

Evolución de la vegetación en la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos (2014-2024) Análisis con Google Earth Engine

Evolution of vegetation in the Forest Reserve Peralta Ramos Forest (2014-2024)

Analysis with Google Earth Engine

Recibido: 04/05/2024 - Aceptado: 02/09/2024

Juan Pablo Celemin

 [0000-0002-8917-8061](https://orcid.org/0000-0002-8917-8061)

jpcelemin@conicet.gov.ar

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.

Investigador Independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Licenciado en Geografía por la Universidad Nacional de Mar del Plata y Doctor en Geografía por la Universidad Nacional del Sur. Magister en Conservación y Gestión del Medio Natural. Universidad Internacional de Andalucía. Se especializa en el uso de herramientas de Geomática para el análisis socioespacial a escala urbana, regional y nacional.

María Eugenia Arias

 [0000-0002-1592-2230](https://orcid.org/0000-0002-1592-2230)

me.arias@conicet.gov.ar

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.

Becaria Doctoral del Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales. Centro de Investigaciones Geográficas. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Licenciada en Ecología y Conservación, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Magíster en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Tucumán. Docente de Biología y Ambiente en la Universidad FASTA, Mar del Plata. Se especializa en temas de Ecología Urbana.

Cita sugerida: Celemin, J. P y Arias, M. E. (2024). Evolución de la vegetación en la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos (2014 – 2024): Análisis con Google Earth Engine. *Pleamar. Revista del Departamento de Geografía*, (4), 59 - 73. <http://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/pleamar/index>



Este artículo se encuentra bajo [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Resumen

Las reservas forestales urbanas desempeñan un papel vital en el mantenimiento de la sostenibilidad de los entornos urbanos, además de mejorar la calidad de vida de la población residente. Este es el caso del Bosque Peralta Ramos, la reserva forestal más importante de la ciudad de Mar del Plata. Para evaluar la evolución de la vegetación dentro del Bosque Peralta Ramos en los últimos años, se utilizó la plataforma *Google Earth Engine* para monitorear el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) analizando 77 imágenes y creando una representación en video de este indicador. Los hallazgos revelan que el NDVI se mantuvo notablemente estable durante el período de 2014 a 2024. Esta consistencia subraya la dedicación tanto del estado municipal, a través de su ordenanza de conservación forestal, como de los residentes locales para preservar su entorno natural.

Palabras clave: Bosque Peralta Ramos; procesamiento de imágenes; NDVI; Google Earth Engine

Abstract

Urban forest reserves play a vital role in maintaining the health and sustainability of urban environments. These verdant spaces not only serve as crucial habitats for local biodiversity but also yield numerous benefits that enhance the quality of life for city residents. A prime example of this is the Peralta Ramos Forest, the most significant forest reserve in the city of Mar del Plata. To assess the evolution of vegetation within the Peralta Ramos Forest over recent years, Google Earth Engine platform was used for monitoring the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) by analyzing 77 images and creating a video representation of this indicator. The findings reveal that the NDVI remained remarkably stable during the period from 2014 to 2024. This consistency underscores the dedication of both the municipal government, through its forest conservation ordinance, and the local residents for preserving their natural surroundings.

Keywords: Peralta Ramos Forest; image processing; NDVI; Google Earth Engine

Introducción

Los bosques urbanos se erigen como componentes esenciales en el tejido de las ciudades actuales, desempeñando una función multifacética que abarca desde lo estético hasta lo ecológico y lo socioeconómico. Su presencia no solo confiere una estética natural a los paisajes urbanos, sino que también aporta una gama diversa de servicios ecosistémicos (Velasco Bautista et al., 2013) que impactan directamente en la calidad de vida de los habitantes de las áreas metropolitanas (Saavedra-Romero et al., 2019; Arroyave-Maya al., 2019).

