

GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL ARBOLADO URBANO MEDIANTE EL USO DE SIG

*Nicolás Rodríguez Bormioli*¹

*Leonardo Di Franco*²

*Emiliano Cucciufò*³

*Elena Craig*⁴

Resumen

La planificación y gestión del espacio público representa un aspecto donde los municipios tienen un rol y una responsabilidad fundamental. El arbolado urbano, como parte inherente de ese espacio comunitario, debe ser incluido en planes de manejo que tiendan a la plenitud y el usufructo de sus potencialidades y contribuir al bienestar general. En este sentido los ejemplares deberían disponer de espacios y condiciones adecuadas, ser valorados de acuerdo a sus características generales y a la particularidad de cada individuo. Para ello es necesario contar con datos actuales, sistemáticos y, en lo posible, geolocalizables. Por ello la realización de un censo con GPS como herramienta de gestión representa un aspecto que permite detallar la cantidad, la calidad, las condiciones y los requerimientos necesarios para un mantenimiento adecuado, generando así lineamientos y consideraciones en el manejo del arbolado urbano. El área piloto seleccionada en la localidad de Olivera, partido de Luján, fue recorrida en sucesivas salidas de campo, que permitieron la recolección de los puntos GPS y el llenado de una planilla para caracterizar y diagnosticar el estado de cada árbol. Por último, los datos fueron integrados en un Sistema de Información Geográfica que permitió la confección de cartografía temática en cumplimiento de los objetivos planteados. Los resultados obtenidos, de tipo cuantitativos y cualitativos, permiten concluir que la metodología resultó económica, sistemática, de fácil

¹ Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina. nicolasrb89@gmail.com

² Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina. leodifranco@gmail.com

³ Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina. ecucciufò@yahoo.com.ar

⁴ Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina. craigelena@yahoo.com.ar

actualización y extrapolable a otras localidades demostrando su valor como herramienta de gestión y planificación en las acciones de manejo.

Palabras Clave: Arbolado urbano, Riesgo, Sistema de Información Geográfica, Censo.

GENERATION OF THEMATIC CARTOGRAPHY OF URBAN TREES THROUGH THE USE OF GIS

Abstract

The planning and management of the public space represents an aspect where municipalities have a fundamental role and responsibility. Urban forest, as an inherent part of that community space, must be included in management plans that tend to the fullness and the usufruct of their potentialities and contribute to the general welfare. In this sense the specimens should have adequate spaces and conditions, be valued according to their general characteristics and the particularity of each individual. For this it is necessary to have current, systematic and, as far as possible, geolocalizable data. Therefore, a census with GPS as a management tool represents an aspect that allows detailing the quantity, quality, conditions and requirements necessary for adequate maintenance, thus generating guidelines and considerations in the management of urban trees. The pilot area selected in the locality of Olivera, Luján party, was visited in successive field trips, which allowed the collection of GPS points and the filling of a template to characterize and diagnose the condition of each tree. Finally, the data were integrated in a Geographic Information System that allowed the creation of thematic cartography in fulfilment of the proposed objectives. The quantitative and qualitative results allow us to conclude that the methodology was economical, systematic, easy to update and extrapolable to other localities, demonstrating its value as a tool for management and planning in management actions.

Keywords: Urban Forest, Risk, Geographic Information System, Census.

Introducción

El arbolado en una ciudad representa un aspecto importante para la planificación y gestión del espacio público por parte de los municipios. “El árbol ha constituido el principal elemento conformador de la presencia de la naturaleza en la ciudad” (Aguirre, 2005). Para obtener la plenitud de sus potencialidades, los diferentes ejemplares deberían disponer de espacio y condiciones adecuadas, además de ser valorado y gestionado de manera responsable. La mayoría de los árboles y arbustos en las ciudades se plantan para proporcionar belleza y sombra. Sin embargo, contribuyen, además, a muchos otros propósitos y funciones sociales, comunitarias, ambientales y económicas, que resulta necesario considerar. No se suele reconocer la importancia que tienen los árboles, y el arbolado público, en las zonas urbanas y periurbanas. El arbolado urbano es “una forma de vegetación claramente antropogénica, que debe su sobrevivencia, forma, estructura y estado de salud, a una compleja mezcla de factores socio-culturales y ambientales” (López-Moreno; Díaz-Betancourt, 1991). Aquellos árboles que han sido plantados en el pasado están desapareciendo rápidamente, debido a que muchos han cumplido su ciclo biológico, otros han sido derribados por eventos climáticos como tormentas y fuertes vientos, sumado esto al crecimiento urbano que avanza sobre zonas forestadas destruyendo la vegetación y reemplazándola con asfalto y concreto. Ello genera impactos negativos que perjudican la calidad de vida de los habitantes, además de contaminación acústica, concentración de contaminantes sólidos y gaseosos, temperaturas más altas, etc. Resulta evidente la notoria escasez de áreas verdes o lugares públicos arbolados en las urbes del país. Sin embargo, el arbolado urbano representa un patrimonio paisajístico por su valor estético; un patrimonio social, por la mejora que aporta al espacio vital y un patrimonio histórico como elemento de acompañamiento de la arquitectura y de los hechos ligados a él. Actualmente ha cobrado relevancia, en especial en aquellas cuencas altamente urbanizadas, como reguladores de las precipitaciones y las temperaturas, de la escorrentía superficial, de su importancia como mecanismo de infiltración del suelo y de reducción de la erosión del suelo. Por lo tanto, el arbolado público es una parte relevante de la infraestructura de la ciudad y ofrece calidad de vida a sus habitantes.

Dados los múltiples beneficios que el recurso brinda a la sociedad, su valor no se debe medir sólo en función del crecimiento en altura y diámetro, sino en valores estéticos, de aceptación,

longevidad y de adaptación de las especies. Es por eso que en los inventarios urbanos se toman en cuenta características de condición y vigor del individuo, así como ciertos aspectos subjetivos.

“Actualmente los municipios necesitan contar con información sistemática y actualizada del recurso, para desarrollar planes de manejo tendientes a la gestión de este recurso urbano” (Villagrán, 2001). Este manejo consiste en un conjunto de actividades administrativas, estratégicas y ejecutivas que deben realizarse para lograr un arbolado que contribuya al bienestar fisiológico, sociológico y económico de la sociedad urbana, todo ello con una disponibilidad económica limitada.

El objetivo principal de este trabajo consistió en la elaboración una metodología que permita la realización de un censo del arbolado urbano en el partido. Para ello se seleccionó un área piloto que incluyó quince manzanas en la localidad de Olivera. Una vez concluida la toma de datos se trabajó en un SIG que permitió el análisis de los mismos y la posterior generación de cartografía temática.

La función prioritaria de la gestión del arbolado público es la de mantener y reponer el arbolado existente en condiciones óptimas que aseguren su calidad sanitaria, su forma, su crecimiento y función por un lado, y la de generar nuevos sectores de arbolado en áreas desprovistas por otro. Para ello es indispensable desde la gestión del territorio, evaluar las necesidades de cada comunidad y pensar en una planificación equitativa, solidaria y que responda a la impronta de cada barrio, que implique el mejor estado fisiológico posible de los ejemplares que lo componen.

“Es por ello que el censo como herramienta de gestión proporciona datos detallados sobre la cantidad, calidad, condición y los requerimientos necesarios para un mantenimiento adecuado” (Zamudio Castillo, 2001) generando así lineamientos y consideraciones en el manejo y cuidado del arbolado urbano de una determinada región.

El diagnóstico del arbolado en general, la evaluación del riesgo en particular y su ubicación georreferenciada a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG), representan insumos importantes para lograr dicha gestión. “Los SIG permiten, de esta manera, la captura, recuperación, y análisis de los datos con la ventaja de que la información se encuentra geográficamente referenciada y disponible para un rápido uso” (Dávila Martínez, 2011). Tiene

diferentes usos en relación al arbolado urbano tales como la ubicación de árboles, el análisis espacial de los ejemplares, la elaboración de diagnósticos y la contribución para el desarrollo de un plan de manejo adecuado. Actualmente, los SIG permiten obtener una precisión muy aceptable en la incorporación de información de inventarios. La característica de los SIG de almacenar y analizar la información a través de diferentes capas temáticas permite su adaptación a los requerimientos del estudio de ambientes urbanos.

