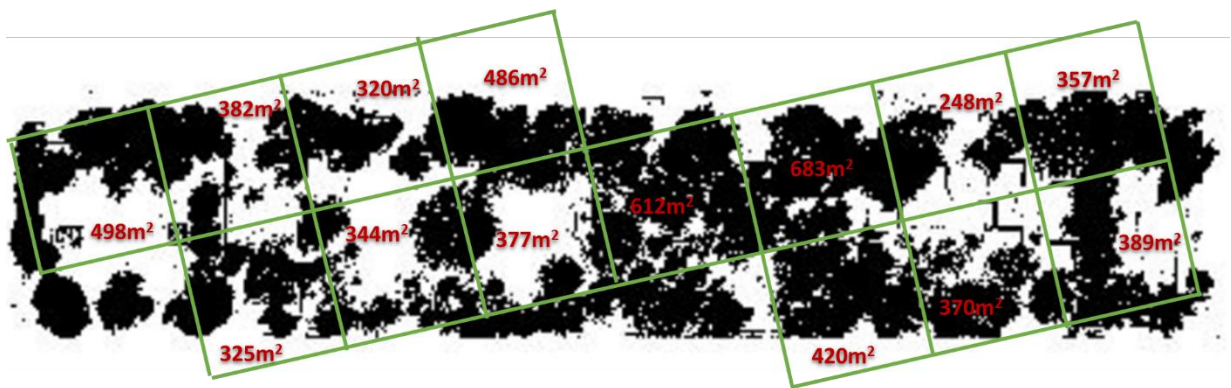
En el caso del parque Manzanares, se utilizó la estación meteorológica “Explora”, mientras que, para Valle del Real, se seleccionó la estación “Cerrito de Jerez”. Se concluyó que entre las 12:00 y 15:00 hrs es cuando la radiación solar alcanza niveles intensos en comparación con otras horas del día.

9.1.2. Funcionalidad ecosistémica: apreciación e inspiración estética

Indicador 1. Porcentaje de cobertura vegetal

En el parque Manzanares, el porcentaje de cobertura vegetal es del 57% con relación a su superficie total, lo que equivale a 5 mil 814 metros cuadrados. Es importante tener en cuenta que esta cifra considera únicamente la cobertura arbórea. No se realizó un censo en campo para determinar el número de especies y ejemplares arbóreos. Sin embargo, el censo realizado por la Dirección General de Medio Ambiente (DGMA) en 2020, registró 292 árboles de cuatro especies principales (ver antecedentes).

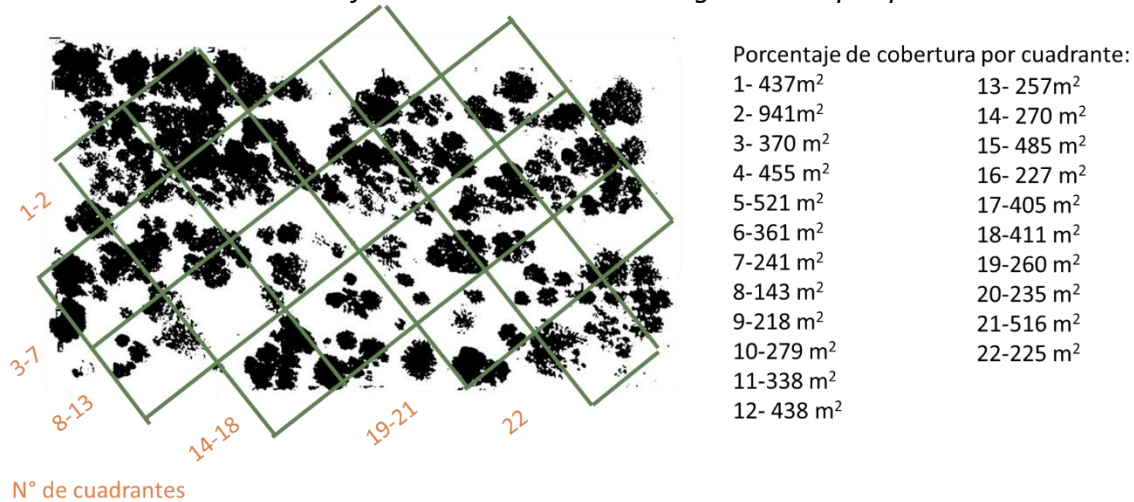
Ilustración 37. Identificación de la cobertura vegetal en el parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, en el parque Valle del Real, el 37% de la superficie está cubierta por vegetación, lo que equivale a 8 mil 066 metros cuadrados con relación a su área total. El censo de la DGMA registró 363 árboles, siendo que el 80% de ellos pertenece a una sola especie vegetal (ver antecedentes).

Ilustración 38. Identificación de la cobertura vegetal en el parque Valle del Real



Fuente: elaboración propia

Indicador 2. Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)

Según la clasificación de Morán et al (2020), tanto en el parque Manzanares como en Valle del Real no se encuentran áreas con una vegetación saludable y densa, caracterizada por valores de NDVI superiores a 0.5. En el caso de Manzanares, la mayor parte de la vegetación se considera pobre, con valores que oscilan entre 0.21 y 0.26. En la ilustración 39, se pueden observar cuadrantes con tonalidades más intensas hasta menos intensas, lo que reflejan el nivel de verdor en las plantas. Esta variación de tonalidades puede interpretarse como un indicador del estado de salud y densidad de la vegetación (Mamani et al, 2019).

En Manzanares, se pueden identificar dos áreas con una vegetación más saludable. Una de ellas se encuentra junto al jardín central del parque, mientras que la otra está situada al sur del área de palapas. Por otro lado, las zonas con una puntuación más baja de NDVI se localizan en los cuadrantes blancos, al norte del jardín central y en el área de las palapas, como se muestra en la ilustración 39.

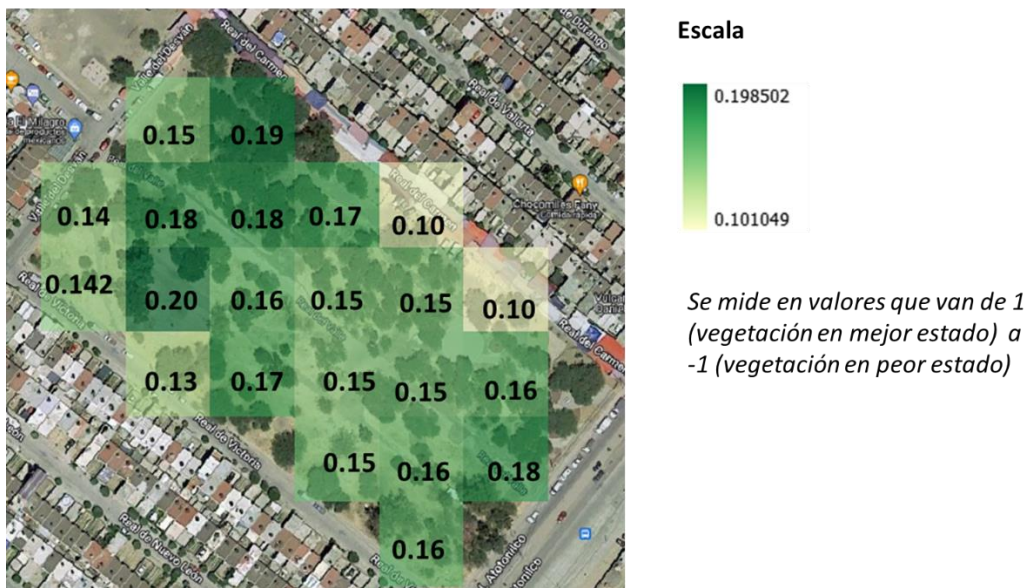
Ilustración 39. Mapa del cálculo del NDVI en el parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

En caso del parque Valle del Real, el cálculo del NDVI reveló que en toda el área prevalece el suelo desnudo; lo cual se confirma durante recorridos en campo. En el parque, se observa que los cuadrantes con mayor cobertura vegetal (indicador 1, apartado 9.1.2) son aquellos que presentan valores más altos de NDVI. Estas áreas se distinguen en la ilustración 40 por su tonalidad verde intenso, y el valor más alto registrado alcanzó 0.20. Por otro lado, las áreas del parque con una puntuación más baja de NDVI se identifican en los cuadrantes de color amarillo, donde el valor obtenido fue de 0.10.

Ilustración 40. Mapa del cálculo del NDVI en el parque Valle del Real



Fuente: elaboración propia

Al calcular el promedio del NDVI de todos los cuadrantes, se obtuvo un resultado de 0.20 para el parque Manzanares, lo que indica que la vegetación se encuentra en mejor estado en comparación con el parque Valle del Real, que obtuvo un valor de 0.15. A pesar de que existen zonas en ambos parques con una mejor condición, es importante recordar que todos los valores de NDVI varían entre 0.1 y 0.2; clasificados por Morán et al (2020) como vegetación pobre y suelos descubiertos.

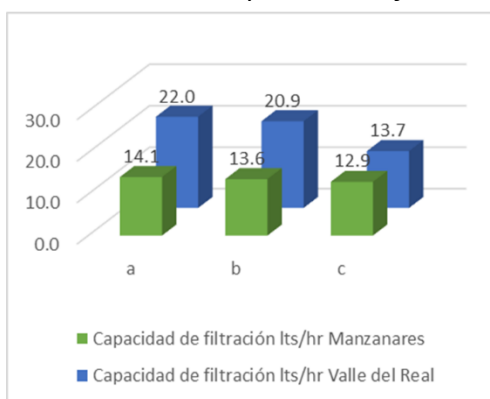
9.1.3. Funcionalidad ecosistémica: control de escorrentía

Indicador 1. Capacidad de filtración del suelo

El parque Valle del Real mostró una capacidad de filtración más alta en comparación con Manzanares, con valores de 18.9 y 13.6 litros por hora, respectivamente. En el caso de este último parque, uno de los factores que influyó en su resultado fue la mayor superficie de áreas pavimentadas (Delgadillo, 2016). Estos hallazgos se respaldan por el promedio obtenido en el indicador NDWI; donde se encontró que el parque Manzanares presenta un mayor estrés hídrico con un valor de -19, en comparación con Valle del Real, que tiene un valor de -0.17. Por lo tanto, se puede inferir que las áreas con una baja capacidad de filtración pueden estar asociadas a problemas, en su nivel de estrés hídrico (Ribera et al., 2022).

La ilustración 41, muestra los resultados obtenidos para cada punto de muestreo en ambos parques.

Ilustración 41. Capacidad de filtración en los puntos de muestreo de los parques de estudio



Punto de muestreo	Capacidad de filtración Lts/hr			
	Cuadrante	Manzanares	Cuadrante	Valle del Real
a	5	14.1	2	22
b	9	13.6	8	20.9
c	12	12.9	9	13.7
Promedio		13.6		18.9

Nota:
a= zonas con mayor vegetación y con menor índice de estrés hídrico
b= zonas con menor vegetación y mayor índice de estrés hídrico
c= zonas sin vegetación aparente, en donde existe suelo comprimido por el paso de peatón

Fuente: elaboración propia

Específicamente, al evaluar la capacidad de filtración en cada punto de muestreo (ver metodología), se observa que se cumplió con la condición establecida por Ribera et al (2018) en la sección 8.1.2. En ambos parques, los puntos de muestreo "a" exhibieron una mayor capacidad de filtración, debido a la presencia de cobertura vegetal. Por otro lado, el punto "b" mostró un valor más bajo en comparación con el punto "a", pero superior al punto "c". Por último, los puntos de muestreo "c" obtuvieron resultados significativamente inferiores a los puntos "a" y "b", debido a la compactación del suelo causada por su uso frecuente como áreas de paso para peatones.

Indicador 2. Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI)

En general, tanto el parque Manzanares como el Valle del Real, presentan valores de NDWI en un rango de -23 a -12, lo cual indica que son áreas con sequía muy fuerte (Gulácsi et al, 2015; Campaña et al, 2021). No obstante, dentro de cada parque se pueden distinguir zonas con menor estrés hídrico en comparación con otras. A continuación, se explicará el comportamiento del NDWI en cada parque de estudio.

En el parque Manzanares, se identificaron dos cuadrantes con un menor nivel de estrés hídrico, caracterizados por un valor de -0.12 en NDWI. Estas áreas se pueden observar en la ilustración 42 como zonas de color azul intenso. Uno de los cuadrantes corresponde a una sección del área de las palapas, mientras que el otro se encuentra en la parte superior del jardín principal.

Por otro lado, se identificaron otros dos cuadrantes en Manzanares que muestran un mayor estrés hídrico en comparación con otras zonas. Estos cuadrantes se ubican en el área de la cancha deportiva y al sur del jardín principal. Ambos obtuvieron un valor de -0.23 y se caracterizan por estar pavimentados, lo que agrava aún más las condiciones de estrés hídrico en estas áreas (Delgadillo, 2016).

Ilustración 42. Mapa del cálculo del NDWI en el parque Manzanares

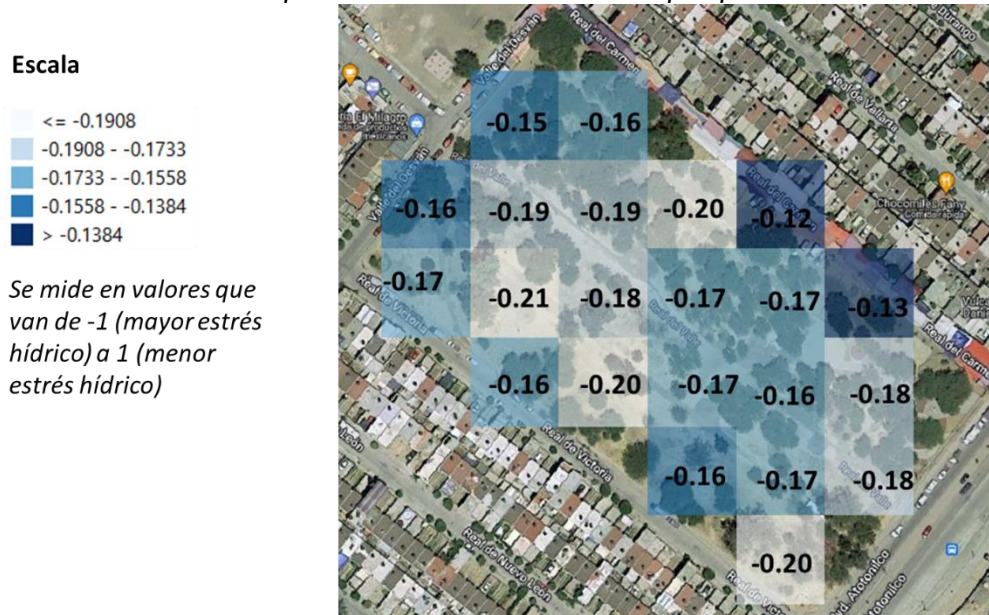


Fuente: elaboración propia

En el parque Valle del Real, se pueden identificar zonas con un menor nivel de estrés hídrico ubicadas en la parte superior del parque. Estas áreas se representan en la ilustración 43 mediante cuadrantes de color azul intenso. Ambas zonas presentaron valores muy similares, oscilando entre -0.12 y -0.13, y se encuentran cerca del gimnasio urbano. Por otro lado, la zona con el mayor estrés hídrico se encuentra en la parte suroeste del parque, con un valor de -0.21. Este resultado se refleja en la ilustración 43, que muestra el grado de estrés hídrico en dicha área.