Entre las principales prestaciones de los bosques urbanos, se destaca su contribución a la mejora de la calidad del aire ya que, a través de la fotosíntesis, los árboles absorben dióxido de carbono y liberan oxígeno, constituyendo un mecanismo vital para contrarrestar la contaminación atmosférica derivada de las actividades urbanas. Este proceso de purificación del aire no solo favorece la salud respiratoria de la población, sino que también contribuye a atenuar los efectos del cambio climático al actuar como sumideros de carbono (Vázquez Arceo et al., 2023). Además, la función de los bosques urbanos como reguladores térmicos naturales es esencial para contrarrestar el “efecto isla de calor urbano” (Livesley et al., 2016). La generación de sombra por parte de los árboles no solo proporciona alivio térmico, sino que también reduce la necesidad de sistemas de refrigeración artificial, promoviendo así la eficiencia energética y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la producción de energía (Nastran et al., 2019).

Asimismo, los árboles actúan como un sistema de filtración natural, capturando y purificando el agua de lluvia antes de que alcance los sistemas de alcantarillado. De esta manera, no solo minimizan el riesgo de inundaciones, sino que también previenen la contaminación de los cuerpos de agua locales, salvaguardando así la calidad del agua potable y preservando los ecosistemas acuáticos (Matteo et al., 2006; Kuehler et al., 2017).

Desde la perspectiva de la biodiversidad, los bosques urbanos desempeñan un papel crucial al proporcionar hábitats propicios para diversas especies de flora y fauna. A pesar de la presión urbana, estos espacios verdes actúan como refugios para la biodiversidad, contribuyendo a la conservación de especies y fomentando la coexistencia entre la naturaleza y las comunidades urbanas (Alvey 2006; Faeth et al., 2011).

Además de los beneficios ambientales, los bosques urbanos también influyen positivamente en la salud y el bienestar de los habitantes de las ciudades. Estudios han demostrado que la exposición a entornos naturales, como los bosques urbanos mejora el estado de ánimo y el estímulo de la actividad física. Estos espacios se convierten en lugares de recreación, proporcionando oportunidades para la relajación, el ejercicio y la conexión con la naturaleza, elementos fundamentales para un estilo de vida saludable (Jensen et al., 2004; Jones, 2021). Además, la conexión diaria con la naturaleza en entornos urbanos arbolados ha demostrado tener efectos positivos en la salud mental y emocional dado que la exposición constante a entornos naturales está asociada con la reducción del estrés, la disminución de los síntomas de ansiedad y depresión, y un

aumento general del bienestar psicológico (O'Brien et al., 2010; Williams et al., 2013; Huang et al., 2017). De esta manera, la presencia de áreas verdes ofrece oportunidades para el descanso y la relajación, proporcionando un contraste valioso con el ajetreo y el bullicio característicos de la vida urbana.

La presencia de bosques urbanos también puede tener impactos positivos en la cohesión social y la comunidad ya que se convierten en puntos de encuentro para actividades comunitarias, eventos al aire libre y actividades recreativas compartidas. La creación de un sentido de pertenencia a través de la participación en eventos y la interacción social en entornos naturales fortalece los lazos comunitarios y contribuye a una mayor calidad de vida en el entorno urbano (Dwyer et al., 1992; Canetti et al., 2018).

La creciente demanda de suelo para el desarrollo de infraestructuras y la construcción de viviendas conlleva la eliminación de áreas arboladas, reduciendo la extensión y la conectividad de los bosques urbanos. Esta fragmentación puede tener consecuencias graves para la biodiversidad al interrumpir los corredores ecológicos y aislar poblaciones de flora y fauna, lo que dificulta su supervivencia y reproducción.

La degradación de los bosques urbanos es un fenómeno preocupante que compromete la integridad de estos valiosos ecosistemas dentro de los entornos metropolitanos. Diversos factores contribuyen a la degradación del espacio, generando impactos negativos tanto en la salud de los bosques como en la calidad de vida de quienes habitan en áreas urbanas:

*La contaminación atmosférica constituye otro elemento significativo en la degradación de los bosques urbanos.

*La introducción de especies invasoras representa una amenaza adicional para la salud de los mismos.

*Las emisiones de gases y partículas provenientes de la industria y el tráfico vehicular pueden debilitar la salud de los árboles al interferir con los procesos de fotosíntesis y deteriorar la calidad del suelo.