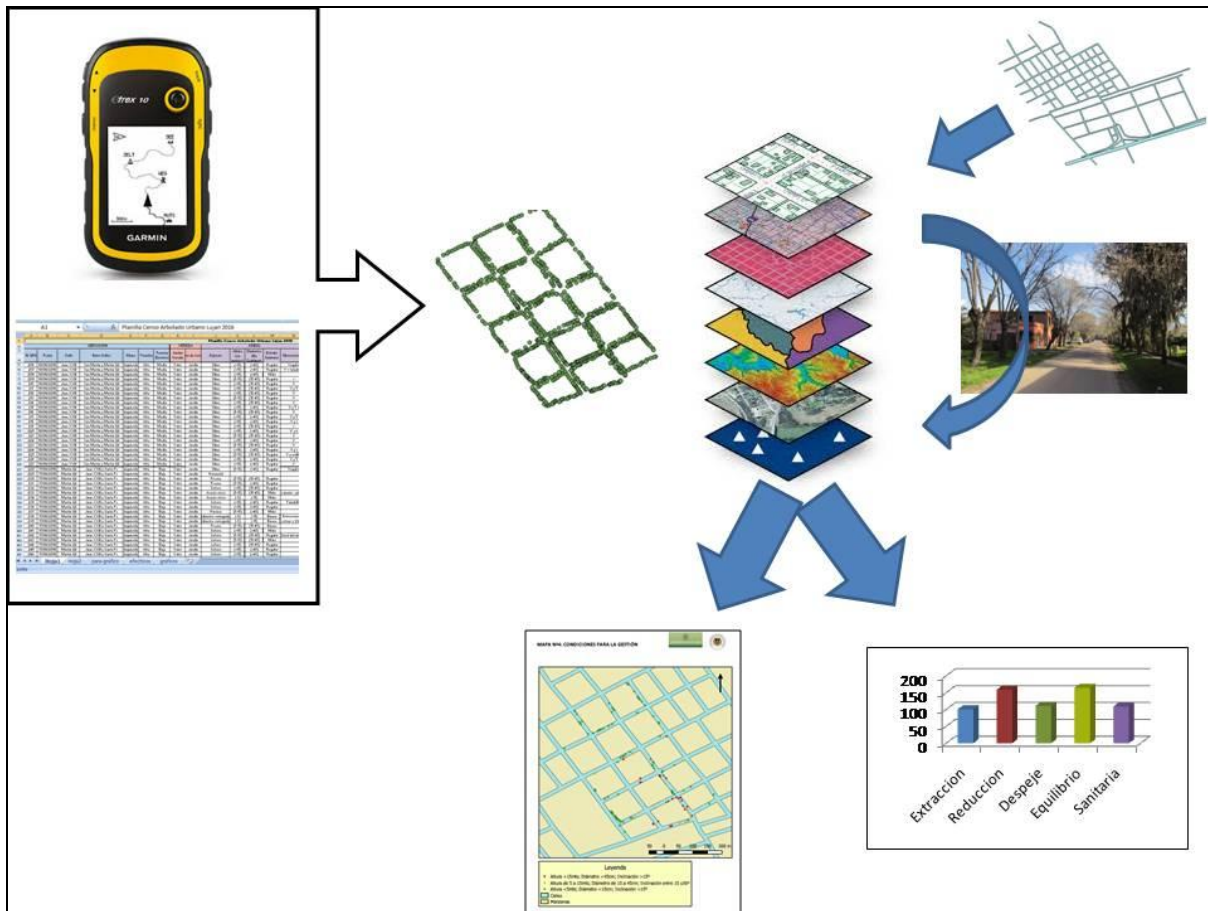
Los datos referidos al arbolado urbano deben ser actuales para contribuir de manera más efectiva a la gestión de los mismos y a la toma de decisiones por parte de los organismos competentes. Sin embargo, no existía, previo al presente trabajo, información referida al estado y la calidad del arbolado urbano de manera precisa, limitando la toma de decisiones dentro del partido.

A partir de un Proyecto de Extensión de la Universidad Nacional de Luján, denominado “*Diseño Participativo y Sustentable del Arbolado Urbano de Luján*” cuyos responsables son el Ing. Agr. Emiliano Cucciuffo y la Dra. Ing. Agr. Elena Craig, y un Proyecto de investigación de la Universidad Nacional de Luján, titulado “*Desarrollo de un método simple de predicción del riesgo de rotura o caída de árboles en espacios comunitarios vulnerables*” cuya directora es la Dra. Ing. Agr. Elena Craig, se seleccionó un área piloto en la Localidad de Olivera, del partido de Luján, para llevar a cabo el presente trabajo que estableció, a partir de una metodología propia y del relevamiento a campo, una base de datos actualizada y espacial que contribuya a la gestión del recurso por parte de las autoridades competentes.

Metodología

La metodología desarrollada para la realización del presente trabajo consistió en la elaboración de una planilla de datos, el censado de los ejemplares distribuidos en el área piloto y el análisis de los datos obtenidos durante las sucesivas visitas a campo. Todos los pasos desarrollados fueron elaborados teniendo en consideración que la herramienta de síntesis seleccionada fue un SIG, utilizando para ello el programa Quantum GIS (software libre de código abierto) que posee una extendida base de usuarios y numerosas herramientas de gestión de datos geográficos.

Figura N°1 - 1Esquema metodológico empleado en el desarrollo del trabajo sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.



Fuente: elaboración propia.

Descripción de la planilla

Teniendo en cuenta lo mencionado, a continuación se describe la siguiente planilla confeccionada para la toma de datos. Esta planilla en formato de filas y columnas incluyó las variables que se consideraron más relevantes para el estudio, de acuerdo a las necesidades del municipio y de los objetivos generales de los proyectos marco.

La primera división se realizó en cinco grandes columnas, que marcan las variables generales en las que se basó el censo. Ellas correspondieron a ubicación, tipo de vereda, características físicas observables, variables correspondientes al riesgo y recomendaciones de manejo.

- Ubicación

Debido a que el recorrido incluyó la toma de puntos GPS en paralelo con el llenado de la planilla, se reservó una columna para la inclusión del punto otorgado por el GPS para cada ejemplar. Esta columna facilitó la posterior unión de los datos (Ver Figura N° 2). Con la finalidad de organizar el trabajo de sistematización se decidió incluir en la planilla datos de la cuadra y del recorrido. Estas columnas son la fecha, el nombre de la calle, entre que calles se encuentra, la mano de la cuadra (izquierda o derecha), la intensidad del tránsito (Bajo, Medio o Alto) y la tensión del cableado eléctrico (Baja, Media o Alta).

Figura N°22 - Fragmento de la planilla de datos (apartado “ubicación”) utilizada para la toma de datos sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

UBICACIÓN						
N° GPS	Fecha	Calle	Entre Calles	Mano	Tránsito	Tensión Eléctrica

Fuente: elaboración propia.

- Tipo de vereda

Dentro de la columna destinada a relevar la vereda se describió primero el ancho de la misma (en metros), y luego el tipo de vereda del punto censado, dividida en vereda Jardín, Plantera amplia y Plantera estrecha.

Figura N°33 - Fragmento de la planilla de datos (apartado “vereda”) utilizada para la toma de datos sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

VEREDA			
Ancho Vereda	Tipo de vereda		
	Jardín	Plant. Amp.	Plant. Est.

Fuente: elaboración propia

- **Árbol**

La tercera columna utilizada en el censo corresponde a las características físicas observables del árbol. Primero se describió la especie (Ejemplo: Olmo, Fresno Americano, Sófora, etc.).

Luego la altura en metros estimada dentro de 3 rangos posibles. Primero los arboles con una altura menor a 5 metros; luego los ejemplares dentro de 5,1 y 15 metros de altura; y por último los arboles mayores a 15,1 metros.

También particionado en 3 rangos posibles se encuentra el diámetro de cada ejemplar. Identificados en la primer columna se encuentran los arboles menores a 15 centímetros de diámetro; luego los que se encuentran entre 15,1 y 45 centímetros; y por último los árboles con un diámetro mayor a 45,1 centímetros. Para conocer el diámetro de los ejemplares se midió el DAP (diámetro a la altura del pecho medido por convención a 1,3 metros del suelo) utilizando una cinta dasométrica plana.

Se registró también el estado sanitario de cada árbol, dividido en bueno, regular o malo, quedando a criterio subjetivo del observador, evaluando pudriciones, presencia de canchales, presencia de insectos, etc. Y, por último, dentro del estado sanitario, una columna referida a Observaciones, en donde se describieron características particulares observadas durante el relevamiento, como pueden ser enfermedades, particularidades referidas a la ubicación del árbol, objetos cercanos al árbol que deben ser considerados, etc.

