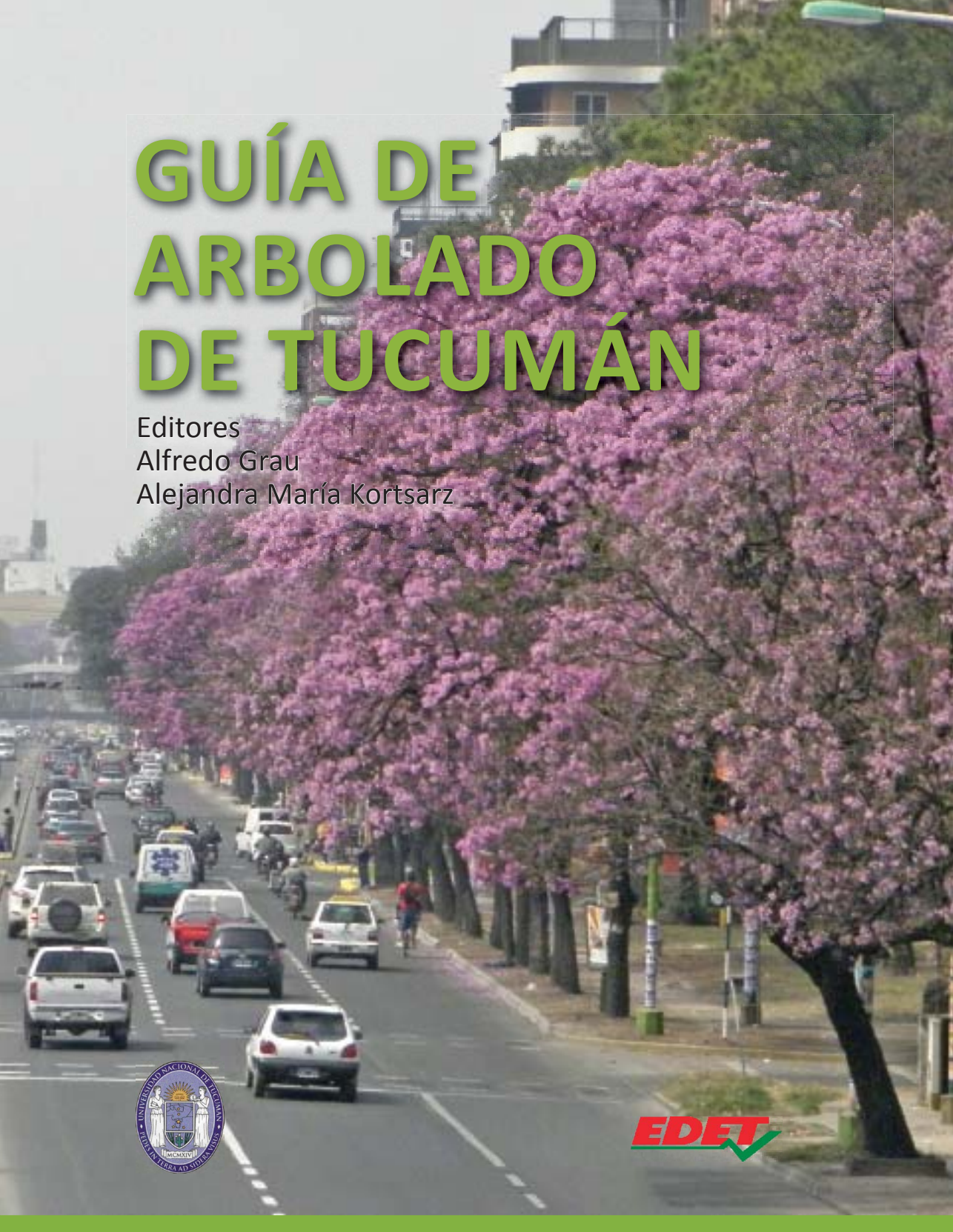
GUÍA DE ARBOLADO DE TUCUMÁN

Editores
Alfredo Grau
Alejandra María Kortsarz



EDET

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN

CPN JUAN ALBERTO CERISOLA
Rector

DRA. ALICIA BARDÓN
Vicerrectora

ABOGADA ANDREA GURAIIB
Directora de la UNe

GUÍA DE ARBOLADO DE TUCUMÁN

Editores

Alfredo Grau

Alejandra María Kortsarz

Grau, Alfredo y Kortsarz, Alejandra María (Editores)

Guía de Arbolado de Tucumán. - 1a ed. - Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, 2012.