*La gestión inadecuada de los bosques urbanos también contribuye a su degradación ya que la falta de planes de manejo sostenible, la ausencia de políticas de conservación efectivas y la presión constante sobre estos espacios verdes para satisfacer demandas urbanísticas pueden resultar en la pérdida de árboles maduros, la degradación del suelo y la disminución de la calidad del agua (Hosonuma, et al, 2012; Fegghi et al., 2017; Lee et al., 2019).

Abordar la degradación de los bosques urbanos requiere de estrategias integrales que incluyan una planificación urbana sostenible, la promoción de la biodiversidad, la

reducción de la contaminación y la implementación de prácticas de gestión forestal adecuadas.

La importancia de los bosques es un tema relevante para el desarrollo sostenible, como se destaca en propuestas globales como la Agenda 21 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En la Agenda 21 se propone la plena integración de las cuestiones ambientales y de desarrollo en la adopción de decisiones del Gobierno en materia de políticas económicas, sociales, fiscales, energéticas, agrícolas, de transporte, de comercio y de otra índole. Mientras que los ODS constituyen un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo (García-Berlanga et al., 2020). Entre ellos, el ODS 3 destaca específicamente la importancia de los árboles urbanos y apunta a reducir las presiones demográficas sobre los bosques a nivel local, regional y global, al tiempo que mejora el bienestar humano.

La ciudad de Mar del Plata reconoce la importancia de los árboles, interés que se ha visto reflejado con la creación de varias reservas forestales que han sido de utilidad para controlar la desaparición y extinción de especies debido al crecimiento y la densificación urbana. No obstante, estas áreas protegidas no son reservas tradicionales designadas únicamente para la conservación dado que el estado local las define como “terrenos que contienen especies arbóreas que, por su cantidad y calidad, forman un bosque de importante valor natural que justifica su preservación y conservación” (Artículo 16, Ordenanza de la Municipalidad de General Pueyrredon Nro. 19.346). Asimismo, se han convertido en un foco de atracción de la población que busca acceder a los beneficios ambientales que poseen, por lo que es importante un monitoreo constante del estado de la vegetación del lugar.

Las reservas forestales urbanas habitadas representan un enfoque innovador y sostenible para integrar la naturaleza en el tejido de las ciudades modernas, reconociendo la importancia de mantener y promover la biodiversidad dentro de los entornos urbanos densamente poblados. Estas áreas, que combinan la conservación de bosques con la planificación urbana, buscan no solo preservar los ecosistemas naturales, sino también proporcionar hábitats para una variedad de especies y ofrecer beneficios tangibles a los residentes urbanos.

En este contexto, el presente trabajo se propone estudiar cómo ha evolucionado la reserva arbórea más importante de la ciudad, el Bosque Peralta Ramos (BPR) en los últimos diez años y conocer si continúa cumpliendo su papel de conservación. Para ello se recurrirá a

la medición del NDVI -Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada- a través del procesamiento de decenas de imágenes satelitales.

El NDVI es un indicador utilizado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (Verdin et al., 2003). El NDVI permite detectar cambios en la cantidad y la distribución de la vegetación en los bosques ya que, al comparar imágenes obtenidas en diferentes momentos, es posible identificar áreas que han experimentado deforestación, degradación forestal o regeneración natural por lo que es crucial para monitorear la salud general de los bosques y tomar medidas de conservación apropiadas. La capacidad de realizar un seguimiento temporal preciso facilita la identificación de cambios en la cobertura forestal, lo que es esencial para evaluar la efectividad de las políticas de conservación y planificación urbana. Según Huang et al. (2021), aproximadamente un tercio de los artículos disponibles en la *Web of Science Core Collection* analizan el vínculo entre NDVI y bosques.