- **Riesgo**

La cuarta columna se destinó a la recolección de datos sobre las diversas características observables referidas al riesgo del árbol. En ella se describieron los tipos de daños que se pueden visibilizar en el árbol. A cada daño se le otorgó una letra que describe la intensidad del daño (siendo L para intensidad Leve, M para intensidad Moderada y S para intensidad Severa), y otra letra referida a la ubicación del daño (Siendo B para un daño ubicado en la Base del árbol, T para un daño ubicado en el Tronco, y R para un daño ubicado en las Ramas principales del árbol) (Ver Figura N°4).

La columna referida a los tipos de daños se dividió en 5 subcolumnas. La primera corresponde a los árboles que presentaron pudriciones y cavidades; luego tumores y deformaciones; en tercer lugar se encuentran los arboles con desgarros o descortezados; asimismo las grietas y rajaduras; y por último los ejemplares con ramas secas.

Luego se describió la inclinación del árbol, en un rango de 3 opciones que van entre 0 y 15°; entre 15 y 30°; y por último mayor de 30°.

Figura N°4 -4 Fragmento de la planilla de datos (apartado “riesgo”) utilizada para la toma de datos sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

RIESGO							
Tipo de daño (intensidad L - M - S y ubicación B - T - R)					Inclinación		
Pudric - cavidad	Tumores - deformac	Desgarr - Descorteza	Grietas - Rajaduras	Ramas secas	(0 - 15°)	(15 - 30°)	(+ de 30°)

Fuente: elaboración propia.

En la tercera columna correspondiente al riesgo, se describió la estructura de la copa del árbol. Caracterizando a la estructura de la copa en seis opciones posibles. Ellas son balanceada, desbalanceada, mal formada o uniones débiles, bifurcada desde la base, mutilada o descopada y tronco o tocón. Se puede observar más de una de estas características en un mismo árbol, por ejemplo, se puede encontrar un árbol con la estructura de la copa desbalanceada y bifurcada, etc.

También, se detalló el estado general del árbol, separado en vivo, muerte descendente, decrepito y muerto.

Figura N°55 – Fragmento de la planilla de datos (apartado “riesgo”) utilizada para la toma de datos sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

RIESGO									
Estructura de la copa						Estado general			
Bal	Desb	MF	Bif	Mut	Tro	Vivo	Muerte Desc	Decrédito	Muerto

Fuente: elaboración propia.

Todas las características vinculadas con el riesgo que se describieron permitirán elaborar un índice de riesgo compuesto de elaboración propia relativamente objetivo siguiendo algunas metodologías ya desarrolladas en otros países (Matheny y Clark, 1994; Sinn y Wessoly, 1989).

Por el momento, hemos incorporado dentro de las columnas de Riesgo, una referida a la subjetividad del observador. En ella se describió la percepción del riesgo, dividida en tres posibilidades (riesgo bajo, moderado y alto).

Figura N°66 – Fragmento de la planilla de datos (apartado “riesgo”) utilizada para la toma de datos sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

RIESGO		
Percepción del riesgo		
Bajo	Moderado	Alto

Fuente: elaboración propia.

- Recomendaciones de manejo

El último de los apartados generales presentó las variables referidas a las recomendaciones de manejo, de gran importancia para el diagnóstico final ya que aportan una opinión cualitativa (Ver figura N° 7). En este sentido las recomendaciones de manejo podían incluir:

- La extracción.

- La poda de reducción, destinada a arboles de altura elevada, cuya práctica permita disminuir el riesgo.
- La poda de despeje, destinada a remover las ramas que bloqueen luminarias, estén cercanas a los tendidos eléctricos, etc.
- La poda de equilibrio, para los arboles con la copa desbalanceada o mal formada.
- La poda sanitaria, correspondiente a la tala de ramas secas y en mal estado sanitario.

Figura N°77 – Fragmento de la planilla de datos (apartado “recomendaciones de manejo”) utilizada para la toma de datos sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

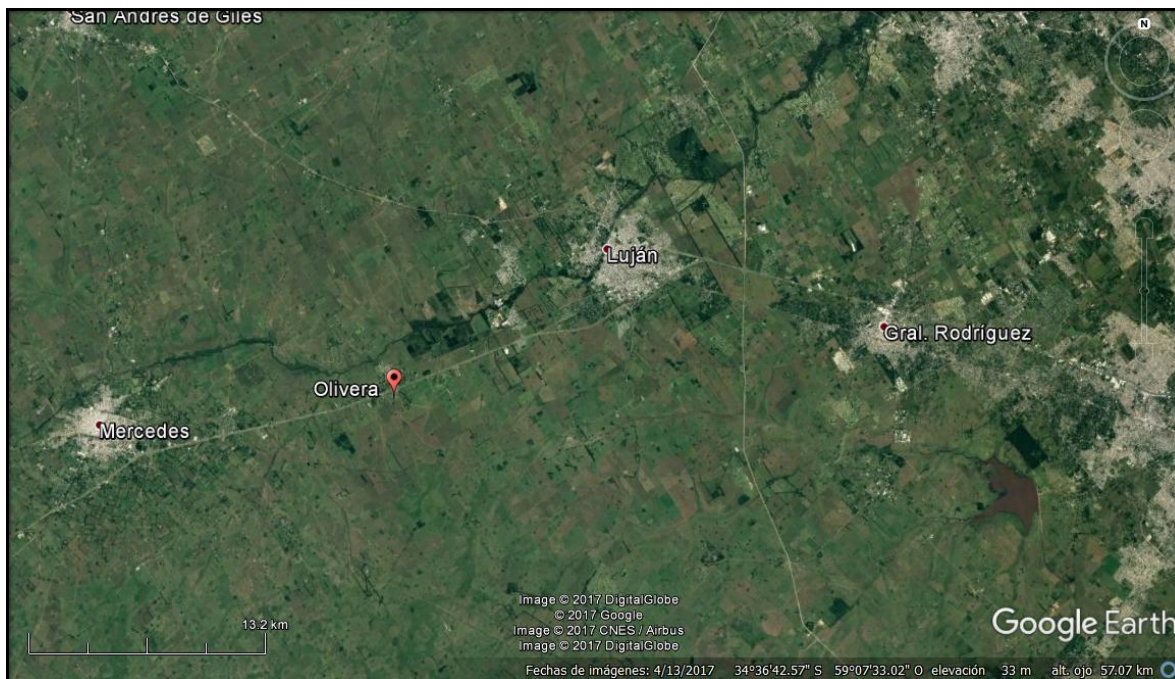
Recomendaciones de manejo				
Extracción	Poda de reducción	Poda de despeje	Poda de equilibrio	Poda sanitaria

Fuente: elaboración propia.

Delimitación del Área de estudio

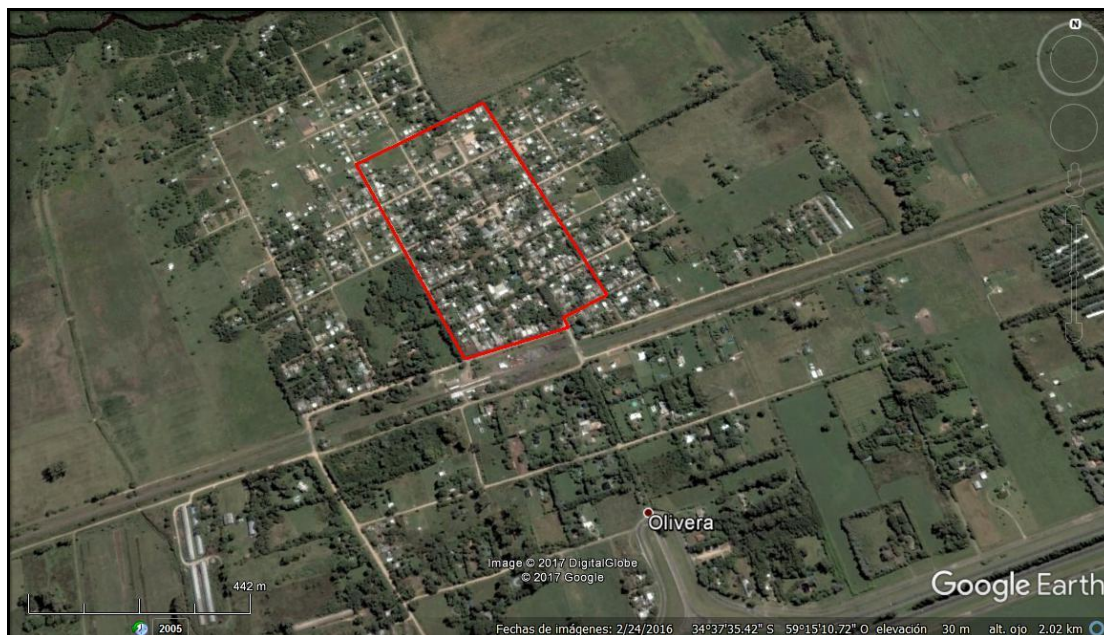
La presente pasantía está enmarcada en la localidad de Olivera, ubicada a 20 km de la Ciudad de Luján sobre la Ruta N° 5, al Km 85 y cuenta con 1.926 Habitantes (INDEC 2010). Para la delimitación de las manzanas a censar se utilizó el servidor online Google Earth, que permite la visualización de imágenes satelitales de alta resolución espacial. Durante las visitas a campo se relevaron aspectos cualitativos que incluyeron las zonas de atracción poblacional (escuelas, paradas de colectivos, negocios, etc.), opiniones de los vecinos sobre datos relevantes (zonas inundables, arboles de mayor longevidad, etc.), las calles más transitadas, tendidos eléctricos, etc. En la Figura N° 9, enmarcadas en rojo, se muestran las manzanas seleccionadas para el censo las cuales corresponden a la zona céntrica de la Localidad, abarcan una superficie total de 20 has aproximadas y un recorrido de 7 km lineales.