Un dato relevante es la distribución de las áreas con menor estrés hídrico, las cuales tienden a ubicarse en las orillas de los parques. Estos hallazgos se respaldan con los resultados obtenidos en las encuestas realizadas (ver inciso 5 de los subapartados 9.2.2.1). Para finalizar el análisis de este indicador, se calculó el promedio del valor de NDWI en los cuadrantes de ambos parques. Esto proporcionó una visión general del nivel de estrés hídrico en cada sitio de estudio. Se obtuvo que Valle del Real es el parque con menor estrés, con un valor promedio de -0.17, mientras que el parque Manzanares obtuvo un valor promedio de -0.19.

Ilustración 43. Mapa del cálculo del NDWI en el parque Valle del Real

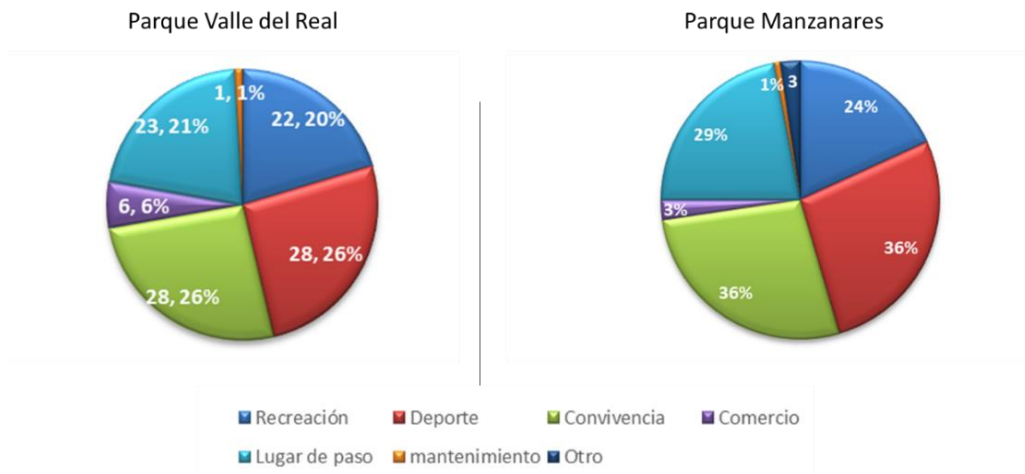


Fuente: elaboración propia

9.2. Tipos de dinámicas de apropiación social

El tipo de dinámicas de apropiación observadas en ambos parques fue similar, identificándose 7 tipos en Manzanares, y 6 en Valle del Real. Los tipos de dinámicas incluyen deporte, recreación, convivencia, comercio, lugar de paso y otra categoría (ver ilustración 44). Además, en el caso de Manzanares, se observó un tipo adicional llamada "mantenimiento". Los tipos de dinámicas más frecuentes en ambos parques fueron deporte, convivencia, recreación y lugar de paso.

Ilustración 44. Tipos de dinámicas de apropiación en los parques urbanos



Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta una breve descripción de cada tipo de dinámica identificada.

- **Recreación:** se observaron diversas actividades de ocio realizadas de manera individual en los parques, como sentarse en bancas, descansar en el suelo, pasear a mascotas, andar en bicicleta, pasear por la zona y vigilar a niños.
- **Deporte:** incluyó actividades como fútbol, basquetbol, caminatas, atletismo, uso del gimnasio urbano, y ejercicios con entrenadores personalizados.
- **Convivencia:** se refiere a actividades de ocio realizadas de manera colectiva, como personas dialogando sentadas, niños jugando en bicicleta, juegos infantiles o gimnasio urbano, reuniones de trabajo y familiares, convivios, y empleados reunidos durante la hora de comida.
- **Comercio:** se visualizaron las actividades de venta de productos y servicios, como la venta de herramientas, ropa de segunda mano y servicio de taxis.
- **Lugar de paso:** se refiere a la acción de las personas al utilizar áreas del parque únicamente como paso peatonal.
- **Otro:** son las acciones que se registraron con poca frecuencia, como pedir ayuda monetaria. Durante el trabajo de campo se observó a una señora pidiendo dinero en el parque Manzanares, mientras que, en Valle del Real, se identificó a un joven que ayudaba a cargar las compras de las señoras a cambio de dinero.
- **Mantenimiento:** incluye actividades de cuidado y mantenimiento del parque, como el riego del arbolado y plantas ornamentales en ciertas áreas.

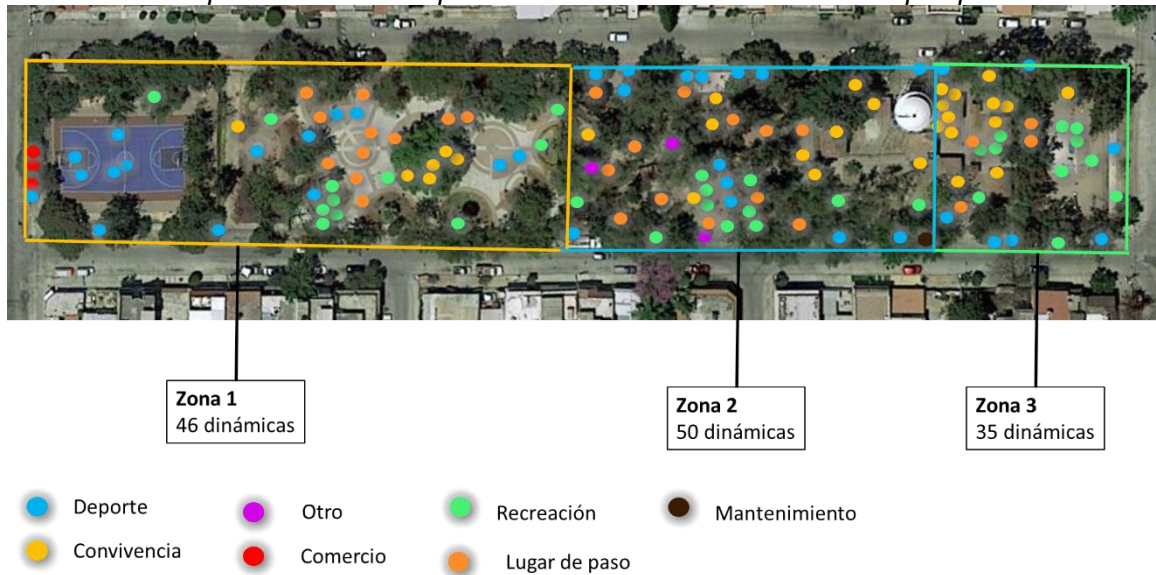
9.2.1. Comportamiento de los tipos dinámicas de apropiación

En el parque Manzanares se identificó una concentración mayor en las zonas de muestreo uno y dos (ver ilustración 45). En la zona uno se registraron un total de 46 dinámicas, siendo el deporte el tipo de dinámica más predominante. En la zona dos, se reportaron 50 dinámicas, siendo la "convivencia" la más frecuente.

Este comportamiento puede atribuirse a la presencia de equipamiento urbano en esas zonas, lo cual atrae a los usuarios y los motiva a participar en diversas actividades (pregunta 3, del apartado 9.2.2.1). Por ejemplo, en la zona 1 se encuentra una cancha, un jardín central con bancas, un

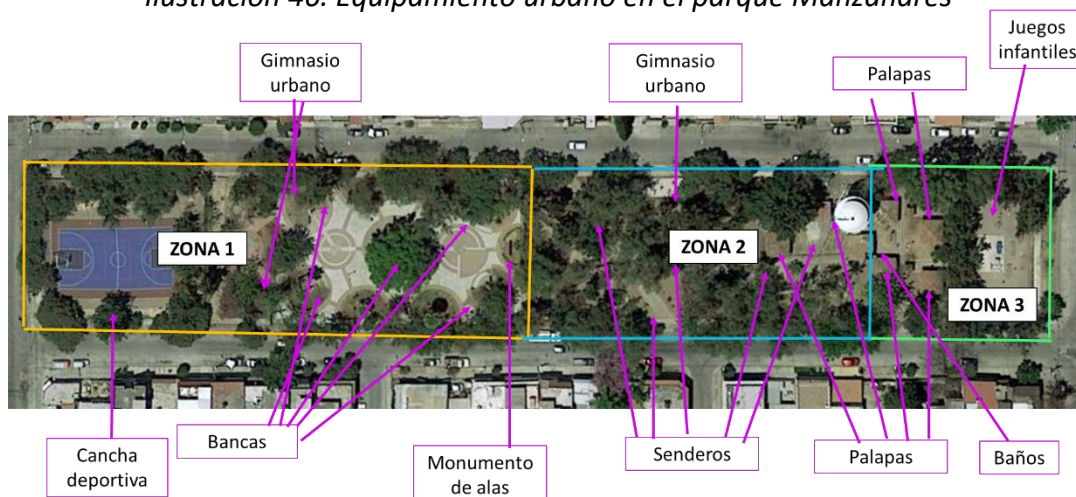
monumento representativo de alas de ángel y un gimnasio urbano. En la zona 2, hay un área de gimnasio urbano, palapas y senderos rodeados de árboles. Por último, la zona 3 cuenta con baños, jardineras, área de juegos infantiles, y palapas (ver ilustración 46). De acuerdo con los resultados de las encuestas, la existencia de equipamiento en diferentes zonas del parque fomenta la participación de los usuarios, y contribuye a la diversidad de las dinámicas observadas en cada zona de estudio.

Ilustración 45. Tipos de dinámicas por cada de zona de muestreo en el parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

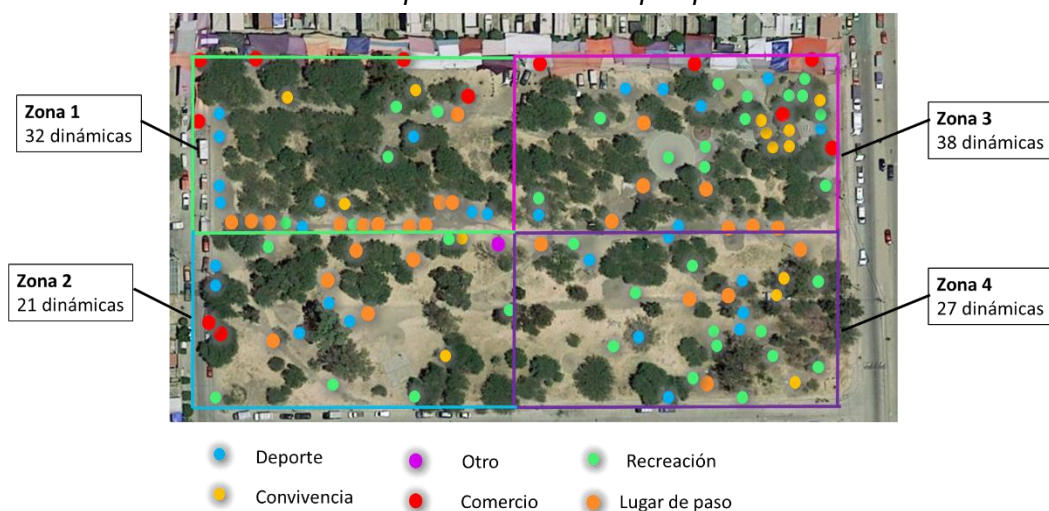
Ilustración 46. Equipamiento urbano en el parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

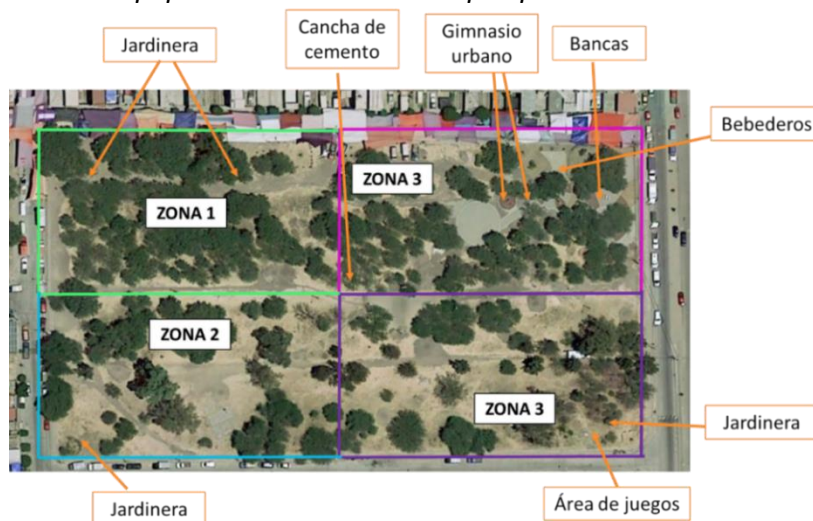
A diferencia de Manzanares, en el parque Valle del Real se pueden identificar pequeñas áreas donde no se observó dinámica alguna, y también se observa una mayor separación entre las diferentes dinámicas registradas (ilustración 47). Esto se debe principalmente a la falta de equipamiento urbano en las zonas de muestreo 1, 2 y parte de la 4. Como resultado, las personas no se sienten tan motivadas para visitar esas áreas, como lo hacen en la zona 3, donde hay un mayor número de elementos de equipamiento urbano que fomentan la participación de los usuarios (ilustración 48). Además, en esta última zona se registró la “recreación” como el tipo de dinámica más frecuente.

Ilustración 47. Dinámicas por cada zona del parque Manzanares



Fuente: elaboración propia

Ilustración 48. Equipamiento urbano en el parque Valle del Real



Fuente: elaboración propia

Aunque el comportamiento de las dinámicas de apropiación está estrechamente relacionado con el tipo de equipamiento presente en cada zona (pregunta 3 del apartado 9.2.2.1), es importante destacar que este no es el único factor por considerar al determinar estas dinámicas. Durante el trabajo en campo, se observó que las personas asignan usos al espacio que pueden no estar inicialmente previstos; lo que es respaldado por Guadarrama et al, (2021). Por ejemplo, las actividades de comercio ejercidas en ambos parques, o la práctica de algún deporte en espacios sin vegetación en Valle del Real. Es evidente que los usuarios adaptan el espacio para satisfacer sus necesidades y preferencias; lo que da origen a distintos tipos de dinámicas de apropiación social.

También se constató durante las observaciones en campo, que la participación de las mujeres en las dinámicas de apropiación social es notable. En el parque Manzanares, se encontró que el 56% de las dinámicas fueron realizadas por mujeres, mientras que, en Valle del Real este porcentaje aumentó al 64%. Estos datos reflejan la presencia significativa de las mujeres en el uso y disfrute de estos dos parques, resaltando su papel activo en la apropiación del espacio.

Por último, es necesario destacar la dinámica “Lugar de paso”. En Manzanares, se observó que este tipo de dinámica se concentraba principalmente en los senderos de cemento y en el jardín central. Por su parte, en Valle del Real al contar con una mayor extensión y suelo desnudo, se observó que las personas tienden a utilizar gran parte del parque como camino de paso.