Además, las imágenes satelitales, especialmente cuando se utilizan en plataformas avanzadas como *Google Earth Engine*, ofrecen la posibilidad de analizar patrones de uso del suelo en áreas urbanas con un alto nivel de detalle. Esto permite a los gestores forestales y urbanos comprender la dinámica de la expansión urbana, la fragmentación del hábitat y la distribución de zonas verdes, elementos cruciales para diseñar estrategias de gestión que promuevan la sostenibilidad y la biodiversidad en entornos urbanizados. Esta plataforma proporciona acceso a una extensa base de datos que abarca décadas de imágenes satelitales de diversas fuentes, permitiendo a los investigadores realizar estudios temporales a largo plazo y analizar cambios en la superficie terrestre. Con los grandes volúmenes de datos capturados y archivados regularmente y durante un largo período, los cambios en el uso de la tierra ahora se pueden medir no sólo en dos instantáneas, sino de forma continua durante muchos intervalos de tiempo (Li y Roy, 2017).

Materiales y Métodos

Área de Estudio

El Bosque Peralta Ramos es un área implantada que se sitúa al sur de la ciudad de Mar del Plata (Figura 1) y es fácilmente reconocible en imágenes satelitales debido a su peculiar forma, compuesta por dos rectángulos adyacentes, posee una superficie de 450 ha. y alberga una amplia variedad de flora y fauna. La reserva registró un importante crecimiento poblacional en los últimos años. De acuerdo al censo del año 2001, 1826 personas residían en el BPR, mientras que en el año 2010 el número de habitantes aumentó a 3193, es decir que se produjo un incremento del 75% en nueve años.

En cuanto a la vegetación, originalmente no había árboles en la zona, excepto algunos ejemplares de *Celtis ehrenbergiana* (tala), ya que el bosque fue implantado. Durante las labores de forestación, se introdujeron especies como *Pinus* spp. (pinos), *Cupressus* spp. (cipreses), *Eucaliptus* spp. (eucaliptos) y *Acacia* spp. (acacias). A lo largo del tiempo, los habitantes incorporaron otras especies arbóreas como variedades de *Acer* (arce), *Abies* spp. (abetos), *Liquidambar* spp., *Quercus* spp., *Aloe* spp., y *Rubus* spp. Respecto a la fauna, la especie que habita esta región es *Didelphis albiventris* (comadreja común u overa). Se han registrado 115 especies de aves, entre las más comunes se encuentran *Furnarius rufus* (hornero común), *Pitangus sulphuratus* (benteveo), *Molothrus bonariensis* (tordo renegrado) y *Columba livia* (paloma doméstica). Además, especies nocturnas como *Tyto alba* (lechuza de campanario) y quirópteros (murciélagos) también habitan el área. Es importante señalar que el proceso de urbanización ha representado una amenaza para mamíferos como *Lycalopex gymnocercus* (zorro de las pampas) y aquellos de la familia *Mephitidae* (zorrinos) (Montagu, 2005; Azcué Vigil, 2022).

El mantenimiento de la cantidad de ejemplares arbóreos está regido por la Ordenanza 19.346 denominada Código de Preservación Forestal la cual en su artículo 4 establece que por cada árbol extraído deberá ser compensado por el solicitante del permiso respectivo, con la implantación de un nuevo ejemplar de la misma especie en el frente y la entrega de un segundo ejemplar a la Municipalidad para su incorporación a la forestación urbana, al tiempo que la compensación deberá efectuarse con ejemplares que posean, al menos un metro de altura, una circunferencia mínima de 8 cm y garanticen adecuado desarrollo de copa desde 1.90 metros de altura.

Figura 1. Localización del BPR en la ciudad de Mar del Plata



Fuente: elaboración personal en base a imágenes Landsat 8

Procesamiento de imágenes satelitales

Existen diversos índices que se pueden obtener a partir de imágenes satelitales que permiten comprender el estado de la vegetación, siendo el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) el más reconocido y utilizado. Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Donde NIR es la reflectividad del infrarrojo cercano (banda 5) y R es la reflectividad en el rojo (banda 4). El valor de la imagen está delimitado por el rango -1 y 1 y cuanto más cerca esté de 1 mayor será la presencia de vegetación sana en un lugar.

El análisis temporal del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) se realizó por medio de imágenes Landsat 8 OLI/TIRS corregidas atmosféricamente (catálogo LANDSAT/LC08/C02/T1_L2) que abarca desde 2014 hasta el año 2024. El satélite tiene una resolución espacial de 30 m y una resolución temporal de 16 días.