Figura N°8 – Imagen satelital correspondiente a la Localidad de Olivera, Partido de Luján, y alrededores. Provincia de Buenos Aires.



Fuente: Google Earth.

Figura N°9 – Imagen satelital correspondiente a la Localidad de Olivera, Partido de Luján y, enmarcada en rojo, a las 15 manzanas seleccionadas para la realización del censo. Provincia de Buenos Aires.



Fuente: Google Earth.

Unión de los datos Censados

Una vez que las planillas correspondientes a las salidas de campo se descargaron en un archivo tipo Excel, de base de datos, y se sistematizaron todas las columnas al formato compatible con la base de datos SIG se procedió a la descarga de los datos provenientes del GPS. Esto se realizó con un complemento dentro del Quantum GIS que se llama “Herramientas de GPS”. Una vez descargados esos puntos GPS, se guardaron en formato vectorial de puntos, donde cada punto representa la ubicación espacial de un árbol censado. De esta manera se tiene, por separado, una tabla alfanumérica con un campo referido al número de ejemplar censado y por otro lado un archivo GPS donde cada registro representa a un árbol. Para que los datos se integren en una misma tabla que contenga tanto la información espacial como las características censadas fue necesario realizar una unión espacial, la misma se realizó con la herramienta JOIN. La condición necesaria para la unión de ambas tablas es la inclusión de un campo en común denominado *llave*, en este caso dicho campo correspondió al punto GPS y al número de ejemplar censado. Tener la posibilidad de exhibir la información alfanumérica en conjunto con la información espacial representa, sin dudas, una de las principales utilidades de los SIG.

Resultados

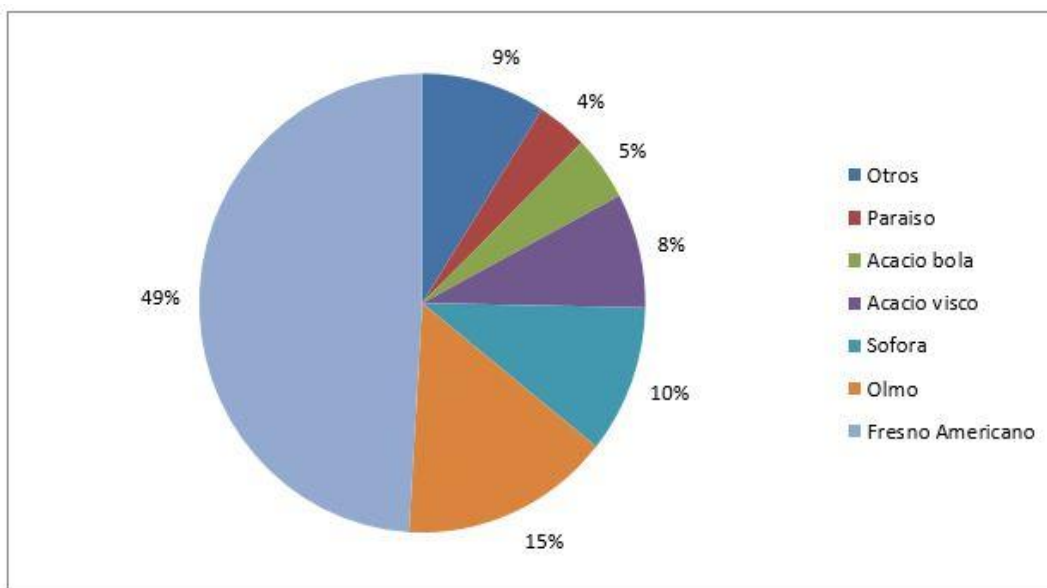
El número de ejemplares involucrados en el área piloto fue determinado a partir de la elaboración del censo, como se observa en la Tabla N°1. Al incluir en la planilla del censo aspectos tales como especie, inclinación, estado sanitario, percepción, etc. fue posible determinar, con un alto grado de fiabilidad, las condiciones particulares y generales del arbolado en la zona piloto. Se relevaron en total 641 árboles; el número de ejemplares por especie indicó que el Fresno americano (*Fraxinus pennsylvanica*) es la especie más frecuente ya que cuenta con 319 ejemplares, representando un 49% del total. Le siguen, en número de individuos y porcentaje sobre el total, el Olmo (*Ulmus sp.*) y la Sófora (*Styphnolobium japonicum*) con 96 árboles (15%) y 68 árboles (10%) respectivamente. Estas tres especies configuran cerca del 75 % de la totalidad de individuos presentes en el área, como se observa en el gráfico N°1.

Tabla N°18 – Cantidad de árboles correspondientes a las especies identificadas. Relevamiento efectuado sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

Especies	Sumatoria
Abedul (<i>Betula Pendula</i>)	2
Acacia Bola (<i>Robinia pseudoacacia Umbraculifera</i>)	54
Acacia Visco (<i>Acacia Visco</i>)	30
Catalpa (<i>Catalpa bignonioides</i>)	1
Crespón (<i>Lagerstroemia indica</i>)	16
Fresno americano (<i>Fraxinus pennsylvanica</i>)	319
Laurel de jardín (<i>Nerium oleander</i>)	1
Ligustrina (<i>Ligustrum sinense</i>)	5
Ligustro (<i>Ligustrum Lucidum</i>)	13
Olmo (<i>Ulmus sp.</i>)	96
Paraíso (<i>melia azedarach</i>)	25
Sauce Llorón (<i>Salix babylonica</i>)	10
Sófora (<i>Styphnolobium japonicum</i>)	68
Tala (<i>Celtis tala</i>)	1
TOTAL	641

Fuente: elaboración propia.

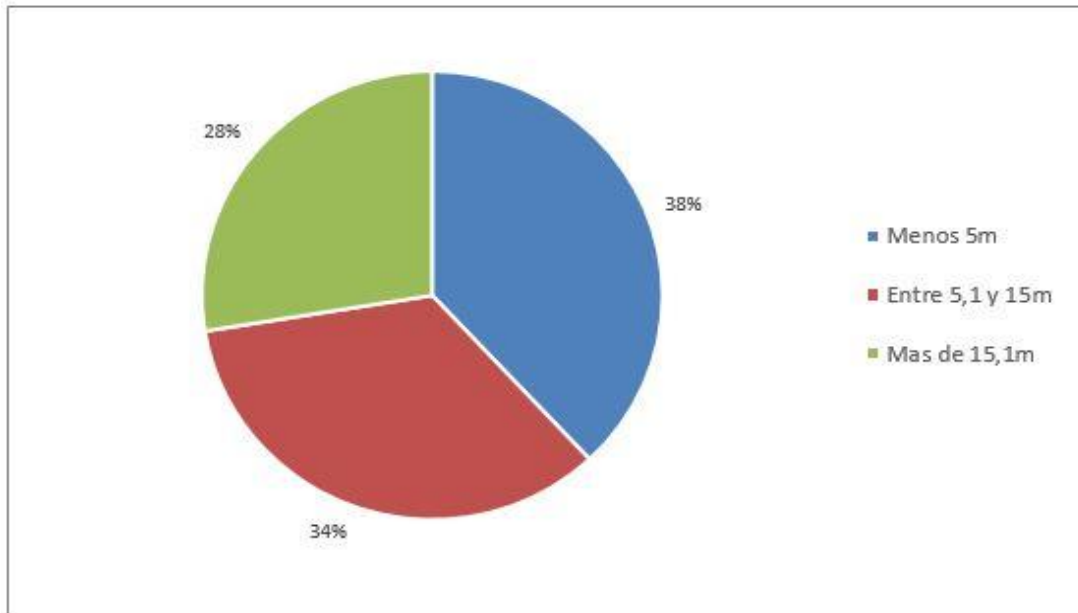
Gráfico N° 9– Porcentaje de árboles correspondientes a las especies identificadas. Relevamiento efectuado sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.



Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la altura de los ejemplares, tomada desde la base al ápice, se determinó que 243 ejemplares correspondieron a menos de 5 m, 220 presentaron entre 5,1 y 15 m y se encontraron 178 con alturas superiores a los 15,1 m. Esta desagregación aportó información, entre otras cosas, para identificar a los árboles que requieren una poda de reducción de altura (Gráfico N°2).

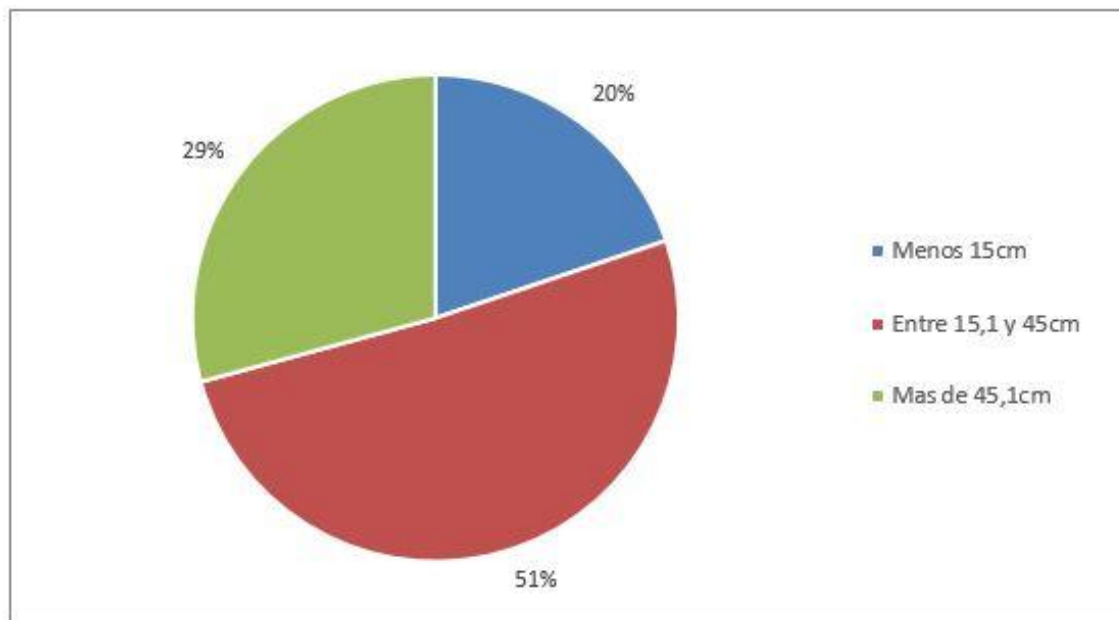
**Gráfico N° 2 10– Porcentaje de árboles correspondientes a los rangos de altura definidos (en metros).
Medición efectuada sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de
Buenos Aires.**



Fuente: elaboración propia.11

Otra característica física del árbol corresponde al diámetro. En este registro individual fueron contabilizados 127 ejemplares con un diámetro menor a 15 centímetros, 326 entre 15,1 y 45 centímetros y 188 mayores a 45,1 centímetros. El diámetro resulta un factor importante ya que es una de las variables vinculadas a la dimensión del árbol y junto con la altura, el estado estructural (inclinación, pudriciones, etc.) y la especie, permiten asignar la categoría de riesgo que le corresponde a cada ejemplar. El gráfico N°3 muestra el porcentaje de ejemplares de acuerdo a su diámetro.

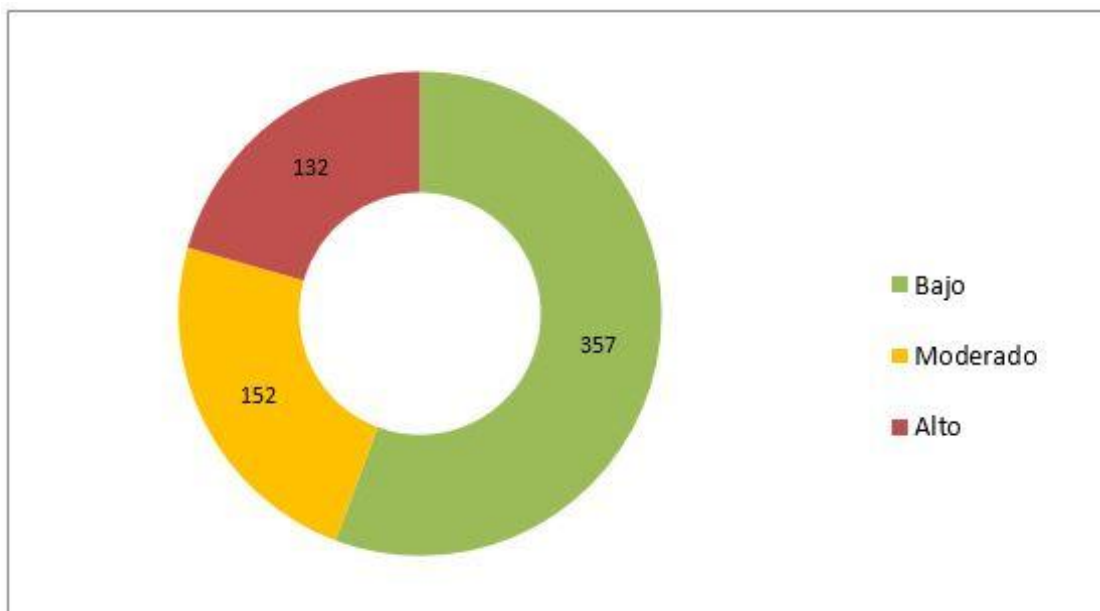
**Gráfico N° 312 – Porcentaje de árboles correspondientes a los rangos de diámetro definidos (en centímetros).
Medición efectuada sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.**



Fuente: elaboración propia.

Como se estableció en la metodología, la planilla también incluyó variables cualitativas que contribuyeron a elaborar, entre otros, las recomendaciones de manejo. Esto fue posible al observar las condiciones de salud de los ejemplares que incluyeron: el vigor y color del follaje, el aspecto general, etc. En este sentido se determinó que, del total de ejemplares, 43 presentaron un estado sanitario bueno, 554 de estado regular y 44 de estado sanitario malo. El gráfico N°4 muestra la cantidad de ejemplares registrados de acuerdo al riesgo percibido.

Gráfico N°413 – Cantidad de árboles correspondientes a las categorías de riesgo definidas. Relevamiento efectuado sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.

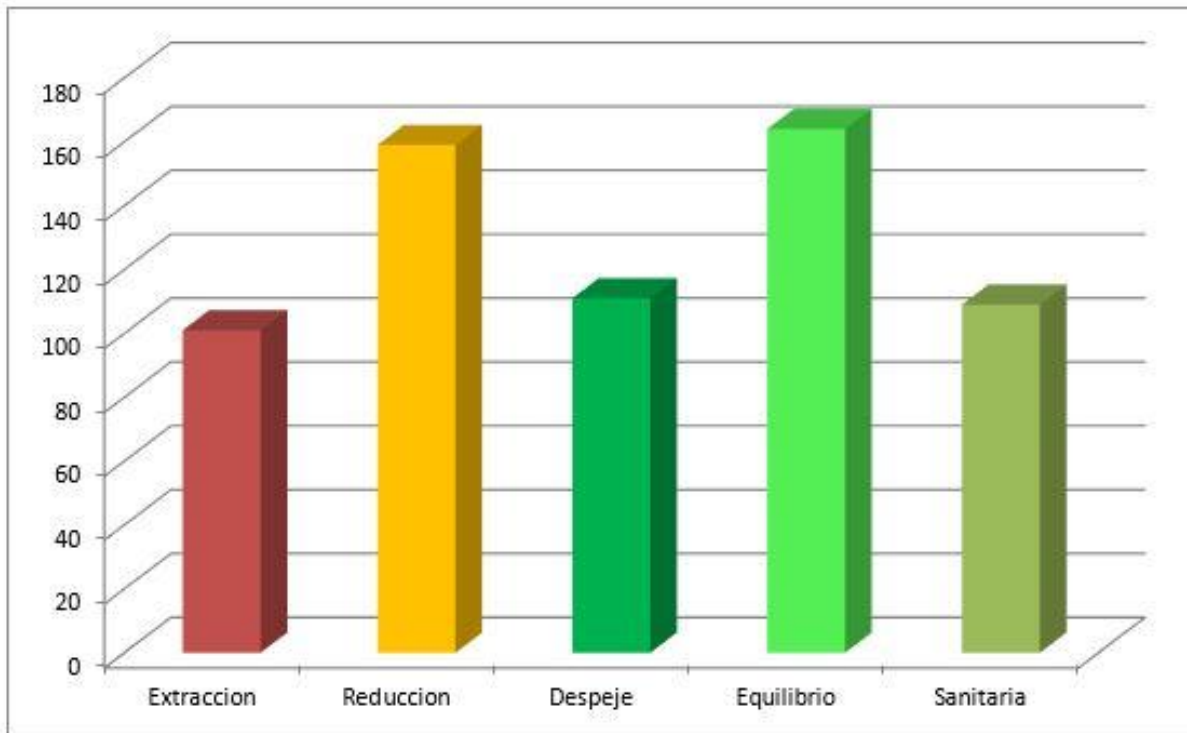


Fuente: elaboración propia.