256 p. : il. ; 22x17 cm.

ISBN 978-950-554-721-0

1. Urbanismo. 2. Arbolado. 3. Paisajismo. I. Título

CDD 711

Diseño editorial y diagramación: Ana Levy Hynes

Impreso en Argentina
Printed in Argentina
Artes Gráficas Crivelli - Salta

ISBN 978-950-554-721-0

AUTORES

Dr. Lic. Pedro G. Blendinger. Instituto de Ecología Regional. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional de Tucumán. blendinger@birdecology.com.ar

MSc. Ing. Alvaro Bravo. Consultor. Responsable Técnico de Medio Ambiente. Empresa de Distribución Eléctrica de Tucumán S.A. abravo@edetsa.com

MSc. Ing. Alberto José Cabello. Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Instituto de Investigación sobre Luz, Ambiente y Visión. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. acabello@herrera.unt.edu.ar

Arq. Oscar Chelela. Instituto de Historia y Patrimonio. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional de Tucumán. oscarchelela@hotmail.com

Dra. Abogada Ana M. de la Vega de Díaz Ricci. Instituto de Derecho Parlamentario. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Tucumán. estdiazricci@arnetbiz.com.ar

Lic. Antonela Gioia. Instituto de Ecología Regional. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. antonelagioia@yahoo.com.ar

MSc. Lic. Silvia Eugenia Gómez Romero. Cátedra de Diversidad Vegetal 3. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. silvia302055@hotmail.com

Dr. Ing. Agr. Alfredo Grau. Instituto de Ecología Regional. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. graualfredo@gmail.com

Lic. Josefina Haedo. Instituto de Ecología Regional. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. johaedo@gmail.com

Dr. Ing. Carlos Federico Kirschbaum. Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Instituto de Investigación sobre Luz, Ambiente y Visión. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. ckirschbaum@gmail.com

Dra. Lic. Alejandra María Kortsarz. Instituto de Ecología Regional. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. alekort@gmail.com

Ing. Agr. José Lucas. Cátedra de Botánica General. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. chelucas@uolsinectis.com.ar

Dr. Lic. Leonardo Paolini. Instituto de Ecología Regional. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. leopaolini@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Los aportes de varias personas han permitido enriquecer, mejorar y corregir este libro. En especial queremos agradecer a: Julieta Inés Carrizo, Horacio Gayford, Juan Carlos Parajón, Jorge Boggiatto, Leonor Royer, María de Pilar Amenábar, Ricardo Grau, Pablo Octavio Zakelj y Daniel Posse.

La lectura crítica y opinión de Roberto Alfredo Neumann y Ernesto Gallo fueron especialmente importantes para la revisión del texto de los Capítulos 3 y 8.

Esta guía no hubiera sido posible sin el apoyo de la Empresa de Distribución Eléctrica de Tucumán S.A.

ÍNDICE

AUTORES 5

AGRADECIMIENTOS 6

ÍNDICE 7

PRÓLOGO 8

CAPÍTULO 1
BENEFICIOS Y PROBLEMAS DEL ARBOLADO 11

CAPÍTULO 2
ARBOLADO Y CALENTAMIENTO EN EL GRAN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN 17

CAPÍTULO 3
CRITERIOS DE SELECCIÓN 25

CAPÍTULO 4
ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL ARBOLADO 37

CAPÍTULO 5
ÁRBOLES Y SERVICIOS. PARTICULARIDADES DEL SERVICIO ELÉCTRICO 49

CAPÍTULO 6
EL ALUMBRADO PÚBLICO Y LOS ÁRBOLES 69

CAPÍTULO 7
RÉGIMEN JURÍDICO DEL ARBOL PÚBLICO URBANO 97

CAPÍTULO 8
LAS ESPECIES DE ÁRBOLES DE TUCUMÁN 109

CAPÍTULO 9
EL ÁRBOL EN EL PAISAJE 231

CAPÍTULO 10
ARRIBA DE LOS ÁRBOLES URBANOS: PLANTAS EPÍFITAS Y PARÁSITAS 245

CAPÍTULO 11
AVES Y ARBOLADO URBANO EN EL GRAN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN 251

GLOSARIO DE TÉRMINOS BOTÁNICOS 259

ÍNDICE ALFABÉTICO DE ESPECIES 262

PRÓLOGO

Durante millones de años, los seres humanos hemos vivido en contacto estrecho con la naturaleza. Esto seguramente ha dejado una marca profunda en nuestros valores y comportamiento. Casi todos nosotros sentimos placer y paz al estar en un ambiente natural, aunque más no sea por un tiempo breve.