Todo el procesamiento de datos se realizó utilizando tecnología de computación en la nube en la plataforma *Google Earth Engine* (GEE) (<https://earthengine.google.org/>). Se creó un *script* para adquirir el valor medio de NDVI para todas las imágenes sin nubes disponibles durante el período de estudio. En total se procesaron 77 imágenes.

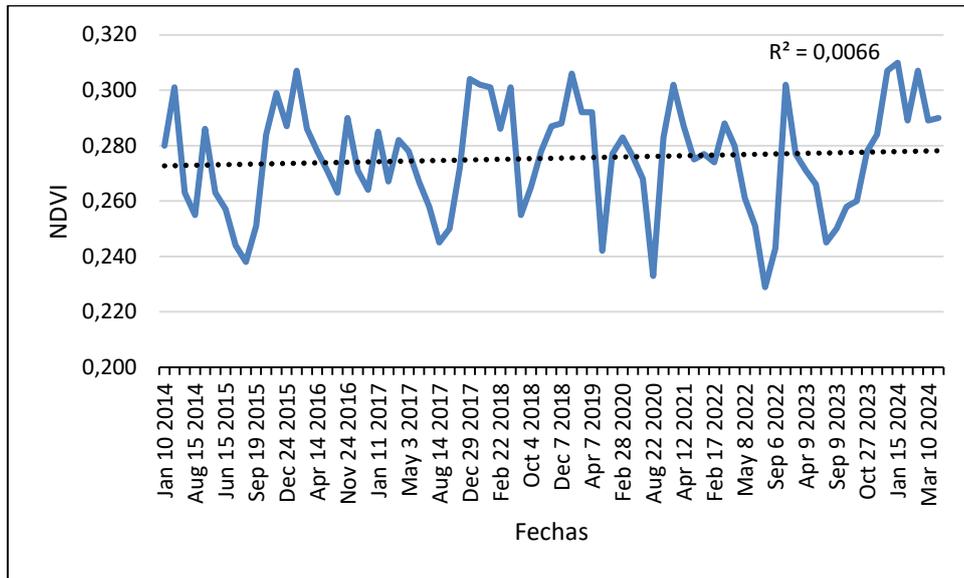
Por otra parte, dada la capacidad del GEE de generar información visual continua, se creó un vídeo para la reserva con la evolución mensual del NDVI de los últimos años, proporcionando una mejor interpretación visual del área de estudio. Para ello, se creó un *script* con datos del catálogo Landsat 8 OLI/TIRS 32-Day NDVI Composite. El mismo está disponible para el período 2015-2022.

El video resulta de utilidad porque muestra cómo evoluciona el NDVI mensualmente en el período en consideración, permitiendo observar la distribución espacial del mismo en el BPR. De esta manera se obtiene un elemento gráfico dinámico, útil para la gestión de la zona de estudio, que reemplaza a los estáticos mapas. Cabe mencionar que este instrumento es “tal como es” ya que no permite realizar ningún tipo de filtro o modificación de las imágenes incluidas en este catálogo de imágenes destinadas exclusivamente a generar videos. Además, en este caso, el NDVI se encuentra normalizado entre el rango 0 – 1.

Resultados y Discusión

El análisis de las 77 imágenes procesadas para la obtención del NDVI para el BPR en los últimos 10 años muestra una tendencia estable a lo largo del período (Figura 2) con un promedio global de 0.275. Asimismo, no se observa correlación entre el NDVI y el período en consideración ($R^2= 0.0066$).