Las recomendaciones de manejo son sugerencias de potencial uso por parte de la gestión municipal. En este sentido se recomendó la extracción de un árbol cuando se observaron ejemplares muertos y/o secos, o presentaban peligro de caída (riesgo alto) vinculado a daños estructurales graves e irreversibles incluso con prácticas de manejo como la poda. Un total de 110 ejemplares presentaron características que sugieren su extracción. Con respecto a las podas como parte de las recomendaciones de manejo, se dividieron en poda de reducción, de despeje, sanitaria y de equilibrio. La primera de ellas evita la altura excesiva del ejemplar y reduce el riesgo; la de despeje para aquellos ejemplares que obstruyen cables, luminarias, etc.; la poda sanitaria para eliminar ramas secas y decrepitas o bien disminuir la propagación de alguna plaga, y por último la poda de equilibrio, con el objetivo de balancear la copa ya sea por deformaciones o roturas en sus ramas. Teniendo en cuenta lo mencionado, las recomendaciones de poda incluyeron reducción en 159 ejemplares, de despeje en 111, sanitaria en 109 y de balanceo para 164 individuos. El gráfico N°5 permite observar el detalle de las mismas. A excepción de la

extracción del árbol, las recomendaciones pueden ser complementarias y compatibles en cada ejemplar.

Gráfico N°514 – Recomendaciones de manejo: cantidad de ejemplares a intervenir por cada tipo de operación (extracciones o podas). Diagnostico efectuado sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires.



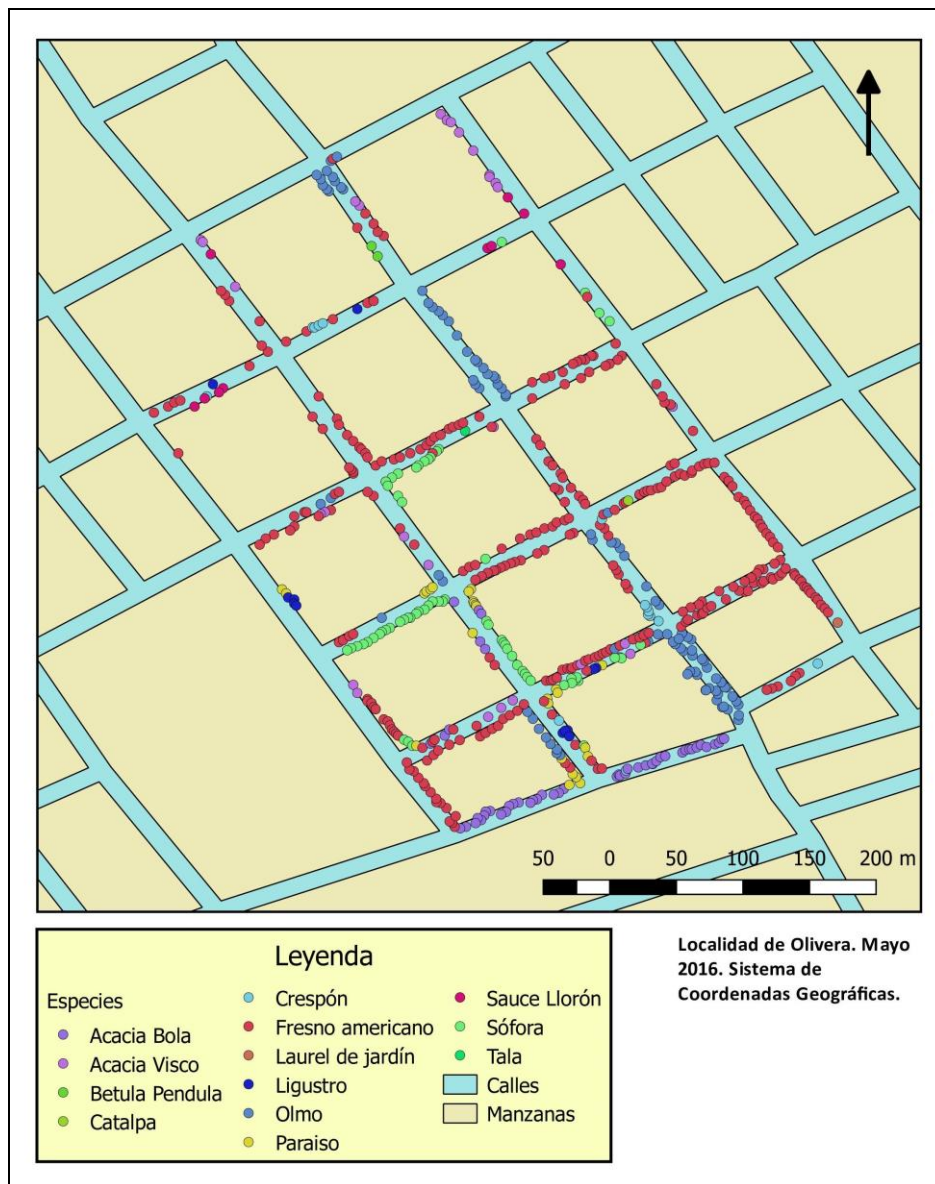
Fuente: elaboración propia.

Cartografía Temática

Cumpliendo con el principal objetivo del estudio se realizó, a partir de la sistematización de los datos y su posterior análisis espacial, la cartografía temática referida al arbolado del área. La misma se compone de cuatro mapas que permiten una síntesis acabada de la distribución de las especies y ejemplares, de los lugares propicios para nuevas forestaciones, la percepción del riesgo y la identificación de aquellos ejemplares que necesitan intervención por parte de las autoridades.

- En el mapa 1 pueden observarse las manzanas de la localidad de Olivera y todos los arboles relevados en el censo, en forma de puntos, caracterizados con un color según las especies identificadas. En el mapa se observa la baja biodiversidad del área, ya que sólo tres especies representan el 75% de los ejemplares censados, y además la distribución de los ejemplares es poco heterogénea (Figura N°10).