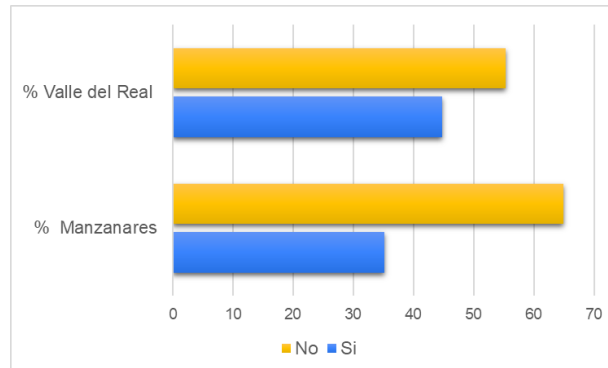
9.2.2. Acciones ecológicas de las dinámicas de apropiación social

En el cuestionario se plantearon tres preguntas (1, 2, y 8) que se enfocaron en conocer las acciones ecológicas, realizadas por los diferentes tipos de dinámicas de apropiación social. Se dará énfasis particular a los resultados obtenidos para cada una de estas preguntas. Posteriormente, en el subapartado 9.2.2.1, se presenta de manera general, los resultados de cada pregunta integrada en el cuestionario. Estas preguntas se plantearon con el fin de comprender con mayor claridad, el comportamiento de los resultados obtenidos en el apartado 9.1 “Funcionalidad ecológica”, y 9.2 “Tipos de dinámicas de apropiación”.

Acciones ecológicas

En el parque Valle del Real el 45% de los encuestados señaló llevar a cabo acciones ecológicas, en contraste con el 35% registrado en Manzanares. Se observó, que las acciones ecológicas realizadas por las dinámicas de apropiación social varían según cada área del parque; ya que suelen llevar a cabo estas acciones en la zona con la que se sienten más familiarizados, y a la que sienten mayor apego.

Ilustración 49. Porcentaje de personas que realizan acciones ecológicas



Fuente: elaboración propia

A continuación, se presentan las acciones ecológicas realizadas en cada zona de ambos parques. Dado que las personas desconocían que cada parque se encontraba dividido por zonas de muestreo (ilustraciones 14 y 15), resultaba imposible preguntarles en qué zonas realizaban las acciones. Por lo tanto, en la encuesta se delimitaron las zonas del parque según los elementos visibles que la gente reconocía. Es importante señalar que esto no fue posible en Valle del Real debido a la falta de infraestructura; no obstante, durante el trabajo de campo se les pidió que indicaran el área que les gustaba más. Posteriormente, el investigador, en base a su conocimiento sobre las zonas de muestreo, identificó la zona correspondiente (ilustración 50).

Por último, es importante destacar que el alcance de esta investigación no contempló un análisis exhaustivo, para aplicar encuestas a muestras representativas de cada dinámica de apropiación social. Esto habría permitido conocer de manera más precisa las acciones realizadas por cada una. Sin embargo, el análisis estadístico realizado en el apartado 8.3 proporcionó una estimación para conocer la probabilidad de que cierto tipo de dinámica social realice una acción ecológica específica (ilustración 26).

Ilustración 50. Acciones ecológicas registradas en el parque Manzanares

Área del parque	Acciones ecológicas (n° de veces que los encuestados realizan cierta actividad)					
	Recolectar basura	Cuidar de daños físicos	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	No llevarme plantas
Cancha deportiva	1	1	4	0	0	0
Área de bancas	1	0	11	2	1	0
Palapas	2	1	6	2	2	1
Juegos	0	1	4	0	2	0
TOTAL	4	3	25	4	5	1

*Algunos encuestados indicaron realizar más de una acción ecológica, por ello es que el total no corresponde con la suma de las 37 encuestas aplicadas

Fuente: elaboración propia

Ilustración 51. Acciones ecológicas registradas en el parque Valle del Real

Área del parque	Acciones ecológicas (n° de veces que los encuestados realizan cierta actividad)						
	Recolectar basura	Cuidar de daños físicos	Transitar por pavimento	No maltratar especies	Regar arboles	Podar árboles	Plantar árboles
Zona de muestreo 1	0	0	1	0	1	1	0
Zona de muestreo 2	0	0	1	0	1	0	1
Zona de muestreo 3	9	4	9	2	1	0	1
Zona de muestreo 4	0	0	1	0	0	1	0
TOTAL	9	4	12	2	3	2	2

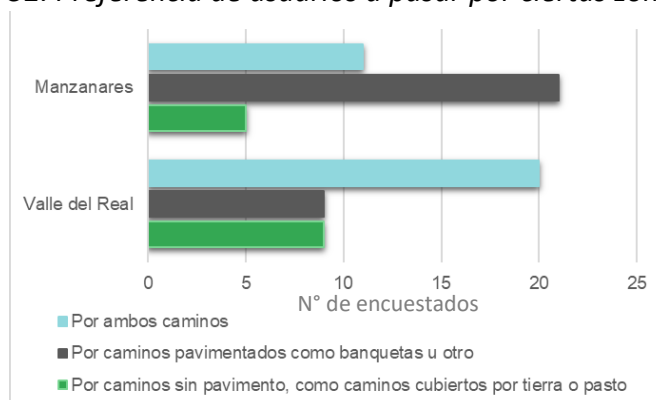
*Algunos encuestados indicaron realizar más de una acción ecológica, por ello es que el total no corresponde con la suma de las 38 encuestas aplicadas

Fuente: elaboración propia

9.2.2.1. Resultados de la aplicación de las encuestas

Pregunta 1. Cuando paseas por el parque ¿Por dónde pasas?

Ilustración 52. Preferencia de usuarios a pasar por ciertas zonas en el parque

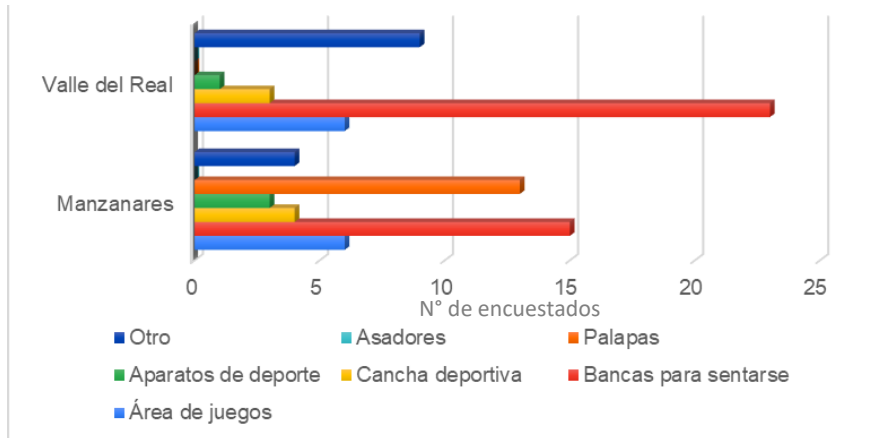


Fuente: elaboración propia

En el parque Manzanares, el 57% de las personas indicaron transitar por caminos pavimentados, mientras que, en Valle del Real, el 53% de los usuarios reportaron transitar tanto por áreas pavimentadas como no pavimentadas. En este último parque, se observó una mayor frecuencia del uso de caminos sin pavimentar, con un 24% de los usuarios.

Pregunta 2. ¿En qué lugar de este parque te gusta estar?

Ilustración 53. Sitios de mayor agrado para los usuarios de ambos parques



Fuente: elaboración propia

En el parque Manzanares, un 33% de los encuestados mencionó que los lugares con bancas para sentarse son sus sitios preferidos, seguidos por el área de palapas con un 29%. En cambio, en Valle del Real se observa un comportamiento diferente. Un 55% de las personas mencionaron que disfrutaban estar en el área de bancas, que corresponde a la zona de muestreo 3 (ilustración 15). Además, un 21% indicó "otros", refiriéndose a la elección de aquellos sitios del parque cercanos a sus casas.

Pregunta 3. ¿Qué es lo que más te gusta de ese lugar?

Los sitios más agradables en cada parque presentan aspectos distintivos, que los hacen especialmente atractivos para los visitantes; tal como se describe a continuación.

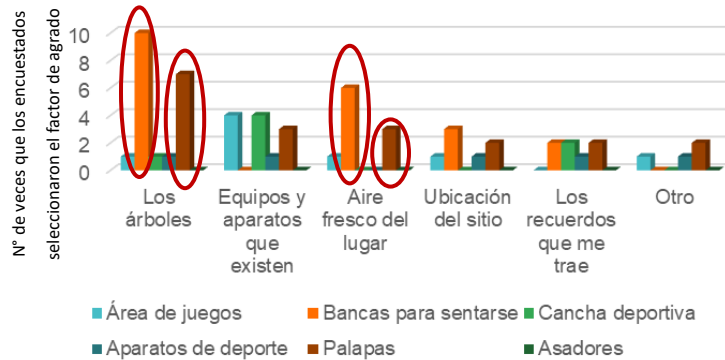
Parque Manzanares:

- En el área de bancas, los encuestados destacaron que se sienten atraídos por la presencia de árboles (mencionado 10 veces) y por el confort térmico (mencionado 6 veces). En el

segundo lugar más preferido, las palapas, se mencionaron estos mismos elementos 7 y 3 veces, respectivamente.

Ilustración 54. Elementos que atraen a los usuarios, en las áreas más frecuentadas de

Manzanares



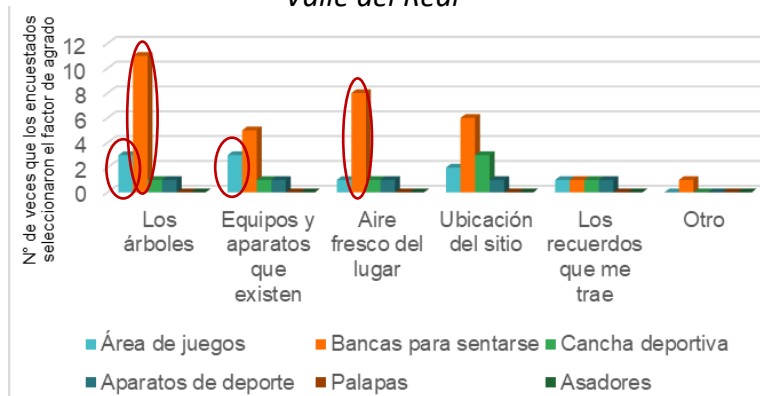
Fuente: elaboración propia

Parque Valle del Real

- Aunque la cantidad de vegetación en el área de bancas y juegos es limitada (según el indicador 1, apartado 9.1.2), la percepción de los encuestados revela que los árboles y su confort térmico son atractivos en esa zona (15 y 9 veces mencionados respectivamente). Además, se mencionó en 8 ocasiones la presencia de equipamiento urbano.

Ilustración 55. Elementos que atraen a los usuarios, en las áreas más frecuentadas de

Valle del Real

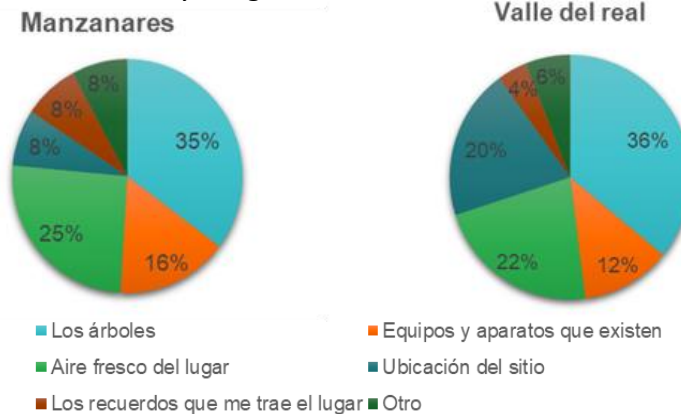


Fuente: elaboración propia

En resumen, se puede concluir que en ambos parques los árboles son un elemento atractivo para los visitantes, ya que les proporcionan confort térmico y aire fresco. Además, la presencia de

equipamiento urbano también es valorada por los usuarios, especialmente en el parque Valle del Real (ilustración 56).

Ilustración 56. Elemento de mayor agrado dentro del área preferida de los usuarios



Fuente: elaboración propia

Pregunta 4 y 5. ¿Qué tantos árboles hay en el lugar que te gusta?, ¿Qué tan sanos están los árboles?

Se encontró que, en Manzanares, el 43% de los encuestados indicó que el parque tiene bastantes árboles. En cuanto a la percepción del estado de los árboles, un 57% señaló que están ligeramente saludables. En parque Valle del Real, los resultados fueron similares, con porcentajes de 45% y 61% respectivamente para cada pregunta (ilustración 57).

Ilustración 57. Percepción de las personas sobre el estado del arbolado urbano en los parques



Fuente: elaboración propia

Pregunta 6. ¿Cómo has visto que riegan los árboles?, ¿Cada cuánto lo hacen?

En el parque Manzanares, el 61% de los encuestados manifestó desconocer el método utilizado para regar los árboles. De ellos, el 51% marcó "no aplica" (n/a) en respuesta a la pregunta "¿cada

cuánto lo hacen?". Un 33% mencionó que los árboles son regados por medio de una pipa; de estos, el 5% indicó que el riego se realiza cada quince días, mientras que el 24% afirmó que se lleva a cabo cada mes o incluso con menos frecuencia. Otro 6% de los encuestados, mencionó que han observado que los árboles son regados con mangueras y cubetas de agua: siendo este método utilizado por los vecinos y comercios ubicados frente al parque. En cuanto a la frecuencia de riego en estos casos, el 8% mencionó que ocurre varias veces a la semana, mientras que el 11% señaló que se realiza una vez a la semana.

Ilustración 58. Riego del arbolado urbano y su frecuencia



Fuente: elaboración propia

En el parque Valle del Real, el 51% de los encuestados mencionó que el arbolado es regado por medio de una pipa. Durante las conversaciones con miembros del comité de colonos, se destacó que la pipa que pasa cada quince días (18%) riega exclusivamente las jardineras del parque, donde se encuentran especies ornamentales. Por otro lado, la pipa que realiza el riego mensualmente (29%) se encarga de regar los árboles, pero solo aquellos que se encuentran en las proximidades del parque por razones de factibilidad. En cuanto al 9% restante de los encuestados, mencionaron que los vecinos que viven frente al parque riegan el arbolado utilizando cubetas de agua. Ellos realizan esta práctica con mayor frecuencia en las partes identificadas como zonas de muestreo uno, dos y tres (ilustración 15).

Pregunta 7. Para ti, ¿Qué árboles son más importantes que rieguen?

Tanto en el parque Manzanares como en el Valle del Real, las personas consideran que es de mayor importancia regar el arbolado que se encuentran en buen estado de salud. En Manzanares,

el 62% de los encuestados comparte esta opinión, mientras que, en el Valle del Real, el porcentaje es del 61%. Entre el 24% y el 26% de los encuestados en ambos parques, considera prioritario regar los árboles en mal estado. Un 13% al 14% restante manifiesta que ambos aspectos son igualmente importantes.

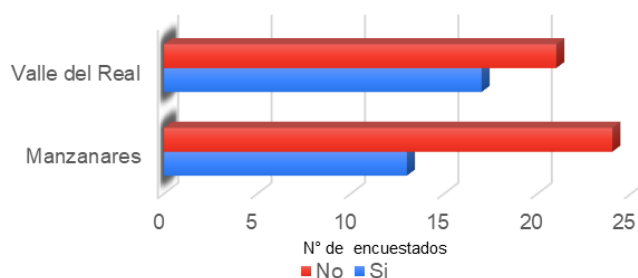
Ilustración 59. La percepción sobre la importancia de regar el arbolado según su condición



Fuente: elaboración propia

Pregunta 8. ¿Has hecho alguna acción para cuidar de los árboles de este parque?