Figura 2. Variación temporal del NDVI en el BPR (2014-2024)

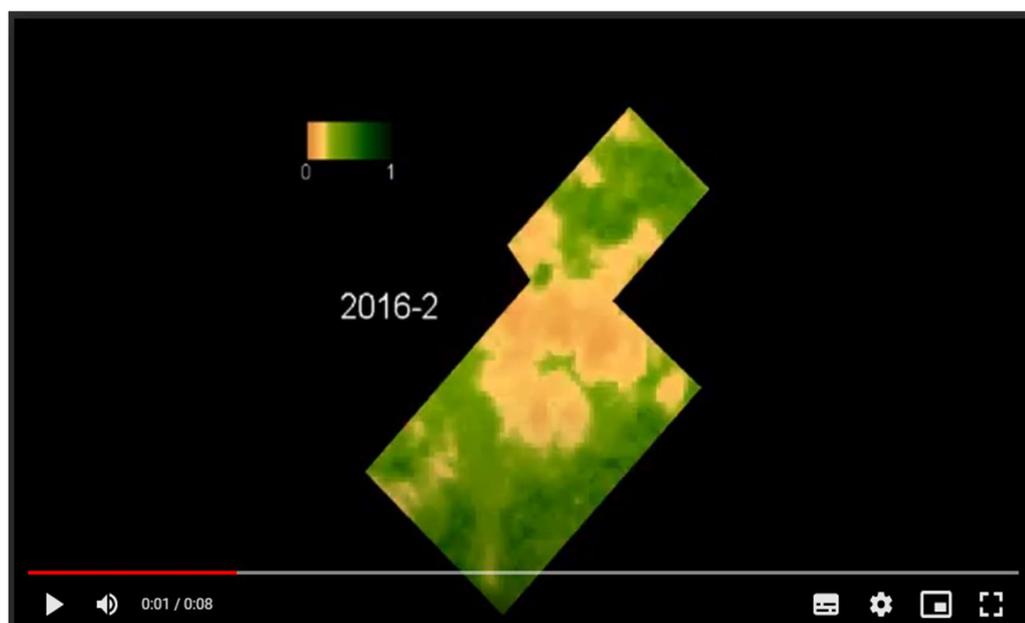


Fuente: elaboración personal en base al catálogo LANDSAT/LC08/C02/T1_L2 de GEE

La observación de la variación espacial del NDVI puede ser vista en el siguiente video (hacer click en el link y si no se puede visualizar copiarlo en buscador de Google Chrome):

https://drive.google.com/file/d/1vQAHOOwazIoiOhwpm_3rhBsrqcaTDgD0/view?usp=sharing

En el mismo se puede observar como a lo largo del periodo considerado, predominan tonalidades verdes que implican altos valores de NDVI. No obstante, en algunos meses donde las precipitaciones fueron más escasas, particularmente en los años 2015 y 2016 se observan parches de color amarillo que registran una baja en los valores de NDVI (Figura 3) que se recuperan con posterioridad. Asimismo, la distribución del indicador es bastante uniforme en el interior de la reserva forestal. De esta manera, gráficos y video resultan complementarios para observar el estado de la vegetación en el BPR, constituyéndose en una herramienta muy útil para la gestión forestal.

Figura 3. Captura del video con valores bajos de NDVI en el BPR (febrero 2016)

Fuente: elaboración personal a partir de video generado con GEE

En vista de los resultados obtenidos, se puede decir que la gestión del BPR ha demostrado ser eficiente en la última década tal como demuestra la evolución del NDVI. Esto no se podría haber logrado sin el compromiso asumido tanto por el estado municipal, a través de sus ordenanzas, y la participación de los residentes del BPR que cuidan su hábitat y respetan las normativas emitidas por el estado local, en un marco de importante crecimiento poblacional en el BPR en el período 2001-2010. Lamentablemente aún no se encuentran los datos disponibles a escala de radio censal del último censo realizado en el año 2022, que podría mostrar un crecimiento mayor en la última década.

Por otra parte, se destacan herramientas como el *Google Earth Engine* para el seguimiento continuo de los bosques y reservas forestales urbanas, a través de la medición del indicador NDVI. En general este tipo de estudios muestran la degradación que sufren los bosques urbanos por lo que los resultados obtenidos permiten tener una perspectiva más optimista para el área de estudio. No obstante, cabe destacar que la ciudad posee otras reservas forestales urbanas habitadas (Parque Camet, El Tejado, Las Margaritas, La Florida, Parque Montemar, El Grosellar, El Sosiego, Las Dalias, Santa Rosa del Mar, Alfaro y Bosque Alegre), por lo que es necesario realizar este tipo de estudio en cada una de ellas para obtener una visión más completa del estado de su vegetación y esperar que el caso del BPR sea lo habitual y no una excepción en la ciudad. Además, sería interesante

en el futuro analizar las variaciones estacionales del indicador en el BPR y en el resto de las reservas de la ciudad de Mar del Plata.