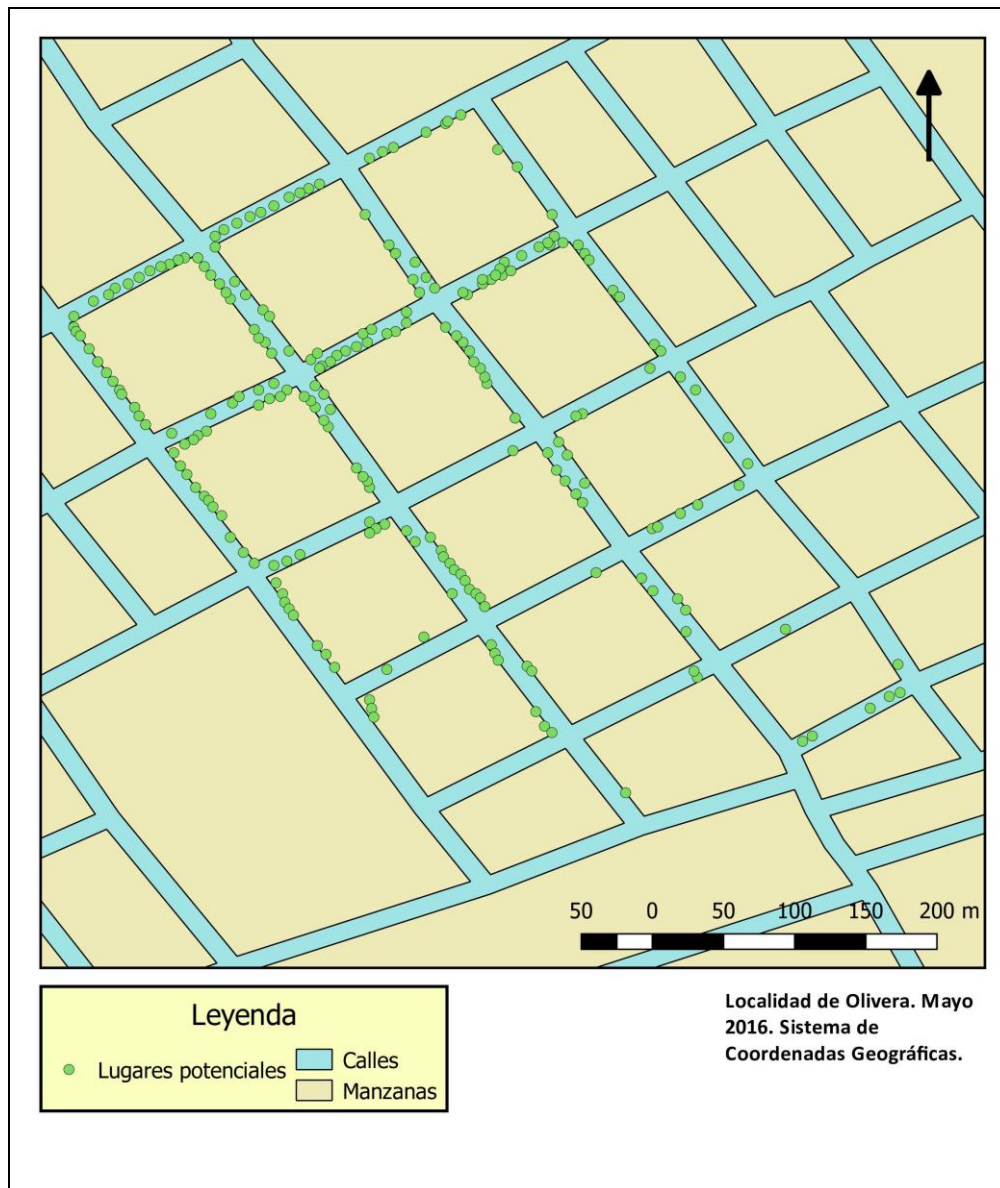
Figura N°1015 – Mapa de ubicación de las especies arbóreas identificadas sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires. Desarrollado en el programa Quantum GIS. Cada punto corresponde a un ejemplar y cada color a una especie diferente.



Fuente: elaboración propia.

- En el mapa 2 se identifican los lugares propicios para nuevos ejemplares. La identificación de estos lugares potenciales se realizó como parte de los requerimientos del proyecto marco. Se observan en formato de puntos, en la figura N° 11, la distribución de estos espacios coincidiendo con las áreas más vulnerables a las inundaciones.

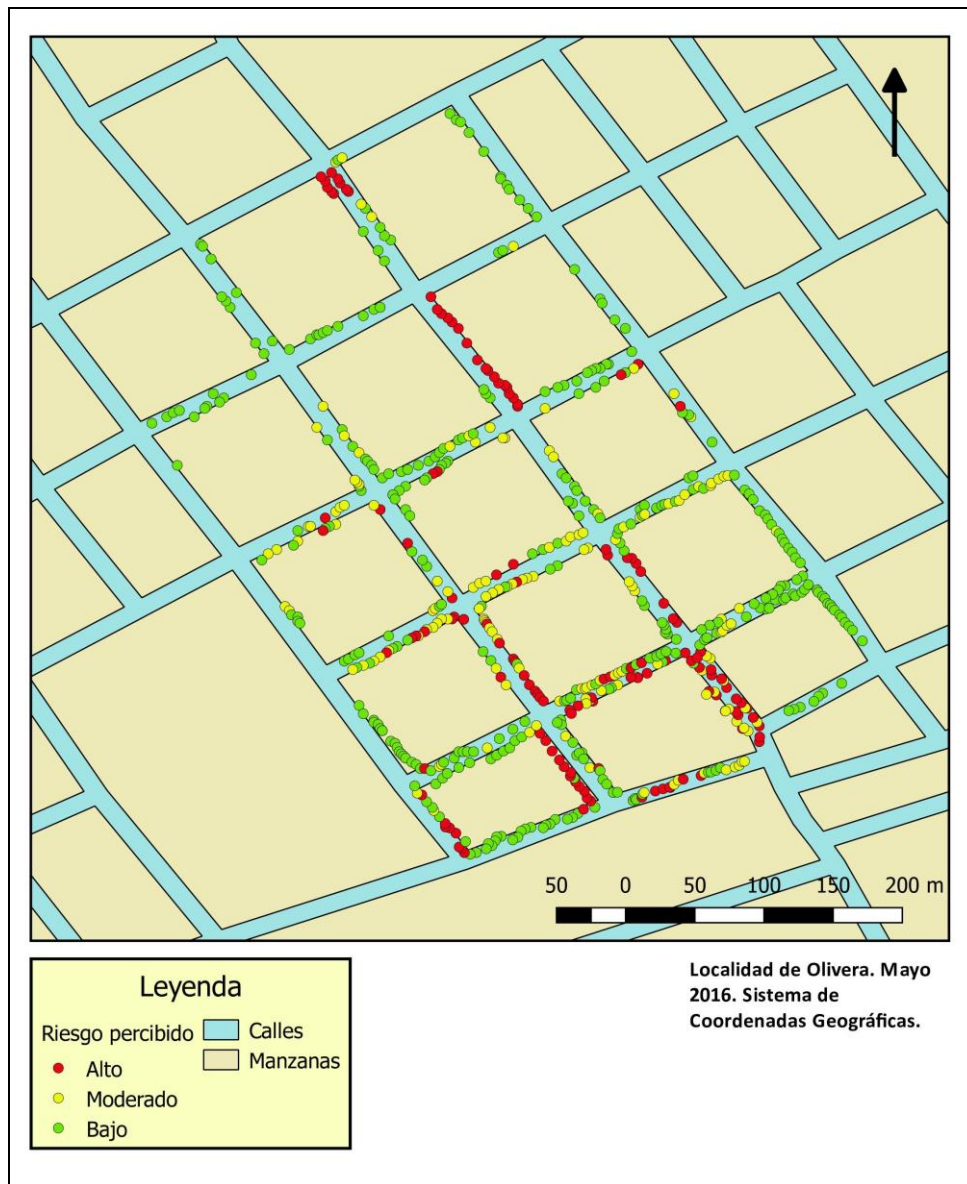
Figura N°1116 – Mapa de ubicación de los sitios potenciales para plantación de nuevos ejemplares arbóreos sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires. Desarrollado en el programa Quantum GIS.



Fuente: elaboración propia.

- En el mapa 3 se identifica la percepción del riesgo registrada para cada ejemplar al momento del censo. Dicha caracterización se dividió en Alto, Moderado y Bajo. Los arboles de percepción de riesgo alta se identificaron en su mayoría sobre la calle principal y en los alrededores de la escuela.