Ilustración 60. Número de encuestados que realiza acciones ecológicas



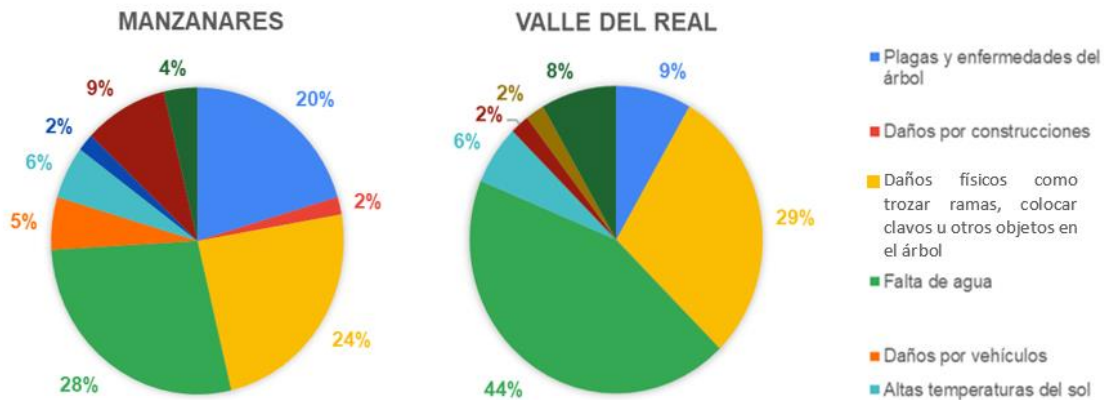
Fuente: elaboración propia

En Manzanares, sólo el 35% de los encuestados mencionaron llevar a cabo acciones, como recolectar la basura en los alrededores del árbol, apoyar en el riego, no maltratar los ejemplares arbóreos, no llevarse especies vegetales, y cuidar del arbolado de daños físicos. En el parque Valle del Real, el 45% de las personas que realizan acciones se encargan de solicitar podas al arbolado con la Dirección de parques y jardines, plantar y regar las especies, cuidar los árboles de daños, no tirar basura, y no maltratar las especies vegetales.

Pregunta 9. ¿Y qué has visto que dañe a esos árboles?

Los encuestados mencionaron que en el parque Manzanares, la falta de agua es el factor que causa el mayor daño al arbolado (28%), seguido de los daños físicos (24%), y las plagas y enfermedades (20%). Las personas señalaron haber notado que los daños al arbolado son frecuentemente causados por niños. Estos incidentes incluyen la ruptura de ramas de los árboles y la extracción de especies en crecimiento (ver ilustración 61).

Ilustración 61. Factores que dañan el estado del arbolado en los parques de estudio



Fuente: elaboración propia

En el parque Valle del Real, se observó una situación similar, donde se reportaron el 44% de los casos relacionados con la falta de agua, el 29% de daños físicos, y el 8% causado por factores como plagas, enfermedades y entre otros. En cuanto a los daños físicos, se mencionó que son frecuentemente causados por adolescentes y niños; causando destrozos en los árboles. Además, se señaló que personas ajenas a la colonia también acuden a cortar ramas de los árboles y llevarlas consigo, sin que se conozca el motivo detrás de esta acción. En la categoría de "otros", los usuarios del parque mencionaron que perciben que los trabajadores del municipio llevan a cabo técnicas de poda inadecuadas, lo que resulta en árboles trozados y en mal estado.

Pregunta 10. ¿Te informas de lo que pasa con los árboles de este parque?

En Manzanares un 14% de los encuestados, tiene un mayor nivel de conocimiento sobre la situación de los árboles en su entorno, mientras en el parque Valle del Real, el 89% indicó desconocer este tema.

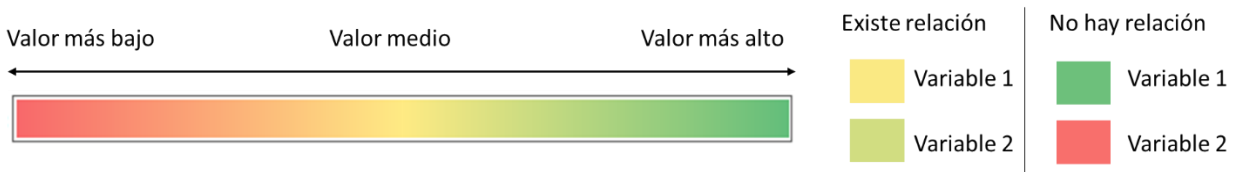
Pregunta 11. ¿Participas en decidir que se hace con los árboles de este parque?

En ambos parques, solo el 8% de los encuestados participa activamente en la toma de decisiones, relacionadas con el arbolado urbano. La mayoría de las personas mencionaron ser miembros de un comité de colonos o tener influencia, a través de alguien que forma parte de dicho comité.

9.3. Relación entre las acciones de las dinámicas de apropiación y las FE's

Para determinar si existía una relación entre las variables estudiadas en el análisis de riesgos, se utilizó un formato condicional en Excel. Esta herramienta permite resaltar visualmente ciertos valores para identificar patrones o tendencias.

Ilustración 62. Escala de valores seleccionada para evaluar el comportamiento de las variables



Fuente: elaboración propia

Se eligió una escala de tres valores, en la cual los valores más altos de la columna de cada variable se resaltaron en verde intenso, los valores medios en color naranja, y los valores más bajos en rojo. Esta representación visual se aplicó en todas las tablas presentadas en la sección 9.3.1 y 9.3.2.

Dado que el objetivo de esta tesis es evaluar el impacto de las acciones, de las diferentes dinámicas de apropiación social en el indicador biofísico calculado, éstas se consideraron como las variables estudiadas. Si existe una relación entre ambas variables, las celdas correspondientes a las variables de estudio en un determinado cuadrante del parque mostrarán tonos muy similares. Por el contrario, si no existe una relación entre las acciones y el indicador de funcionalidad ecológica, el color será totalmente opuesto a la escala establecida en la ilustración 62.

Sin embargo, esta información se puede corroborar con la tendencia observada en los gráficos de las secciones 9.3.1 y 9.3.2, ya que en algunos casos no es fácil percibir la relación de las variables mediante el uso del “formato condicional”. Por último, es importante comprender los

coeficientes evaluados en el apartado 8.3, especialmente en lo que respecta al coeficiente de probabilidad conjunta/probabilidad acción-zona, y al coeficiente de impacto de la acción.

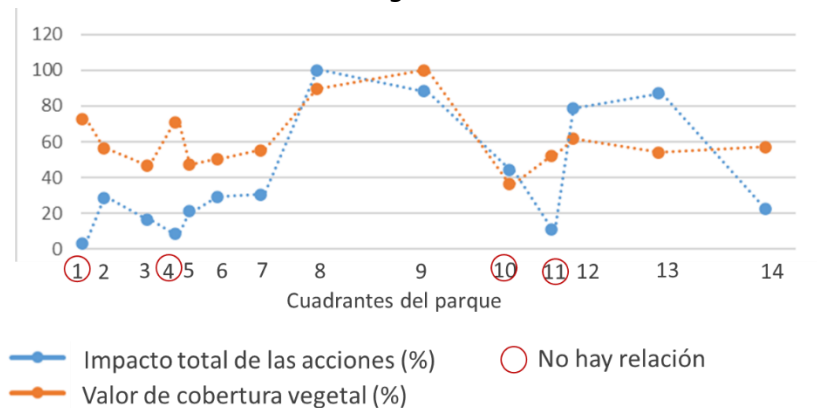
El primer coeficiente se refiere a la probabilidad, de que cierto tipo de dinámica de apropiación realice una acción ecológica en el parque. Por ejemplo, es más probable que la dinámica “Deporte” realice la acción de recolección de basura en el parque Manzanares, que la dinámica “Mantenimiento”. El segundo coeficiente es el valor de impacto asignado a una acción ecológica. Algunas acciones tienen mayor impacto en un indicador biofísico que en otro. Por ejemplo, en el caso de Manzanares, regar árboles tiene más influencia en el estado del NDVI que simplemente evitar el daño físico del arbolado. A continuación, se presenta una descripción detallada de la relación de cada indicador biofísico de funcionalidad ecológica evaluado.

9.3.1. Parque Manzanares

1. Relación de las acciones con el indicador “porcentaje de cobertura vegetal”

Los resultados del análisis, indicaron que las acciones de las diferentes dinámicas de apropiación social se relacionan, con los valores del porcentaje de cobertura vegetal (tabla 2 y gráfico 1). Si el impacto de las acciones es bajo, la cobertura vegetal tiende a ser baja también (tabla 2).

Gráfico 1. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador de cobertura vegetal



Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Relación de las acciones ecológicas con respecto el indicador de cobertura vegetal

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Valor del impacto total de las acciones	2.1	18	10.4	5.4	13.2	18.4	19.2	62.5	55.2	27.8	7	49.2	54.4	14.2
Cobertura vegetal m2	498	383	320	486	325	344	377	612	683	248	357	420	370	389

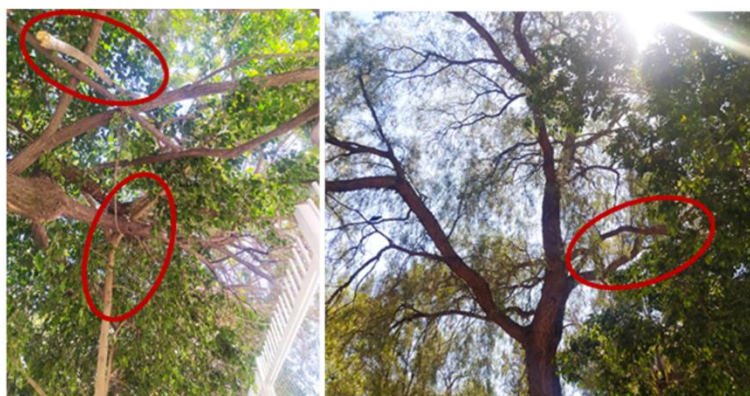
Fuente: elaboración propia

Sin embargo, se observaron cuatro áreas específicas del parque donde no se encontró una tendencia clara en la relación evaluada. Estas áreas son los cuadrantes 1, 4, 10 y 11. En el caso del primer cuadrante, esto se debe a que la única actividad que afecta a estas áreas es “cuidar el arbolado de daños físicos”, y su coeficiente de impacto es bajo (ilustración 30). En el cuadrante 4, sólo hay un tipo de dinámica de apropiación (lugar de paso) que puede realizar dos acciones ecológicas que impactan en la cobertura vegetal. Sin embargo, la frecuencia de usuarios que realizan esta dinámica en el área correspondiente del cuadrante es muy baja.

En el cuadrante 10, las acciones ecológicas realizadas tienen un gran impacto. Sin embargo, la presencia de factores externos afecta el porcentaje de cobertura vegetal en esta área. Por ejemplo, la presencia de plagas y enfermedades, la falta de agua y el daño físico a árboles (ilustración 63), que según los resultados de las encuestas, ocurren con mayor frecuencia en el área de bancas y palapas (el cuadrante 10 entra dentro de esta última área).

Ilustración 63. Daños causados al arbolado en área de canchas y palapas

Se observa la tala de ramas que son colocadas nuevamente en el árbol. Así mismo, se visualiza la invasión de las ramas de un ejemplar con otro.



Fuente: fotografías propias

2. Relación de las acciones con el indicador “NDVI”

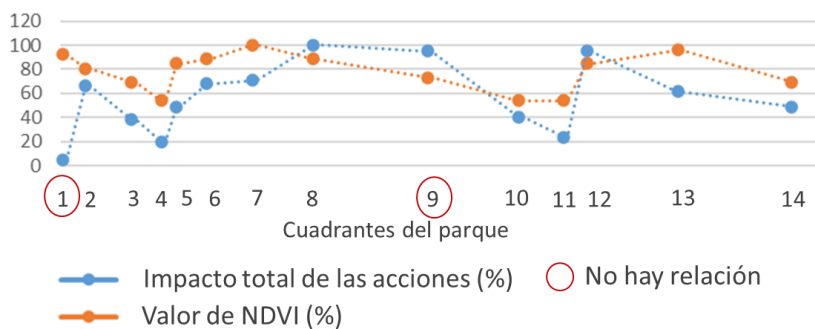
Se pudo constatar que existe una relación entre el valor de NDVI obtenido, y el impacto de las acciones realizadas por las distintas dinámicas de apropiación social. Al igual que en el indicador de cobertura vegetal, la relación se da en función del impacto generado por las acciones (tabla 3).

Tabla 3. Relación de las acciones ecológicas con respecto el indicador NDVI

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Valor del impacto total de las acciones	2.1	27	16	8.1	20	28	29	41	39	17	9.6	39	24.9	19.8
Valor del NDVI	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.25	0.18

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador NDVI



Fuente: elaboración propia

La tendencia de la relación se incrementa cuando hay diversos tipos de dinámicas de apropiación social, ya que cada una tiende a realizar cierto tipo de acción ecológica con mayor o menor probabilidad. Esto, junto con la existencia de acciones que tienen un gran impacto en el NDVI (Ilustración 30), contribuye a la tendencia. Por el contrario, la tendencia disminuye cuando no hay variedad de acciones ecológicas (grafico 2).

Se encontraron dos cuadrantes donde no se observó una relación. Estos resultados se deben a dos situaciones:

- Cuadrante 1. Mostró un bajo valor de impacto total de las acciones, pero mantuvo un alto valor de NDVI. Esto indica que las acciones ecológicas realizadas por los usuarios no tienen un gran impacto, y que el alto valor del NDVI se debe a otros factores.

- Cuadrante 9. Se observó un alto valor de impacto total de las acciones, pero un bajo valor de NDVI. Esto refleja que, a pesar de las buenas intenciones de la población al realizar acciones ecológicas, estas no son suficientes por sí solas para aumentar el NDVI, debido a otros factores que condicionan el estado actual del arbolado en esa área del parque.

En ambos casos, los factores externos que pueden influir en el valor de NDVI obtenido, son el contenido de clorofila en el arbolado, así como su salud y vitalidad. El contenido de clorofila puede determinar el verdor de las hojas, lo que afecta la reflectancia utilizada para calcular las variables que influyen en el NDVI (ver ilustración 64). Por otro lado, los árboles sanos y vigorosos se reflejan en un valor alto de NDVI y viceversa (Hasyim et al, 2017; Gascon et al 2016; Agualzaca, 2021; Quiroz, 2023; López et al, 2020).

Ilustración 64. Presencia de verdor entre diferentes especies arbóreas.



Fuente: fotografía propia

3. Relación de las acciones con el indicador “LST (temperatura)”

También existe una relación entre las acciones realizadas por las diferentes dinámicas de apropiación social, y el valor de temperatura. Esta correlación se puede observar claramente en la tabla 4, y en la tendencia del comportamiento en el gráfico 3. Solo hubo dos áreas del parque donde no se observó una relación, los cuadrantes 1 y 2.