Por otra parte, particularmente en los últimos siglos, los hombres nos hemos ido acomodando en ciudades, en forma creciente. La proporción de ciudadanos urbanos es variable en los distintos países, según su geografía e historia. Argentina, a pesar de sus grandes extensiones, tiene el 92% de su población habitando ciudades y pueblos, y esta proporción va en aumento. Tucumán, la provincia con mayor densidad de población de la república, tiene más de un 80 % de su población urbana y con tendencia también creciente.

Ciertamente, las ciudades tienen ventajas innegables, en cuanto a la cantidad, calidad y particularmente accesibilidad a los distintos servicios y oportunidades que ofrece, salud, educación, trabajo, esparcimiento, cultura, para citar sólo los más destacados. No es extraño entonces que las ciudades hayan crecido enormemente en los últimos siglos, y seguramente muchas lo seguirán haciendo.

Sin embargo, vivir en las ciudades tiene costos importantes, entre los cuales se destaca la transformación drástica del entorno, con consecuencias físicas y sicológicas para los seres humanos. Los árboles son una herramienta útil en esos dos aspectos. Por un lado pueden acercarnos a esos paisajes a los cuales probablemente hemos estado adaptados durante millones de años, y por el otro moderar la agresividad del entorno físico, a veces intolerable, que se ha generado en muchas ciudades o partes de éstas. Muchas personas establecen una relación afectiva con los árboles. Se trata seguramente de una interacción usualmente muy positiva y fácil de estimular, ya que, como se dijo al comienzo, descansa sobre bases sicológicas y biológicas de la naturaleza humana. Sin embargo también es práctico pensar en los árboles como otro elemento más de nuestra infraestructura construida: un techo, una calle, una columna de alumbrado. Se trata de

una “infraestructura verde” que requiere una inversión económica. Si realizamos la inversión adecuada, con las características específicas requeridas y en el lugar correcto, esta nos reportará beneficios por décadas y hasta siglos. Tal vez este es el planteo más adecuado para aquellos que no sienten una particular afinidad por los árboles.

La concentración de edificios y cemento hace que las ciudades capten energía solar y la transformen en calor, lo que lleva a un incremento, a veces muy notable, de la temperatura con respecto a las zonas no urbanas cercanas. Este fenómeno es conocido como “isla de calor” de las ciudades, y en el Gran San Miguel de Tucumán significa que la temperatura del aire en el centro de la ciudad puede estar 6°C por encima de la temperatura de la periferia no urbana. Por otra parte, existen cada vez más evidencias de que toda la tierra está en un proceso de calentamiento, aunque resulte todavía difícil precisar la escala de este fenómeno. Pero es obvio, que la situación en la mayor parte del territorio tucumano y particularmente sus ciudades, ya terriblemente calientes durante semanas o meses, no puede más que empeorar. El arbolado y su manejo son entonces, herramientas esenciales, imprescindibles y económicas para moderar este fenómeno.

A pesar de ser la más densamente poblada de Argentina, la provincia de Tucumán se encuentra cubierta, en más de un tercio de su superficie, por árboles. Este es el resultado por un lado, de su relieve montañoso, y por el otro, de condiciones muy favorables para el crecimiento de los árboles. Sin embargo no estamos aprovechando estas condiciones plenamente. Muchos sectores del Gran San Miguel de Tucumán, y poblaciones del interior tienen deficiencias marcadas en su arbolado, en la abundancia, el diseño, el manejo y la selección de especies. El objetivo central de este libro es aportar ideas y herramientas, desde las distintas áreas involucradas, para ayudar a resolver, con el tiempo, esas deficiencias, armonizando el arbolado con las distintas estructuras urbanas, obras de infraestuctura y caminos con que cuenta la provincia.