Conclusiones

Los bosques y reservas forestales urbanas desempeñan un papel fundamental en la salud y sostenibilidad de las áreas urbanas ya que no solo proporcionan un hábitat vital para la biodiversidad local, sino que también ofrecen numerosos beneficios para la calidad de vida de los habitantes de las ciudades. La presencia de árboles y otra vegetación ayuda a mejorar la calidad del aire, reducir la contaminación acústica y contribuir al bienestar emocional de la comunidad.

Mediante el procesamiento de 77 imágenes con el software online *Google Earth Engine* (GEE) se pudo verificar que el NDVI se mantuvo casi sin modificaciones en los últimos diez años, por lo que se puede tener una perspectiva optimista sobre la conservación de los bosques urbanos a partir del compromiso del estado municipal y la participación de la comunidad que respeta y cuida su entorno natural.

Referencias Bibliográficas

- Alvey, A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban forestry & urban greening*, 5 (4), 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.09.003>
- Arroyave-Maya, M. D. P., Posada-Posada, M. I., Nowak, D. J. y Hoehn, R. E. (2019). Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia forestal*, 22 (1), 5-16. doi.org/10.14483/2256201X.13695
- Azcúe Vigil, I. (2022). Problemáticas en bosques urbanos y su impacto para la recreación y el turismo. El caso de las reservas forestales Bosque Peralta Ramos y Montemar-El Grosellar (Mar del Plata, Argentina). *ROTUR – Revista de Ocio y de Turismo*, 16 (1), 119-139. doi.org/10.17979/rotur.2022.16.1.7504
- Canetti, A., Garrastazu, M. C., De Mattos, P. P., Braz, E. M. y Netto, S. P. (2018). Understanding multi-temporal urban forest cover using high resolution images. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29,106-112. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.020>
- Dwyer, J. F., Mcpherson, E. G., Schroeder, H. W. y Rowntree, R. A. (1992). Assessing the benefits and costs of the urban forest. *Journal of Arboriculture*, 18 (5), 227-227. [doi:10.48044/jauf.1992.045](https://doi.org/10.48044/jauf.1992.045)

- Faeth, S., Bang, C. y Saari, S. (2011). Urban biodiversity: patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223 (1), 69-81. [doi:10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x)
- Fegghi, J., Teimouri, S., Makhdoum, M. F., Erfanfard, Y. y Tehrani, N. A. (2017). The assessment of degradation to sustainability in an urban forest ecosystem by GIS. *Urban Forestry & Urban Greening*, 27 (2), 383-389. [doi:10.1016/j.ufug.2017.06.009](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.009)
- García-Berlanga, O. M., Desfilis, T. P., Martínez, A. R. E., y Peña, A. V. (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Escenario actual. En A. Montesinos Lapuente (coord.). *Objectius de desenvolupament sostenible en el territori valencià*, (pp. 25-40), Universitat de València. <https://roderic.uv.es/items/0cb1733d-b822-46e8-85d1-79e678b4c2d1>
- Honorable Concejo Deliberante de la Municipalidad de General Pueyrredon (2009, 24 de septiembre). Ordenanza 19.346 Código de Preservación Forestal. Biblioteca – HCD. <https://www.concejomdp.gov.ar/biblioteca/docs/o19346.pdf?v=f5f1cbdadba2f7c1cc218a00e8807270>
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L. y Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7 (4), 1-12. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044009>
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., y Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32 (1), 1-6. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- Huang, C., Yang, J., Lu, H., Huang, H. y Yu, L. (2017). Green spaces as an indicator of urban health: Evaluating its changes in 28 mega-cities. *Remote Sensing*. 9 (12),1266. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- Jensen, R., Gatrell, J., Boulton, J. y Harper, B. (2004). Using remote sensing and geographic information systems to study urban quality of life and urban forest amenities. *Ecology and Society*, 9 (5). <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss5/art5/>