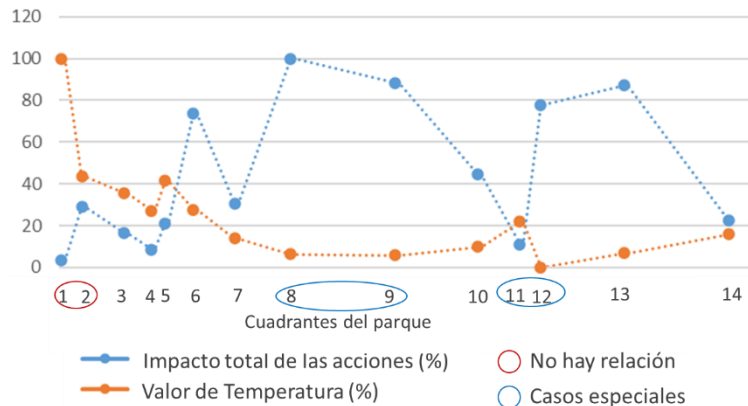
Tabla 4. Relación de las acciones ecológicas con respecto el indicador de temperatura

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Valor del impacto total de las acciones	2.1	18	10.4	5.4	13.2	18.4	19.2	62.5	55.2	27.8	7	48.7	54.4	14.2
Temperatura	24.9	23.8	23.6	23.5	23.7	23.5	23.2	23	23	23.1	23.3	22.9	23.04	23.2

Fuente: elaboración propia

Aunque se mencionó anteriormente que la similitud en el tono de los resultados, indica una tendencia en la relación evaluada, existen casos excepcionales, como los cuadrantes 8-10 y 12-13. Estas áreas presentan colores extremos en la escala de impacto (ilustración 62). Sin embargo, al analizar detenidamente, se puede concluir que el impacto de las acciones realizadas en estos cuadrantes es alto, lo que contribuye a la disminución de la temperatura.

Gráfico 3. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador de temperatura

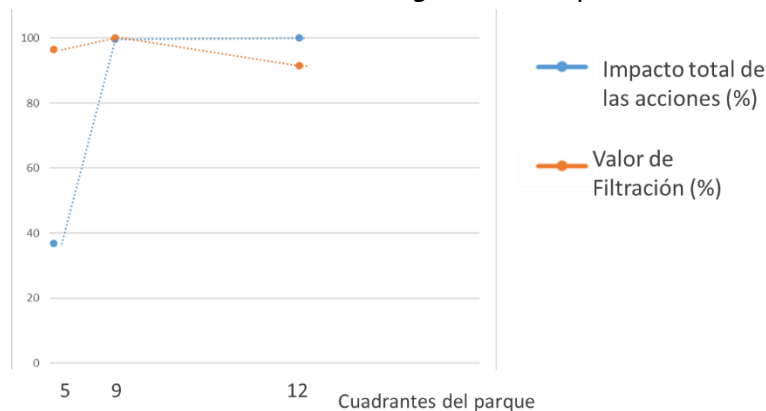


Fuente: elaboración propia

4. Relación DDAS-FE's con el indicador "capacidad de filtración del agua"

Considerando únicamente los resultados de los tres puntos de muestreo seleccionados, para evaluar la capacidad de filtración (ver metodología), no se encontró una relación entre este indicador y las acciones realizadas por las dinámicas de apropiación social (tabla 5 y gráfico 4). Esto puede atribuirse a dos aspectos.

Gráfico 4. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador de filtración



Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Relación de las acciones ecológicas con respecto el indicador capacidad de filtración

CUADRANTE	5	9	12
Valor del impacto total de las acciones	15.3	41.5	41.7
Capacidad de filtración lts/hr	13.6	14.1	12.9

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, el hecho de tomar únicamente tres medidas de filtración no fue suficiente, para caracterizar la capacidad de filtración en todo el parque. Debido a las limitaciones del proyecto, se decidió delimitar el análisis a áreas con características particulares (apartado 9.1.3), lo cual se refleja en la falta de variación significativa, en los resultados de la capacidad de filtración de cada área de la tabla 5.

En segundo lugar, se observó que, aunque las acciones realizadas por los usuarios del parque son importantes, su impacto en la capacidad de filtración es limitado. Por ejemplo, en el cuadrante 12 se registró un valor de impacto de acciones mayor que en otras áreas evaluadas (41.7), pero su capacidad de filtración fue menor (12.9 litros por hora). Por el contrario, en el cuadrante 9 se obtuvo un impacto de las acciones de 19.2 y una capacidad de filtración mayor (de 14.1 lts/hr). Esto indica que acciones como transitar por zonas pavimentadas, regar árboles, no llevarse plantas, no maltratar especies, y recolectar basura tienen una influencia limitada en la capacidad de filtración.

Entre los factores que pueden afectar el valor de la capacidad de filtración se encuentran (Ruiz et al, 2020; Ribera et al, 2018):

- Estrés hídrico. Cuando las plantas experimentan estrés hídrico, cierran sus estomas para reducir la pérdida de agua por transpiración. Este cierre de estomas puede disminuir la cantidad de agua que se libera al suelo a través de la transpiración foliar, lo que a su vez reduce la infiltración del agua en el suelo.
- Cambios en la estructura del suelo. La falta de agua en el suelo puede afectar la estructura del suelo. Cuando la humedad disminuye, las partículas pueden contraerse y formar grietas en el suelo. Estas grietas pueden reducir la capacidad de infiltración al crear canales preferenciales, por los cuales el agua se escapa en lugar de infiltrarse en el suelo.

- Contenido de materia orgánica. La materia orgánica actúa como un aglutinante, ayudando a mantener una buena estructura del suelo y aumentando la capacidad de retención de agua.
- Cobertura vegetal. La vegetación juega un papel importante en la formación y estabilidad de la estructura del suelo, por lo que su eliminación puede disminuir la capacidad de filtración.

5. Relación de las acciones de las dinámicas de apropiación con el indicador “NDWI”

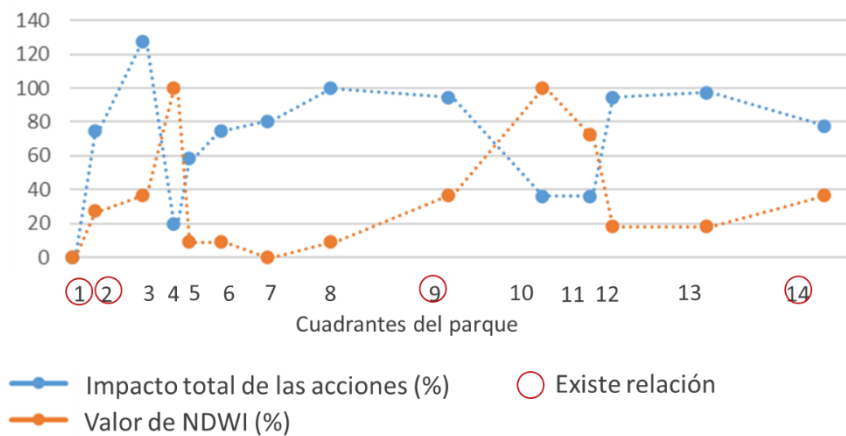
De manera general, se observó que no existe una relación significativa (tabla 6, gráfico 5). Esto se debe a que, de todas las acciones ecológicas que se señalaron hacer, el riego del arbolado es la única que impacta directamente en el valor de NDWI.

Tabla 6. Relación de las acciones ecológicas con respecto el indicador “NDWI”

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Valor del impacto total de las acciones	0	27	14	7	21	27	29	36	34	13	13	34	35	28
NDWI	-0.23	-0.20	-0.19	-0.12	-0.22	-0.22	-0.23	-0.22	-0.19	-0.12	-0.15	-0.21	-0.21	-0.19

Fuente: elaboración propia

Gráfico 5. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador “NDWI”



Fuente: elaboración propia

En el análisis también se observaron otras dos situaciones, que son convenientes de resaltar:

- Áreas con alto valor de NDWI y bajo impacto de las acciones (cuadrantes 4,10 y 11). Los encuestados indicaron que los vecinos de estas áreas son quienes tienden a regar los

árboles, pero esto no se reflejó en el impacto total del análisis de riesgo, dado que los encuestados no son quienes realizan la acción.

- Áreas con bajo valor de NDWI y alto impacto de las acciones (cuadrantes 8, 12 y 13). Esto puede atribuirse a la presencia de árboles estresados, ya que, en condiciones de estrés hídrico prolongado, los árboles aumentan su tasa de transpiración como mecanismo de supervivencia; lo que resulta en una mayor pérdida de agua y una reducción en el contenido de agua de las plantas (Tamayo, 2022; Villatoro, 2021).

Por otro lado, se identificaron cuatro áreas del parque (cuadrantes 1, 2, 9 y 14) donde se observó una relación entre las acciones de las distintas dinámicas de apropiación y el valor de NDWI (tabla 6, gráfico 5). Los cuadrantes 1 y 2 presentaron una tendencia de impacto menor en sus acciones, lo cual se reflejó en valores bajos de NDWI, indicando estrés hídrico debido a la falta de riego del arbolado. En cuanto a los cuadrantes 9 y 14, que contaban con diversos tipos de dinámicas de apropiación, se registró una tendencia de impacto mayor, lo que aumentó la probabilidad de que una o varias de ellas realizaran el riego de los árboles.

9.3.2. Parque Valle del Real

1. Relación de las acciones de las dinámicas de apropiación con el indicador “porcentaje de cobertura vegetal”

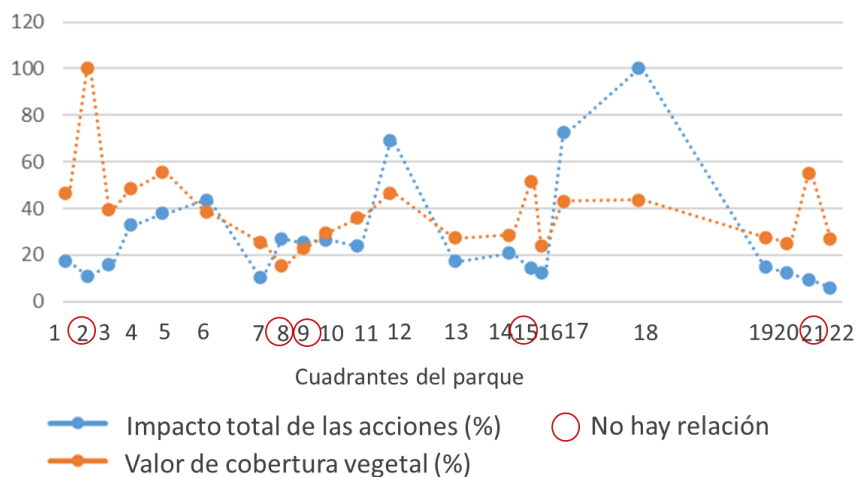
Se observa una relación entre las acciones realizadas por las diferentes dinámicas de apropiación social, y los valores del porcentaje de cobertura vegetal. Esto se puede apreciar en la tabla 7, donde se muestran los cuadrantes con tonalidades similares. Además, el gráfico 6 muestra una tendencia entre el impacto de las acciones y la cobertura vegetal.

Tabla 7. Relación de las acciones ecológicas con respecto el indicador de cobertura vegetal

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Valor del impacto total de las acciones	8.7	5.6	8	17	19	22	5.3	14	13	13	12	35	27	10	7.2	6.2	37	50	7.4	6.2	4.7	3
Cobertura m2	437	941	370	455	521	361	241	143	218	279	338	438	257	270	485	227	405	411	260	235	516	255

Fuente: elaboración propia

Gráfico 6. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador de cobertura vegetal



Fuente: elaboración propia

No obstante, también se identificaron cinco cuadrantes donde no se encontró relación significativa. Esto se debe a que, en algunas áreas del parque, sólo se realiza una acción que influye directamente en el valor del NDVI, pero su impacto es mínimo, como ocurre en el cuadrante 21. En otras áreas, se observa un alto impacto de las acciones, pero las dinámicas que suelen realizar esas actividades, en esa área específica tienen una baja probabilidad de hacerlo, como se observa en los cuadrantes 8 y 9.

2. Relación de las acciones de las dinámicas de apropiación con el indicador “NDVI”

En el caso del parque Valle del Real, se encontró una relación entre el impacto de las acciones realizadas, y el indicador de NDVI en 12 de los 22 cuadrantes analizados (tabla 8 y gráfico 7). Sin embargo, en el resto de los cuadrantes se presentaron diferentes situaciones:

- Áreas con bajo impacto de las acciones, y un valor de NDVI medio a alto. Este comportamiento se visualizó principalmente en la zona dos de muestreo (ilustración 15).
- Áreas con alto impacto de las acciones, y un valor de NDVI bajo. Estos cuadrantes se encontraban en su mayoría en la zona de muestreo tres (ilustración 15).

Estos escenarios se atribuyen a la influencia de factores externos mencionados en el inciso 2 del apartado 9.3; así como a la frecuencia, con la que los tipos de dinámicas de apropiación con mayor

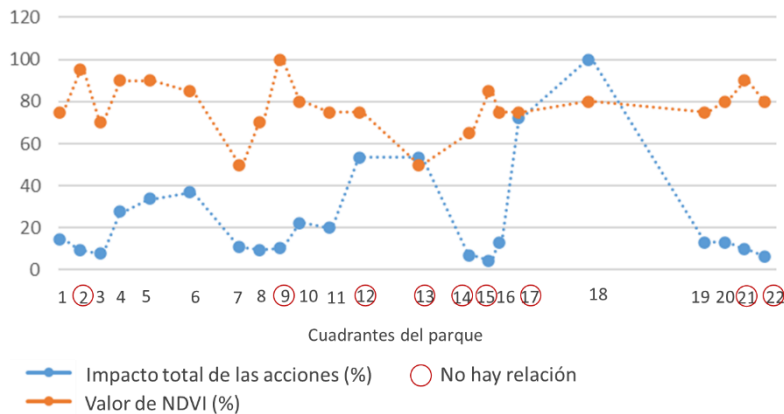
probabilidad de realizar una acción se encuentran, en un área específica del parque. Por ejemplo, en la zona de muestreo 2, hay menos dinámicas relacionadas con “deporte” y “recreación”, en comparación con la zona de muestreo 3 (ilustración 15). Esto se debe a las preferencias de los usuarios del parque, que tienden a acudir a áreas con infraestructura (pregunta 3 de la encuesta).

Tabla 8. Relación de las acciones ecológicas con respecto el indicador “NDVI”

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Valor del impacto total de las acciones	9.2	5.8	4.8	17	21	23	6.8	6	6.4	14	13	34	34	4.4	2.8	8.2	45	63	8.2	8.2	6.2	4
NDVI	0.15	0.19	0.14	0.18	0.18	0.17	0.10	0.14	0.20	0.16	0.15	0.15	0.10	0.13	0.17	0.15	0.15	0.16	0.15	0.16	0.18	0.16

Fuente: elaboración propia

Gráfico 7. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador “NDVI”



Fuente: elaboración propia

3. Relación de las acciones de las dinámicas de apropiación con el indicador “LST (temperatura)”

Se determinó que las acciones realizadas por las diferentes dinámicas de apropiación, si influyen en los valores del índice de temperatura. Sin embargo, se identificaron áreas donde no se observó una relación significativa, que corresponde a los cuadrantes 7-10, 13-15 y 20-22 (tabla 9 y gráfico 8). Al analizar estas áreas, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Áreas con temperatura elevada, y un impacto total bajo en las acciones. Se determinó que las acciones de las dinámicas de apropiación no tienen un gran impacto en el valor de la temperatura. Esto puede deberse a la presencia de mobiliario urbano cercano; como bancas y mesas, aparatos de gimnasio urbano y bebederos de metal. Estas estructuras construidas con materiales que absorben y retienen el calor, como el concreto y el metal, pueden reflejar

el calor hacia las áreas verdes y contribuir al aumento de la temperatura (Fuentes, 2015). Ejemplo de estas áreas son los cuadrantes 7 y 13.

Otros factores que pueden influir en el valor de la temperatura son la baja densidad de cobertura vegetal, la falta de sombra (ilustración 65), el riego insuficiente y el nivel de radiación (Fernández, 2023; Maldonado, 2022; Mujica et al, 2019; Lima, 2022). Esto aplica a los cuadrantes 20 a 22.