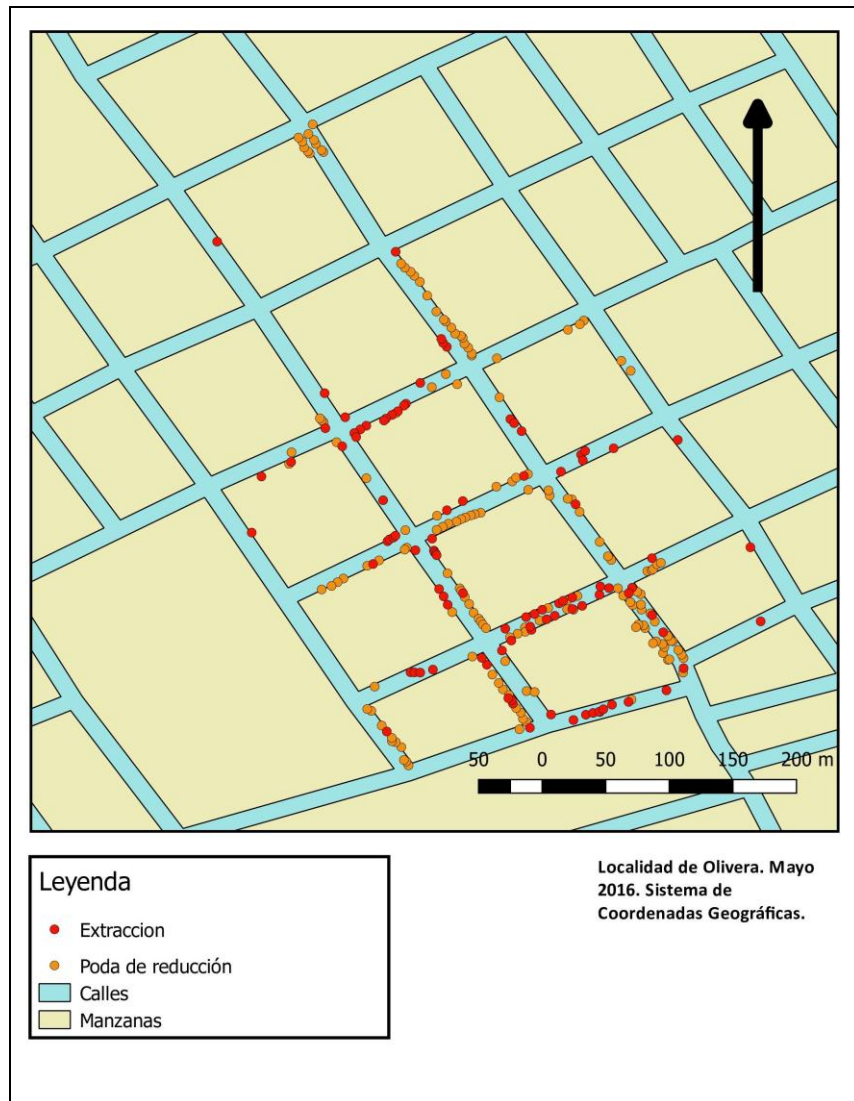
Figura N°1217 - Mapa de ubicación de los árboles según categoría de riesgo sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires. Desarrollado en el programa Quantum GIS. Cada punto corresponde a un ejemplar y cada color a un riesgo distinto.



Fuente: elaboración propia.

- El mapa 4 se muestran a los ejemplares que presentan mayor riesgo. De acuerdo con los requerimientos del municipio, se muestran en este mapa aquellos árboles considerados de intervención prioritaria. Los arboles identificados con el color rojo son los que requieren intervención inmediata ya que poseen un alto riesgo de caída y una altura elevada. Para los ejemplares identificados con el color naranja se sugiere una poda de reducción de altura para disminuir el riesgo de caída o rotura.

Figura N°13 18– Mapa de ubicación de los árboles según la categoría de intervención sobre una muestra de 15 manzanas en la localidad de Olivera, Luján, Provincia de Buenos Aires. Desarrollado en el programa Quantum GIS. Cada punto corresponde a un ejemplar y cada color a una intervención distinta.



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La gestión del arbolado público en los municipios supone un desafío a la hora de administrar los recursos disponibles. Por ello contar con información actualizada de los mismos, representa un avance significativo para la elaboración de planes de manejo. En este sentido las actividades llevadas a cabo en el marco del proyecto suponen un progreso respecto del diagnóstico del arbolado público de Luján.

La elaboración de una planilla con los aspectos característicos de cada ejemplar, el censo realizado a través de las sucesivas visitas a campo, el cual funciono como prueba piloto de la metodología planteada, y la integración de los datos en un SIG resultó una metodología funcional para los objetivos del proyecto. La misma se complementó con toma de puntos GPS y con un registro fotográfico, que permitieron georeferenciar cada uno de los árboles. De esta manera y a partir de los resultados obtenidos, resultó económica, sistemática, de fácil actualización y extrapolable a otras localidades con características similares. La contribución de los software libres de SIG en este sentido resultó ser adecuada.

De los 871 puntos tomados durante el relevamiento, 641 correspondieron a diferentes ejemplares. De ellos el 49 % perteneció al tipo Fresno Americano, que junto con el Olmo y la Sófora representaron el 75 % de los ejemplares censados, mostrando la baja biodiversidad del área de estudio.

Los 230 puntos restantes representaron espacios potenciales para futuras plantaciones. Es importante mencionar que estos espacios coinciden con las zonas más vulnerables a las inundaciones, que de manera recurrente afectan a la localidad.

Las recomendaciones de manejo *in situ* abarcaron cinco tipos de tareas sugeridas al municipio. Resulta inevitable establecer un orden de prioridad con respecto a dichas intervenciones, ya que del trabajo surge que existen árboles añosos, de altura considerable y con una inclinación tal que presentan mayor riesgo a roturas o caídas. Este riesgo se acrecienta si se tiene en cuenta los establecimientos aledaños, como escuelas o lugares públicos, que se observaron durante las recorridas.

La cartografía generada abarcó muchos de los aspectos mencionados, demostrando su valor como herramienta de gestión y planificación en las acciones de manejo por parte del municipio.

Bibliografía

AGUIRRE, Gil De Biedma Esperanza (2005) *Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid*. Madrid, España.

ANALÍS FLORES, Glafiro (2005) “*El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey*”. En revista Ciencia UANL, Vol. VIII, N°1, Páginas 20-32. D.F, México.

ALONSO SARRIA, Francisco y PALAZÓN FERRANDO, José Antonio (2004) *Tecnologías de la Información Geográfica: Territorio y Medio Ambiente*. En Software Libre para SIG, Universidad de Murcia, España.

BÁEZ ISLAS, Araceli y TREJO VALDEZ, Alberto (2011) *Diagnostico Fitosanitario del Arbolado del Parque Alameda Oriente*. D.F, México.

CABRERA, Carranza Carlos (2002) “*Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en lima metropolitana*”. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica 5(9): 47-53. Lima, Perú.

DAVILA MARTINEZ, Francisco Javier (2011) *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de archivos y cartotecas*. Barcelona, España.

DENEGRI, María José (2009) *Características Climáticas de Luján*. Luján, Argentina.

FUENTES, GÓMEZ JOSÉ HUMBERTO. (2005). *Espacios, actores, prácticas e imaginarios urbanos en Mérida, Yucatán, México*. Yucatán. México.

LANSON, Daniel y IGLESIAS, Alicia (2011) “*Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina): imagen y destino turístico. Contribución al análisis de una perspectiva del Patrimonio Territorial*”. En Espacios y destinos turísticos en tiempos de globalización y crisis. Grupo TERAP de la AGE, páginas 261 – 275. Madrid, España.

LEDESMA, Marcela (2008) *Arbolado público. Conceptos. Manejo*. Córdoba, Argentina.

LÓPEZ FALFÁN, Ina Susana (2008) *Arbolado urbano en Mérida, Yucatán y su relación con aspectos socioeconómicos, culturales y de la estructura urbana de la ciudad*. Mérida, México.

LÓPEZ MORENO, Ismael R. Y DÍAZ BETANCOURT, Martha E. (1991). “*Los árboles de las calles de la ciudad de México*”. En López-Moreno, Ismael R. (editor). El arbolado urbano de la zona metropolitana de la ciudad de México. UAM-; MAB-UNESCO, INE A.C. Pp. 14-71. Azcapotzalco, México.

MARTÍNEZ ROJAS, María Antonieta (2005) *Bases para el manejo del arbolado urbano de las principales vías de acceso a la comuna de Maipú, región metropolitana*. Maipú, Chile.

MATHENY, N. y CLARK, J. (1994). “*A Photographic Guide To The Evaluation Of Hazard Trees In Urban Areas*”. 2ª ed. Savoy, IL: International Society of Arboriculture. Florida, Estados Unidos.

RUEDA, Salvador (2010) “*Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz*”. En la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, España. Ámbito 6, páginas 209-252. Barcelona, España.

SANMARCO, Guillermo (2005) *Modulo III: Fortalecimiento de la Educación Ambiental Regional a cargo de la Facultad de Ciencias Forestales*. Santiago del Estero, Argentina.

SINN, G. y WESSOLLY, L. (1989) “*Apreciación objetiva de la estabilidad y de la fragilidad de los árboles*”. México D.F, México.

TOVAR CORZO, Germán (2007) “*Manejo del arbolado urbano en Bogotá*”. En Territorios edición 16. Páginas 149-174, Bogotá, Colombia.

VILLAGRAN, J. J. (2001) “*Gestión del Arbolado Urbano*”. En: Curso de Poda de Árboles Ornamentales. Municipalidad de Mendoza. Mendoza, Argentina.

ZAMUDIO CASTILLO, Erendira (2001) *Análisis del comportamiento del arbolado urbano público durante el período de 1995 y 1999 en la ciudad de Linares, Nuevo León*. Nuevo León, México.

ZOIDO, Florencio. (2000) *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio*. Barcelona, España.