- Jones, B. A. (2021). Planting urban trees to improve quality of life? The life satisfaction impacts of urban afforestation. *Forest Policy and Economics*, 125, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102408>
- Kuehler, E., Hathaway, J. y Tirpak, A. (2017). Quantifying the benefits of urban forest systems as a component of the green infrastructure stormwater treatment network. *Ecohydrology*, 10 (3). <https://doi.org/10.1002/eco.1813>
- Lee, C. S., Jung, S., Lim, B. S., Kim, A. R., Lim, C. H. y Lee, H. (2019). Forest decline under progress in the urban forest of Seoul, Central Korea. En M. Nazip Suratman, Z. Abd Latif, G. De Oliveira, N. Brunzell, Y. Shimabukuro y C. A. Costa Dos Santos (Eds.). *Forest Degradation Around the World*. London, IntechOpen. DOI: [10.5772/intechopen.86248](https://doi.org/10.5772/intechopen.86248)
- Li, J., y Roy, D. P. (2017). A global analysis of Sentinel-2A, Sentinel-2B and Landsat-8 data revisit intervals and implications for terrestrial monitoring. *Remote Sensing*, 9 (9), 1-17. <https://doi.org/10.3390/rs9090902>
- Livesley, S. J., Mcpherson, E. G. y Calfapietra, C. (2016). The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *Journal of environmental quality*, 45 (1), 119-124. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.11.0567>
- Matteo, M., Randhir, T. y Bloniarz, D. (2006). Watershed-scale impacts of forest buffers on water quality and runoff in urbanizing environment. *Journal of water resources planning and management*, 132 (3), 144-152. DOI: [10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2006\)132:3\(144\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2006)132:3(144))
- Montagu, C. (2005). *Una propuesta para el desarrollo turístico del Bosque Peralta Ramos. Mar del Plata – Argentina*. Universidad Abierta Interamericana. <https://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC059958.pdf>
- Nastran, M., Kobal, M. y Eler, K. (2019). Urban heat islands in relation to green land use in European cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, 33-41. DOI: [10.1016/j.ufug.2018.01.008](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.01.008)
- O'Brien, L., Williams, K. Y Stewart, A. (2010). *Urban health and health inequalities and the role of urban forestry in Britain: A review*. Melbourne University. https://cdn.forestresearch.gov.uk/2010/01/urban_health_and_forestry_review_2010.pdf
- Saavedra-Romero, L. D. L., Hernández-De La Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T. y Villa-Castillo, J. (2019). Diversidad, estructura arbórea e índice de

- valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Polibotánica*, (47), 25-37. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.3>
- Vázquez Arceo, S. E., Ramírez Rivera, M. D. P., Arceo Diaz, S. y Solís Enríquez, J. J. (2013). Eliminación de la contaminación por el bosque urbano en Las Palmas, Colima, México. *Madera y bosques*, 29 (1), 1-19. <https://doi.org/10.21829/myb.2023.2912460>
- Velasco Bautista, E., Cortés Barrera, E. N., González Hernández, A., Moreno Sánchez, F. y Benavides Meza, H. M. (2013). Diagnóstico y caracterización del arbolado del Bosque de San Juan de Aragón. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 4 (19) 102-111. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v4i19.382>
- Verdin, J., Pedreros, D. y Eilerts, G. (2003). Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI). *FEWS - Red de Alerta Temprana Contra la Inseguridad Alimentaria, Centroamérica*, USGS/EROS Data Center. <https://web.archive.org/web/20060924035407/http://earlywarning.usgs.gov/centralamerica/readme/FEWSNET-NDVI.doc>
- Williams, K., O'Brien, L. y Stewart, A. (2013). Urban health and urban forestry: How can forest management agencies help? *Arboricultural Journal: The International Journal of Urban Forestry*. 35 (3), 119-133. <https://doi.org/10.1080/03071375.2013.852358>