Ilustración 65. Baja densidad de dosel del arbolado en el parque Valle del Real



Fuente: fotografías propias

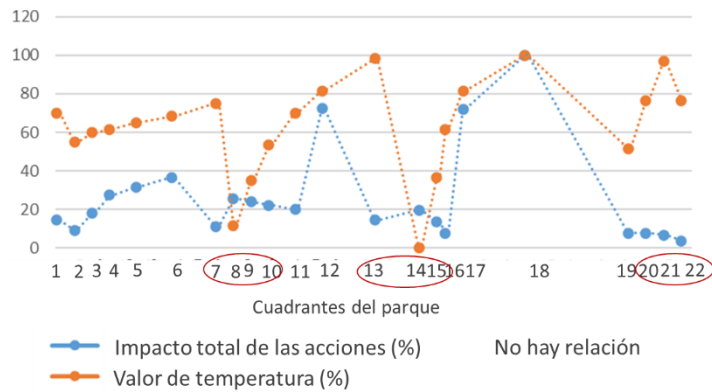
- Áreas con temperatura baja, y un impacto total medio en las acciones. Estos cuadrantes, como el 8 y 14, presentan valores bajos de temperatura debido al riego del arbolado en esas zonas. Al observar el indicador de NDWI (ilustración 43), se puede detectar la presencia de agua en el suelo y las plantas. El riego proporciona agua a las plantas, lo que les permite llevar a cabo la fotosíntesis y la transpiración. A su vez, el proceso de transpiración permite que las plantas absorban calor del entorno y lo liberen en forma de vapor de agua, lo que ayuda a enfriar la superficie (Winbourne et al, 2020).

Tabla 9. Relación de las acciones ecológicas con el indicador de temperatura

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Valor del impacto total de las acciones	14	9.3	18	27	32	37	11	26	24	22	20	72	14	20	14	7.8	72	100	7.8	7.8	6.8	3.8
Temperatura °C	25.0	24.9	24.9	24.9	25.0	25.0	25.0	24.6	24.8	24.9	25.0	25.1	25.2	24.6	24.8	24.9	25.1	25.2	24.9	25.0	25.2	25.0

Fuente: elaboración propia

Gráfico 8. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador de temperatura

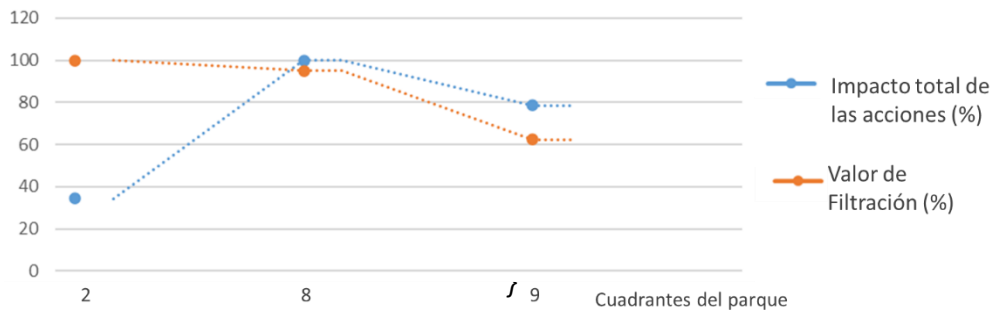


Fuente: elaboración propia

4. Relación de las acciones de las dinámicas de apropiación con el indicador “capacidad de filtración del agua”

Al igual que en el parque Manzanares, no se observó una relación entre las acciones de las diferentes dinámicas de apropiación, y el valor de la capacidad de filtración obtenido (tabla 10 y gráfico 9). En el caso del cuadrante 2,2, a pesar de que las acciones realizadas tienen un gran impacto, la probabilidad de que las dinámicas presentes en esa área las realicen es muy baja. Por ello, se atribuye el valor de la capacidad de filtración a la presencia de vegetación, que favorece la filtración en estas áreas (Ribera et al, 2018). Además del riego realizado por los vecinos.

Gráfico 9. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador de filtración



Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Relación de las acciones ecológicas con el indicador de filtración

CUADRANTE	2	8	9
Valor del impacto total de las acciones	5.2	15	12
Capacidad de filtración lts/h	22.0	20.9	13.7

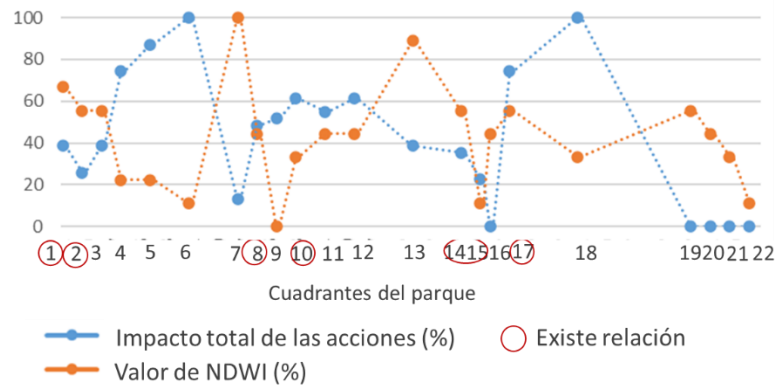
Fuente: elaboración propia

En cuanto a los cuadrantes 8 y 9, sus resultados se atribuyen al estrés hídrico, al cambio en la estructura del suelo, y a la baja cobertura vegetal; factores que tienen un peso mayor que el impacto de las acciones de las dinámicas de apropiación social (Ruiz et al, 2020; Ribera et al, 2018). Por ejemplo, se observaron grietas en el suelo durante el recorrido en campo del cuadrante 8, lo que indica estrés hídrico en esa zona. Aunque los vecinos del parque o las pipas de riego puedan regar los árboles en esta zona, las grietas pueden actuar como canales de escape del agua, lo que afecta la capacidad de filtración (Ruiz et al, 2020; Ribera et al, 2018).

5. Relación DDAS-FE's con el indicador "NDWI"

Se concluyó que no existe relación entre el indicador y las acciones de las diferentes dinámicas de apropiación. Sólo en siete de los 22 cuadrantes se observó una tendencia, que incluye los cuadrantes 1, 2, 8, 10, 14, 15 y 17. Con relación a estos, se observó que el nivel de impacto de las acciones también determina el nivel del valor de NDWI. Por ejemplo, si se realizan acciones con un impacto total medio-alto, su valor de NDWI se mantendrá en ese mismo nivel (tabla 11 y gráfico 10).

Gráfico 10. Comportamiento de las acciones ecológicas con respecto al indicador NDWI



Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Relación de las acciones ecológicas con el indicador NDWI

CUADRANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Valor del impacto total de las acciones	12.0	8.0	12.0	23.0	27.0	31.0	4.0	15.0	16.0	19.0	17.0	19.0	19.0	11.0	7.0	0	23.0	31.0	0	0	0	0
NDWI	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2

Fuente: elaboración propia

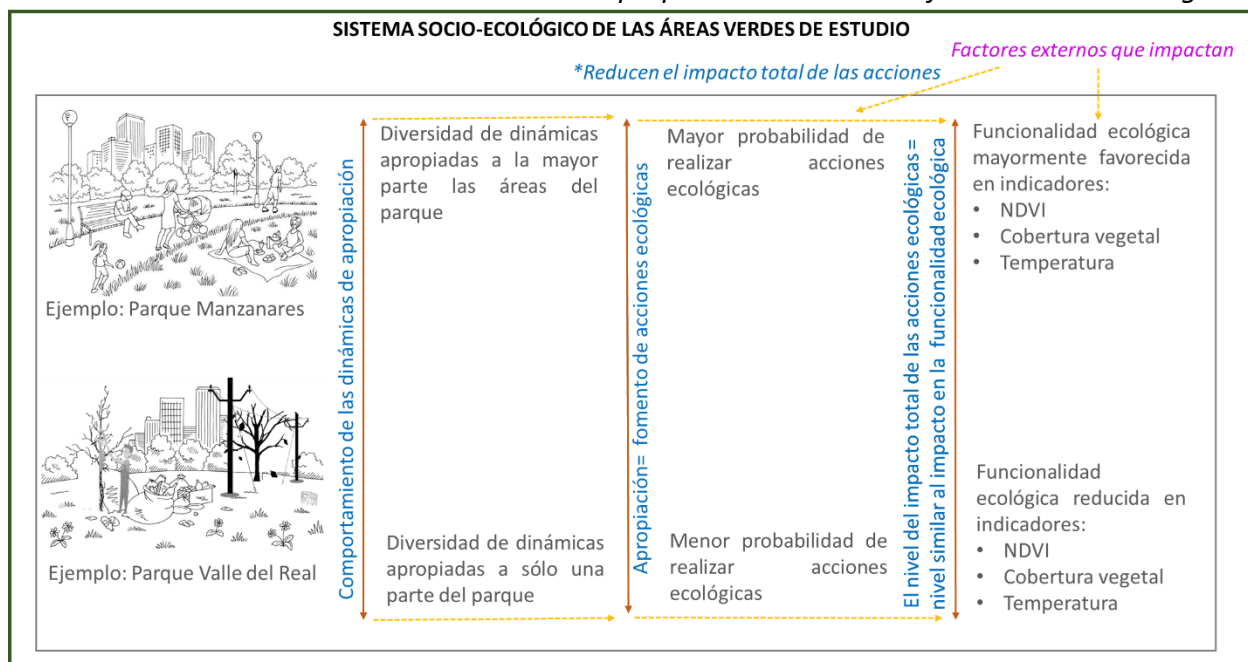
Es interesante analizar el patrón de cuadrantes con un valor alto de NDWI (ver ilustración 43). Se concluyó que los cuadrantes que rodean al parque presentan un menor estrés hídrico, debido a que los vecinos suelen regar esas zonas (pregunta 6 del cuestionario), y la pipa sólo riega esas áreas debido a la factibilidad (dadas la superficie total del parque).

En cuanto al valor del NDWI de los cuadrantes medios de la zona de muestreo tres y cuatro, se observó que el impacto total de las acciones de los usuarios es alto; no obstante, sus esfuerzos de riego no son suficientes. La presencia de árboles estresados es un factor que puede estar influyendo en el resultado de NDWI, debido al aumento de su tasa de transpiración (Tamayo, 2022; Villatoro, 2021).

10. DISCUSIÓN

Este estudio se llevó a cabo en dos parques de la ciudad de León: Manzanares y Valle del Real. Se utilizó información satelital del 5 de diciembre del 2022, y se realizó trabajo en campo el 20 de febrero y entre el 6 y 23 de marzo del 2023. Los resultados indicaron que el parque Manzanares tiene una mejor funcionalidad ecológica, en comparación con Valle del Real. Esta diferencia puede explicarse por el comportamiento de las dinámicas de apropiación, y las acciones ecológicas que llevan a cabo. La ilustración 66 resume la información presentada en los párrafos siguientes.

Ilustración 66. Relación de las dinámicas de apropiación social con la funcionalidad ecológica



Fuente: elaboración propia

En Manzanares, se reflejó que las dinámicas sociales son atraídas a diferentes áreas del parque a las que se sienten vinculadas. Dos factores clave que favorecen esta apropiación son la presencia de vegetación y el equipamiento urbano (pregunta 3 del cuestionario). La presencia de estos dos factores, sobre la mayor parte de la superficie del parque propició, que se registraran distintos tipos de dinámicas. A su vez, la apropiación hacia el parque fomentó que las dinámicas realizaran acciones ecológicas, cuyo impacto con los indicadores de FE's varió, dependiendo del tipo de dinámica que la ejerció (ilustración 26). Este contexto es respaldado por Jasso (2016) quien cita, que las acciones tienen un impacto positivo o negativo sobre el ecosistema; y Lefebvre, quien aborda la transformación del espacio a partir de las dos vías de la apropiación social (Vidal, 2005). “Regar los árboles” y “no llevarse las especies vegetales”, son dos acciones que impactan positivamente en el incremento del valor de los indicadores biofísicos de la FE's (ilustración 30). Sin embargo, el riego del arbolado es una acción que difícilmente puede realizarse por problemas de gestión municipal (pregunta 6 del cuestionario). En este sentido, la “recreación” toman relevancia, al ser la dinámica social con mayor probabilidad de apoyar en el riego del arbolado urbano.

Los resultados también reflejan que, la diversidad de dinámicas de apropiación en casi todas las áreas del parque Manzanares, aumenta el impacto total de las acciones ecológicas y, por tanto, el valor de los indicadores biofísicos de funcionalidad ecológica (apartado 9.3.1 y 9.3.2). Es importante mencionar que esto solo aplica a los indicadores en los que se observó una relación, como el NDVI, cobertura vegetal y temperatura. Es necesario recordar que, en cuanto a los otros dos indicadores biofísicos “capacidad de filtración” y “NDWI”, no se encontró una relación de las acciones ecológicas y su estado de FE’s, dada la existencia de factores externos condicionantes (ver apartado de resultados).

Por otra parte, Valle del Real presenta una funcionalidad ecológica menor, derivado de la falta de apropiación social en tres de las cuatro zonas del parque. Durante el trabajo en campo, las dinámicas sociales manifestaron sentirse atraídas, en su mayoría, a la zona de muestreo 3 (ilustración 15); dada la existencia única de equipamiento en el área. La apropiación con esta área motiva a las dinámicas, a realizar gran parte de sus acciones ecológicas ahí.

Otra situación que ocurre en Valle del Real es que, el presente deterioro del área verde dificulta que el impacto de las acciones ecológicas, que realizan las dinámicas de apropiación, pueda incidir aumentando el valor de los indicadores biofísicos de FE’s. Esto es dado la influencia de factores externos que inhiben los esfuerzos. Por ejemplo, aunque se realice el riego del arbolado en los cuadrantes 7 y 13 del parque (ilustración 29 y 43), el estado sanitario de la vegetación es deficiente por la presencia de ejemplares estresados (ilustración 40).

Por último, es importante destacar la importancia de fomentar la apropiación social de las dinámicas, en diferentes zonas de los parques. La ilustración 26 permite visualizar claramente que cuando esto se logra, la probabilidad de realizar acciones ecológicas se distribuye entre todos los tipos de dinámicas de apropiación; como en el parque Manzanares. Por el contrario, cuando sólo hay apropiación en una parte específica del parque, como en Valle del Real, la probabilidad de llevar a cabo acciones ecológicas recae en un sólo tipo de dinámica; en este caso, la recreación. Esto se puede observar en los valores resaltados en negrita en la ilustración 26.

El parque Manzanares es un claro ejemplo de cómo las acciones realizadas por las diferentes dinámicas de apropiación, y su impacto en la funcionalidad ecológica, son fundamentales para

promover la sustentabilidad. Los resultados obtenidos en esta investigación confirmaron que el sistema social y ecológico se encuentran interconectados; tal como es planteado en el marco AMESH y de los sistemas SES. Al examinar cómo las actividades humanas afectan los ecosistemas, se comprendió mejor cómo las acciones influyen en la salud del ecosistema y, en última instancia, en nuestra propia calidad de vida.

En el caso del parque Manzanares, si no hubiera una diversidad de dinámicas apropiándose de diferentes áreas, el impacto de las acciones ecológicas disminuiría, lo que afectaría el valor de los indicadores biofísicos de funcionalidad ecológica. Esto se debe a que se encontró una correlación entre estas variables en el análisis de impacto (ver tablas del apartado 9.3.1 y 9.3.2).

Para el parque Valle del Real, se pueden implementar recomendaciones para fomentar la apropiación social de los usuarios en diversas áreas del parque, favorecer la diversidad de dinámicas en la zona, y atender algunos de los factores externos que pueden inhibir el impacto de las acciones ecológicas. Algunas de estas recomendaciones incluyen:

- Realizar talleres en colaboración con la Dirección General de Medio Ambiente y la comunidad, centrados en las zonas de muestreo 1, 2 y 4 del parque. Estos talleres permitirán a la población expresar sus necesidades de equipamiento; considerando principalmente instalaciones temporales (eventos, proyectos artísticos, entre otros), estructuras comunales (huertos urbanos, jardines de lluvia), y zonas de transición paisajística con plantas nativas y espacios para la conservación de biodiversidad.
- Los planes de gestión del área verde deben incluir la participación activa de la comunidad, permitiendo que los ciudadanos determinen su nivel de involucramiento.
- En los talleres, establecer acuerdos claros entre todas las partes interesadas para mejorar la conservación del área verde; considerando la capacidad de la comunidad para implementar medidas dentro de sus posibilidades.
- Promover la infraestructura compartida y multifuncional en espacios y equipamientos, con el fin de enriquecer la diversidad de dinámicas de apropiación.
- Implementar programas de monitoreo y seguimiento para garantizar prácticas adecuadas en poda, manejo de plagas y enfermedades, riego y aportación de nutrientes al suelo. Es

necesario que los aspectos técnicos del proyecto sean explicados por expertos a la comunidad, de manera que puedan comprender con qué recursos se cuentan, hacia donde, por qué y para qué se requiere dirigir la atención hacia cierta dirección.

- Considerar la experiencia vivida de los habitantes al tomar cualquier decisión, ya que esta experiencia ofrece una perspectiva valiosa sobre cómo las personas interactúan con su entorno, y como este influye en sus vidas. Como señala Lefebvre, en cualquier proceso de transformación del espacio es fundamental considerar el espacio vivido, percibido y el concebido (Vidal, 2005).
- Crear redes de apoyo en colaboración con el comité de colonos para reportar casos del daño de ejemplares arbóreos, entre otros.
- La comunidad fomente la realización de acciones ecológicas de alto impacto para las FE's, en todas las áreas del parque, especialmente en las zonas de muestreo 1, 2 y 4. Estas acciones pueden ser vistas en la ilustración 30.
- Contar con el apoyo y la colaboración de instituciones públicas y privadas para gestionar las áreas verdes, asegurando la participación de la comunidad. Esta alianza a largo plazo motivará y mantendrá la participación de las personas en la conservación de su área verde.

Considerando las implicaciones sociales de nuestras decisiones y prácticas, se puede movilizar recursos de manera efectiva y sostenible, para fomentar la participación y la equidad; asegurando que todas las personas tengan acceso justo a recursos y oportunidades (Reyes 2023; Scantlebury 2019). Al mismo tiempo, al considerar la funcionalidad ecológica y la conservación de los recursos naturales, así como la mitigación de los impactos ambientales, podemos garantizar la salud a largo plazo del entorno en el que vivimos. Esta interconexión entre lo social y lo ambiental, nos permite tomar medidas colectivas para preservar y restaurar los ecosistemas, promoviendo el bienestar humano y asegurando un futuro sostenible para las generaciones futuras. Estos principios están en línea con la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible y la Declaración de Quito sobre la Nueva Agenda Urbana.

Es importante tener en cuenta que este estudio, evaluó únicamente la influencia de las acciones ecológicas de las diferentes dinámicas de apropiación social, y que en futuras investigaciones

deberían complementarlo con otros análisis que no se abordaron en esta tesis. Algunos ejemplos son:

- Inventario de arbolado urbano en el parque Manzanares y Valle del Real para obtener información detallada sobre su estado
- Análisis fisicoquímicos del suelo para conocer su condición y composición de nutrientes
- Análisis de la gobernanza ambiental ejercida en los parques
- Estudios psico-ambientales, que analicen los procesos cognitivos, experienciales y emocionales de las personas. Estos estudios, también deben analizar cómo las influencias conductuales de las personas intervienen en la funcionalidad ecológica
- Evaluar el grado de apropiación de los usuarios que frecuentan los parques

En cuanto a las áreas de mejora que se identificaron para esta tesis son:

- Aplicar el cuestionario propuesto en el apartado 8.2.2.1, a muestras representativas de las diferentes dinámicas de apropiación social identificadas. Esto con el fin de observar más específicamente, el comportamiento de las acciones que realiza cada grupo.
- Calcular las funcionalidades ecológicas mediante análisis con isolíneas, en lugar de utilizar imágenes rasterizadas.
- Evaluar la relación entre las dinámicas de apropiación social y otras funcionalidades ecológicas no abordadas en este estudio.
- Ampliar la observación en campo para identificar más dinámicas de apropiación social
- Realizar el análisis de los indicadores de funcionalidad ecológica durante primavera-verano, considerando la floración del arbolado anticipándose a las épocas de lluvia (Lowman et al, 2019).

Todas estas consideraciones pueden ser abordadas en investigaciones futuras, para obtener una interpretación más precisa de las interacciones socioambientales, que impulsan la sustentabilidad en las áreas verdes. Es importante aclarar que los resultados de esta investigación son específicos de los parques mencionados; por lo que se requeriría repetir el estudio, para analizar la relación entre las acciones ecológicas de las diversas dinámicas de apropiación, y la funcionalidad ecológica en otros parques. Por último, se destaca la importancia de reevaluar estos estudios con

el tiempo, ya que las características del sistema socio-ecológico, como el área verde, tienden a cambiar debido a su dinamismo (Preiser et al, 2018).

Dado que no existen estudios antecedentes a la presente investigación, es difícil establecer una línea base de comparación, para analizar el comportamiento histórico de las áreas verdes estudiadas. Por ejemplo, resulta complicado determinar si ha habido cambios en el patrón de las dinámicas de apropiación existentes, en el estado de salud del arbolado urbano o en las características físicas de los parques estudiados. Sin embargo, la información presentada en este estudio puede servir como referencia para investigaciones futuras.

11. CONCLUSIONES

En la actualidad, la gestión de las áreas verdes urbanas en la ciudad de León se ha centrado en enfoques unidireccionales, ya sea desde una perspectiva social o ambiental. Este enfoque ha resultado en la falta de éxito en la implementación de estrategias propuestas en los programas municipales. Esta investigación, abre una brecha para desarrollar instrumentos de planificación que consideren las áreas verdes como sistemas socio-ecológicos.

Los resultados permiten responder lo planteado en la hipótesis y el objetivo del proyecto, al confirmar que las acciones ecológicas, realizadas por diferentes tipos de dinámicas de apropiación si tienen un impacto, en la funcionalidad ecológica de los parques Manzanares y Valle del Real. Esta relación se observa específicamente en indicadores como el “porcentaje de cobertura vegetal”, el “NDVI” y el “índice de temperatura superficial”, donde el valor del índice biofísico es correspondiente con el grado de impacto de las acciones. Esto demuestra la interconexión que existe entre los sistemas sociales y ecológicos.

Se concluye que la población tiende a realizar acciones ecológicas cuando siente un apego a ciertas áreas del parque. Dos elementos que fomentan dicha apropiación son la presencia de vegetación y equipamiento. Por ello, Manzanares, a pesar de tener un número similar de usuarios y tipos de dinámicas que Valle del Real, presenta una mayor funcionalidad ecológica; debido a la existencia de estos dos elementos en la mayoría de la superficie del parque. Esto también se refleja en el área de palapas en Manzanares, y en la zona de muestreo 3 en Valle del Real, donde se observa un mayor número de acciones ecológicas realizadas por las dinámicas.

La diversidad de dinámicas de apropiación en diferentes áreas del parque también es relevante, ya que aumenta el valor del impacto total de las acciones ecológicas, y, por tanto, el valor de los tres indicadores de FE's mencionados en el segundo párrafo. Esto demuestra que cuando la población se apropia de los espacios verdes, se crea un sentido de pertenencia y empoderamiento (Torres, 2014; Malambo, 2017; Calderón et al, 2007); lo que resulta en una mayor motivación y voluntad para invertir recursos económicos y humanos, en iniciativas de conservación y restauración de su ecosistema (Ohnuma et al, 2022).

Además, se observa que, en ambos parques, las dinámicas de apropiación a través de las acciones ecológicas fomentan la responsabilidad colectiva, en mayor o menor medida. Esto es relevante para abordar las problemáticas municipales en León, como la limitación de recursos y la degradación de las áreas verdes; mediante el compromiso de la población con la conservación a largo plazo de los parques. La apropiación social orienta la gestión de las áreas verdes hacia un enfoque más sostenible y equitativo, asegurando su disponibilidad y beneficios para las generaciones presentes y futuras (Pretty, 2003; Robson et al, 2021).

Se concluye que delimitar la planeación de las áreas verdes, al estudio de la relación entre las dinámicas de apropiación social y la funcionalidad ecológica, resulta un tanto simplista, dado que existen interacciones complejas entre lo social y ambiental, en las cuales intervienen múltiples subsistemas y variables (Ostrom, 2019). En esta investigación se observó que, aunque las acciones ecológicas tienen gran impacto, en ocasiones su esfuerzo no se ve reflejado en el valor de los indicadores biofísicos de las FE's. Esto es derivado de los factores externos influyentes, como es la coordinación interinstitucional, la asignación de recursos, o el histórico deterioro ecológico del arbolado. (Huitema et al, 2011; Leach et al, 2012; Van et al, 2017); como fue el caso de los indicadores "capacidad de filtración" y "NDWI". Por lo tanto, es necesario integrar esta investigación con el análisis de otros estudios, como se plantea en el apartado de discusión.

12. REFERENCIAS

- Agualzaca, D. (2021). *Evaluación del vigor vegetal de *Alnus acuminata* Kunth (Aliso) aplicando dos métodos no destructivos: índice normalizado diferencial de vegetación (NDVI) e índice de robustez (IR)* (Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo). Repositorio de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Aiub, D. (2019). *Evaluación de la diversidad clásica y funcional del arbolado urbano de la ciudad de La Rioja, Argentina* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Quilmes). Repositorio de la Universidad Nacional de Quilmes.
- Arango, S., López, A. (2021). Diseño Urbano Participativo del Espacio Público. Una herramienta de apropiación social. *Bitácora Urbano Territorial*, 31(3), 13-26.
- Astier, M., et al. (2008). *Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional*. Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. https://www.researchgate.net/profile/Marta-Astier/publication/41516515_Sistematizacion_y_analisis_de_los_estudios_de_caso_MESMIS_lecciones_para_el_futuro/links/57068c3f08ae0f37fee1e16a/Sistematizacion-y-analisis-de-los-estudios-de-caso-MESMIS-lecciones-para-el-futuro.pdf
- Avalos, S. et al. (2020). Evaluación del riesgo ambiental terrestre de dos gasolinas ecológicas de 90 octanos en la lombriz de tierra *Eisenia Fetida* (savigny, 1826). *Revista Campus*, 25(30).
- Ayuntamiento de León. (2022). *Presupuesto de egresos para el ejercicio fiscal 2022*. Presidencia Municipal de León. https://apps.leon.gob.mx/aplicaciones/normasleyes/public/documentos/202301161238370.Presupuesto%202023.pdf?normaOrder=Sorter_norm_nombre&normaDir=DESC&normaPage=5
- Ayuntamiento de León. (2023). *Presupuesto de egresos para el ejercicio fiscal 2023*. Presidencia Municipal de León. https://apps.leon.gob.mx/aplicaciones/normasleyes/public/documentos/202301161238370.Presupuesto%202023.pdf?normaOrder=Sorter_norm_nombre&normaDir=DESC&normaPage=5

370.Presupuesto%202023.pdf?normaOrder=Sorter_norm_nombre&normaDir=DESC&normaPage=5

- Beltrán, D. (2017). *Aplicación de índices de vegetación para evaluar procesos de restauración ecológica en el parque forestal embalse del Neusa* (Tesis de maestría, Universidad Militar Nueva Granada). Repositorio de la Universidad Militar Nueva Granada.
- Benítez, D. (2019). *Calidad ambiental, accesibilidad y funcionalidad de las áreas verdes urbanas en la periferia de la ciudad de Querétaro. Casos de estudio: Santa Rosa Jáuregui, Juriquilla y Jurica* (Tesis de licenciatura, UAQ). Repositorio de la UAQ.
- Borja, J. (2019). Derecho a la ciudad, de la calle a la globalización. *Monografías CIDOB*, 76, 33-43.
- Brasseur, B., et al. (2023). Assessment of soil compaction and rutting in managed forests through an airborne LiDAR technique. *Land Degradation & Development*, 34(5), 1558-1569.
- Brena, J., et al. (2019). *Monitoreo de zonas agrícolas de riego sobre acuíferos localizados en zonas áridas de México, mediante imágenes de satélite e información complementaria, primera etapa*. Repositorio del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Brundtland, G. H. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común*. Documentos de Las Naciones Unidas. Disponible en <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-commonfuture.pdf>
- Cala, C. (2022). *Dinámicas de apropiación del espacio público y sentido de pertenencia en la ciudad de Valledupar: casos de estudio: Plaza Alfonso López y Parque la Provincia* (Tesis de maestría, Universidad del Norte). Repositorio de la Universidad del Norte.
- Calderón, M., et al. (2007). Apropiación y conducta proambiental en un poblado periurbano de la ciudad de México. *Psicología para América Latina*, (10), 0-0.
- Campaña, O; Tafur, E. (2021). Análisis multitemporal del NDDI, comparación con el NDWI para determinar la sequía en la Reserva Nacional de Tumbes, Perú, 1986-2019. *Manglar*, 18(4), 389-395.

- Caporusso, L. (2008). *Áreas verdes urbanas: Avaliação e proposta conceitual*. Simpósio de Pós-Graduação do Estado geografia do Estado de São Paulo. Universidad Estatal Paulista.
- Cliff, T. (1982). *Paisaje Urbano*. Editorial Blume.
- Cuvi, N., Vélez, G. (2021). Los Parques Urbanos de Quito: Distribución, Accesibilidad y Segregación Espacial. *Environmental Science*, 10(2).
- De Segura, R. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Universidad del País Vasco. Disponible en [https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info U, 686956](https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info_U,686956).
- Delgadillo, O., (2016). *Medición de la infiltración del agua en el suelo. Centro andino para la gestión y uso del agua. Centro agua*. Universidad Mayor de San Simón. http://www.centro-agua.umss.edu.bo/wp-content/uploads/2022/04/S_T_12016_Medicion_infiltracion_doble_anilla.pdf
- Demetrio, P. et al. (2021). *Evaluación de riesgo ecológica*. Libros de Cátedra. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/173996/CONICET_Digital_Nro.17173e77-568e-45f1-aacd-5d43c170d3d4_f.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- DGMA. (2020). *Inventario del arbolado urbano en León, Gto., parques y jardines*. Dirección General de Medio Ambiente. <https://leon.gob.mx/modulos/img/adjuntos/adjuntos-612.pdf>
- Dong, N., et al. (2021). Assessment of vegetation change and its relationship with climatic factors in the northern Loess Plateau of China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 6024.
- Estévez, C., et al. (2021). Developing a Hierarchical Scale for Evaluating the Quality of Gamified Systems. *Frontiers in psychology*, 12.
- Fernández, A. (2023). *Incidencia de la morfología de la ciudad en la Isla de Calor Urbana en Valencia* (Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València). Repositorio de la Universitat Politècnica de València.

- Fuentes, A. (2015). Islas de calor urbano en Tampico, México: Impacto del microclima a la calidad del hábitat. *Nova scientia*, 7(13), 495-515.
- Gao, B. (1996). NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*, 58(3): 257-266.
- García, I. (2015). *Estimación del almacenamiento de carbono y la percepción social de los servicios ecosistémicos que brinda el bosque de Abies Religiosa de la cuenca presa Guadalupe, Estado de México* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, I. (2018). *Percepción y valoración de los servicios ecosistémicos de las dunas costeras en Sisal, Yucatán* (Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). Repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gascon, M., et al. (2016). Normalized difference vegetation index (NDVI) as a marker of surrounding greenness in epidemiological studies: The case of Barcelona city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19, 88–94.
- Gibson, R. (2006) Sustainability assessment: basic components of a practical approach. *Impact Assessment and Project Appraisal*. 24 (3), 170-182.
- Guadarrama, G., et al. (2021). La apropiación y el uso del espacio público urbano. Los comunes en el parque urbano. *Economía, sociedad y territorio*, 21(65), 57-85.
- Guérin, L. (2015). *Évaluer l'appropriation d'un espace public rénové*. Université Angers. <https://es.calameo.com/read/003977002d795508d049a>
- Gulácsi, A., Kovács, F. (2015). Drought monitoring with spectral indices calculated from MODIS satellite images in Hungary. *Journal of Environmental Geography*, 8(3-4), 11-20.
- Hasyim, A., et al. (2017). Distribution of green open space in Malang City based on multispectral data. *E&ES*, 70(1), 12001.

- Higinio, M. (2020). *La ocupación y apropiación del espacio público y su impacto en el desarrollo de la vida urbana* (Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma). Repositorio de la Universidad Ricardo Palma.
- Hind, K., et al. (2019). Surveillance de la température de surface des sols (LST) et de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) pour l'étude de l'impact des activités anthropiques et du changement climatique sur le sol et la couverture végétale dans la région de Nador (Rif Oriental, Maroc). *Colloque International des Jeunes Chercheur, CIJC2017*.
- Hopwood, B., et al. (2005). Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable development*, 13(1), 38-52.
- Huamán, J. (2016). *Evaluación de la capacidad de infiltración por precipitaciones, utilizando infiltrómetro de doble anillo en la zona de recarga hídrica de la unidad hidrográfica de Rontoccocha-abancay* (Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de los Andes). Repositorio de la Universidad Tecnológica de los Andes.
- Huang, L., et al. (2019). Analyzing the spatiotemporal variations of urban heat island based on land surface temperature and evapotranspiration fractions: A case study of Beijing. *Science of the Total Environment*, 660, 377-391.
- Huitema, D., et al. (2011). The evaluation of climate policy: Theory and emerging practice in Europe. *Policy Sciences*, 44(2), 179-198.
- IMPLAN. (2012). *Estrategia Integral de Áreas Verdes en la ciudad de León, Gto. Instituto Municipal de Planeación*. <https://www.implan.gob.mx/pdf/estudios/cambios/estrategia-integral-de-areas-verdes-de-leon.pdf>
- IMPLAN. (2020). *Índice de Biodiversidad Urbana de la ciudad de León*. Instituto Municipal de Planeación. <https://implan.gob.mx/pdf/estudios/cambios/Indice-de-Biodiversidad-Urbana-de-la-ciudad-de-Leon.pdf>

- IMPLAN. (2020). *Manual de Gestión para la Infraestructura Verde de la ciudad de León*. Instituto Municipal de Planeación. <https://www.implan.gob.mx/pdf/estudios/cambios/manual-de-infraestructura-verde.pdf>
- IMPLAN. (2021). Programa Municipal de Desarrollo visión 2045. Instituto Municipal de Planeación. <https://www.implan.gob.mx/pdf/planeacion/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%202045.pdf>
- Jasso, M. (2016). La apropiación de la naturaleza como recurso. Una mirada reflexiva. *Gestión y ambiente*, 19(1), 141-154.
- Kates, R. (2011). What kind of a science is sustainability science?. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(49), 19449-19450.
- Kim, D. (2019). The multifunctional benefits of green infrastructure in Community development analytical review based in 447 cases. *Sustainability*, 11 (4), 1- 17
- Kumar, B., et al. (2022). Geo-environmental monitoring and assessment of land degradation and desertification in the semi-arid regions using Landsat 8 OLI/TIRS, LST, and NDVI approach. *Environmental Challenges*, 8, 100578.
- Laforteza, R., Giannico, V. (2019). Combining high-resolution images and LiDAR data to model ecosystem services perception in compact urban systems. *Ecological Indicators*, 96, 87-98.
- Laurentino, S. (2014). Aplicaciones de la teledetección en el análisis de daños en masas de coníferas en la provincia de Burgos-España. *Instituto Nacional de investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria*.
- Leach, M., et al. (2012). Transforming innovation for sustainability. *Ecology and Society*, 17(2), 11.
- Li, J., et al. (2019). The effect of tree-planting patterns on the microclimate within a courtyard. *Sustainability*, 11(6), 1665.
- Li, Y., et al. (2018). Quantifying the cooling effects of urban vegetation using high-resolution remote sensing data and the improved single-source model. *Remote Sensing*, 10(3), 445.

- Lima, I. (2022). *Determinación de isla de calor urbano superficial para mitigar riesgos ambientales–ciudad Cusco–2022* (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo. Repositorio de la Universidad César Vallejo.
- Lindig, R. (2017). *Ecología de la restauración y restauración ambiental*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- López, M., et al. (2020). Detección de estrés hídrico en brócoli (*brassica oleracea* var. itálica), utilizando NDVI sobre imágenes multiespectrales capturadas a corta distancia. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(1), 41-59.
- Lowman, M., et al. (2019). *Methods in forest canopy research*. University of California Press.
- Malambo, N. (2017). *Propuesta de gestión ambiental participativa y educativa para La apropiación comunitaria del proceso de restauración Ecológica del Parque Forestal Embalse del Neusa* (Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana). Repositorio de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Maldonado, L. (2022). Mitigación y adaptación al efecto de isla de calor urbana de clima cálido seco. El caso de Hermosillo, Sonora. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (11), 85-110.
- Mamani, J., et al. (2019). Relación de la altura de planta del cultivo de arroz bajo estrés hídrico con índices de vegetación obtenidas de imágenes de dron. *COMEII-19043*. <https://www.riego.mx/congresos/comeii2019/docs/ponencias/extenso/COMEII-19043.pdf>
- Martínez, E. (2014). Configuración urbana, hábitat y apropiación del espacio. *Scripta Nova*, 493 (33), 1-11.
- Martínez, M. (2014). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. Trillas
- Molano, F. (2016). El derecho a la ciudad: de Henri Lefebvre a los análisis sobre la ciudad capitalista contemporánea. *Folios*, 44, 3-19.
- Morales, V, et al. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1421-1435.

- Morán, H., et al. (2020). Determinación con imágenes satelitales del índice de vegetación de diferencia normalizada del valle de Pampas-Tayacaja. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(1), 228-245.
- Mudede, M., et al. (2020). Monitoring the urban environment quality in the city of Johannesburg using remote sensing data. *Journal of African Earth Sciences*, 171, 103969.
- Mujica, C., et al. (2019). Paisaje urbano, infraestructura ecológica y regulación de la temperatura. *Estudios del hábitat*, 17.
- Munns, W. et al. (2017). Ecosystem services in risk assessment and management. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 13(1), 62-73.
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas. (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/conferences/habitat/quito2016#:~:text=La%20Nueva%20Agenda%20Urbana%20representa,desarrollo%20como%20para%20los%20desarrollados.>
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological systems. *Science*. 325, 419-42
- Peña, C. (2008). *Metodologías para la planificación de áreas verdes urbanas: el caso de Mexicali, B.C* (Tesis de doctorado, UNAM). Repositorio de la NAM.
- Pérez, S., Fargher, F. (2016). Uso de los parques recreativos en Mérida, Yucatán. *Estudios demográficos y urbanos*, 31(3), 775-810.
- Pocasangre, C., et al. (2021). Mapa de flujo de calor radiante de El Salvador utilizando teledetección satelital y procesamiento de datos. *Revista Minerva*, 4(3), 34-52.
- Pol, E., Vidal, T. (2005) La apropiación del espacio: una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 36 (3), 281-297

- Porcar R. (2019). *Mapeo de los servicios ecosistémicos de una ciudad compacta: El caso de Barcelona* (Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya). Repositorio de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Preiser, R. et al. (2018). Social-ecological systems as complex adaptive systems. *JSTOR. Ecology and Society*, 23(4).
https://www.jstor.org/stable/26796889?seq=1#metadata_info_tab_content
- Pretty, J. (2003). Social capital and the collective management of resources. *Science*, 302(5652), 1912-1914.
- Quiroz, R. (2023). Estimación de las concentraciones relativas de clorofila en folíolos de papa (*solanum tuberosum* L.) utilizando técnicas de reflectancia de la vegetación. *Ecología aplicada*, 21(2), 91-101.
- Raymundo, L. (2019). *Aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre* (Tesis de licenciatura, Universidad Privada TELESUP). Repositorio de la Universidad Privada TELESUP.
- Ren, C., et al. (2019). Effects of green spaces on urban heat island mitigation in Changchun City, China: An actual evapotranspiration perspective. *Sustainability*, 11(23), 6630.
- Reyes, J. (2023). Espacio social y apropiación del espacio verde público en la arquitectura de paisaje. *Punto Cunorte*, (16), 43-65.
- Reyes, J., Bolea, G. (2018). Distribución de las áreas verdes, índice de marginación y justicia ambiental en León, Guanajuato. En E. Pérez. (UNAM), *Desarrollo regional sustentable y turismo*. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, México. ISBN UNAM: 978-607-02-9999-5.
- Rivera, S., et al. (2022). *Efecto de las propiedades físicas del suelo en la infiltración de agua en la finca el Plantel UNA 2020-2022* (Tesis de doctorado, Universidad Nacional Agraria, Managua). Repositorio de la Universidad Nacional Agraria, Managua.

- Rivera, Ú., et al. (2018). La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. *Revista iberoamericana de bioeconomía y cambio climático*, 4(7), 889-896.
- Robson, L., et al. (2021). The Role of Social Appropriation in Natural Resource Management: A Systematic Literature Review. *Society & Natural Resources*, 34(9), 1062-1079.
- Rockström, J., et al. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32.
- Ross, F. (2019). Kate Raworth-Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st century economist (2017). *Regional and Business Studies*, 11(2), 81-86.
- Ross, S. M. (2014). Introduction to Probability Models. Academic Press. <https://www.fcfm.buap.mx/jzacarias/cursos/procesos/libros/book8pe.pdf>
- Ruiz, D., et al. (2020). *Relaciones agua-suelo-vegetación. Incidencia del stress hídrico en las relaciones suelo-agua-planta a lo largo de un gradiente pluviométrico en el sur de España. In Congreso Internacional sobre desertificación.* Universidad de Málaga. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/97824>
- Sala, S., et al. (2015). A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 119, 314-325.
- Salas, G., Herrera, C. (2017). La vegetación como sistema de control para las Islas de Calor Urbano en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Hábitat Sustentable*, 14-23.
- Sanusi, R., et al. (2017). Influence of tree canopy cover on the microclimate of small urban parks. *Journal of Environmental Quality*, 46(2), 388-395.
- SAPAL. (2022). *Estaciones meteorológicas.* Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León. <https://www.sapal.gob.mx/est-meteorologicas>.
- Scantlebury, V. (2019). *Dinámicas de apropiación de los espacios públicos por los vendedores informales callejeros. El caso de los ejes comerciales tradicionales de Medellín y Belém do*

- Pará-de 1990 a 2018* (Tesis de maestría, Escuela Arquitectura y Diseño). Repositorio de la Escuela de Arquitectura y Diseño.
- Shen, W., et al. (2020). Impacts of vegetation coverage on the relationship between NDVI and temperature in the Heihe River Basin, Northwest China. *Remote Sensing*, 12(15), 2424.
- Tamayo, G. (2022). *Respuesta de líneas mutantes de Kiwicha (Amaranthus caudatus) al estrés hídrico en condiciones de Costa Central* (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Terán, M., Viteri, L. (2005). *Procesamiento de imágenes satelitales para determinación de cambios de cobertura vegetal y deforestación utilizando MATLAB* (Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional). Biblioteca digital de la Escuela Politécnica Nacional.
- Torres, D. (2014). *Análisis de las formas de apropiación nocturna del espacio público, en el parque de los hippies, localidad de chapinero, a partir de una muestra poblacional de jóvenes entre 18--28 años, a la luz de los parámetros de Enric Pol y Tomeur Vidal sobre la "apropiación" del espacio* (Tesis de doctorado, Universidad del Rosario). Repositorio de la Universidad del Rosario.
- Torres, E. (2011). Los conceptos de apropiación y poder en la teoría económica de Max Weber. *Scielo*, 42(165), 141-160.
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multicriteria decision making methods*. Springer US. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-3157-6_2
- UCM. (2014). *GNU Octave*. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/pimcd2014-free-software/gnu-octave#:~:text=GNU%20Octave%20es%20un%20lenguaje,de%20programaci%C3%B3n%20de%20prop%C3%B3sito%20general>.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations General Assembly. Recuperado de <https://sdgs.un.org/2030agenda>

- Van O, et al. (2017). Monitoring and evaluation for learning in complex, dynamic and uncertain contexts of international development cooperation. *Evaluation*, 23(2), 138-155.
- Veerkamp, C. et al. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. *Ecosystem Services*, 52, 101367.
- Velásquez, P., et al. (2020). Estimación del riesgo ecológico ya la salud humana del mercurio en una zona de manglar del estuario La Puntilla, provincia de El Oro, sur del Ecuador. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 49 (1), 81-100.
- Vidal, T., Pol, E. (2005). The appropriation of space: A theoretical proposal for understanding links between people and places. *Anuario de Psicología*, 36(3), 281-297.
- Villalba, J., et al. (2022). Áreas verdes urbanas e infiltración de agua como servicio ambiental en Xalapa, Veracruz, México. *RINDERESU*, 6(1-2).
- Villatoro, B. (2021). Uso de índices de vegetación NDWI y MSI obtenidos de imágenes satelitales Sentinel-2 y Landsat 8 para monitoreo de humedad, como indicador de momento óptimo de cosecha en caña de azúcar. *CENGICAÑA*. 225-243.
- Waltner, D., et al. (2005). The evolution of an ecosystem approach: the diamond schematic and an adaptive methodology for ecosystem sustainability and health. *Ecology and Society*, 10(1).
- Wang, R., et al. (2016). Seasonal variation in the NDVI–species richness relationship in a prairie grassland experiment (Cedar Creek). *Remote Sensing*, 8(2), 128.
- Winbourne, J., et al. (2020). Tree transpiration and urban temperatures: current understanding, implications, and future research directions. *Bioscience*, 70(7), 576-588.
- Xu, W., et al. (2020). Evaluating the Impacts of Land Use and Land Cover Changes on NDWI in a Rapidly Urbanizing Region. *Remote Sensing*, 12(1), 71.
- Zhang, X., et al. (2019). Effects of urban vegetation on local outdoor thermal environment: Review of the underlying mechanisms. *Science of the Total Environment*, 651(2), 2698-2717.