Alfredo Grau y Alejandra María Kortsarz

CAPÍTULO 1

BENEFICIOS Y PROBLEMAS DEL ARBOLADO

Alfredo Grau y Alejandra María Kortsarz

REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA

La reducción de la temperatura es generalmente el efecto físico más relevante del arbolado urbano. Un efecto directo de reducción de la temperatura está dado por el sombreado, que modera significativamente el calentamiento de edificios, pavimento y vehículos estacionados. Esta reducción es particularmente importante en el clima subtropical de Tucumán, como se verá en el capítulo siguiente. Tiene un resultado inmediato en el bienestar de los habitantes y también un impacto significativo en el ahorro de energía para refrigeración de casas, edificios y vehículos. Este efecto se refleja también en el mediano y largo plazo, incrementando la vida útil y reduciendo los costos de reparación y mantenimiento del pavimento, tanto asfáltico como de concreto, superficies pintadas, plásticas y en general, en todas las estructuras y superficies expuestas. La mayoría de estas superficies actúan como "baterías térmicas", acumulando calor durante el día, el que es liberado durante la noche retardando el proceso natural de enfriamiento nocturno del ambiente.

La transpiración del follaje también tiene un acción refrigerante, aunque proporcionalmente menos importante que la intercepción de la radiación solar.

Por último, los árboles tienen una acción de fijación de CO_2 atmosférico, uno de los gases que contribuyen al efecto invernadero, moderando en consecuencia, aunque en una escala pequeña, el calentamiento global. Más relevante todavía que esta fijación directa de CO_2, es la menor liberación de CO_2 por parte de las centrales eléctricas que consumen combustibles fósiles, al reducirse la temperatura media. Por ello muchas ciudades del mundo han comenzado a considerar este aspecto en sus planes y presupuestos, en algunos casos implementando esquemas con bonos de carbono.

RETENCIÓN DE POLVO Y ABSORCIÓN DE GASES CONTAMINANTES

Además de fijar CO_2 y transformarlo en materia viva, el follaje de los árboles tiene una reconocida acción de filtrado de distintos tipos de gases, especialmente óxidos de nitrógeno y óxido de azufre provenientes principalmente de los escapes de los distintos vehículos que recorren una ciudad. Las características climáticas y geográficas determinan que el aire de Tucumán posea gran cantidad de partículas de polvo en suspensión. El follaje de los árboles cumple un rol muy importante interceptando una proporción significativa de estas partículas. Es probable que en las condiciones de nuestra provincia la intercepción de polvo sea más relevante que la absorción de gases contaminantes. El efecto negativo de polvo y gases es particularmente importante en niños y ancianos, quienes son más susceptibles que el promedio de la población a desarrollar enfermedades como respuesta a estos contaminantes. Los contaminantes gaseosos y el polvo atmosférico irritan e inflaman las vías respiratorias y los pulmones. La exposición perma-

nente a estos contaminantes puede causar daños crónicos en la salud de la población y/o agravar condiciones pre-existentes.

REDUCCIÓN DEL RUIDO

La reducción del ruido, principalmente generado por el tránsito vehicular, es mencionada como uno de los beneficios de los árboles urbanos. Se conoce a ciencia cierta la capacidad de la vegetación de filtrar el ruido, en función de su densidad y disposición. Sin embargo no existen muchos estudios recientes que cuantifiquen este fenómeno. Es probable que sea un efecto modesto, que no obstante, no debe ser despreciado.

INTERCEPCIÓN DE LA LLUVIA

Los árboles funcionan normalmente interceptando una porción importante de las lluvias, facilitando su infiltración y limitando la escorrentía. Esta intercepción puede ser total, cuando las lluvias son poco intensas y breves, y se reduce progresivamente a medida que aumenta la intensidad y duración. La intercepción e infiltración reducen la erosión causada por el impacto directo de las precipitaciones sobre el suelo.

CALIDAD DE VIDA PARA LOS CIUDADANOS

Los árboles urbanos y suburbanos son elementos esenciales en el carácter de las zonas pobladas. Tienen la capacidad de transformar las ciudades, aportando beneficios ambientales, estéticos, culturales y económicos. Son esenciales en aportar una “personalidad” a las ciudades, dando una sensación de lugar y pertenencia. Muchas ciudades del mundo están caracterizadas por especies particulares de árboles: plátanos en Paris y Nueva York, tilos en Berlín, o nuestros conocidos tarcos o jacarandás en Pretoria, Sudáfrica, una ciudad subtropical como la nuestra; indudablemente, Tucumán no sería la misma sin los lapachos. El arbolado cumple un rol relevante en el atractivo turístico de una localidad.

En países con estructura económica más estable que la nuestra se ha llegado a cuantificar también el incremento en el valor de las propiedades, atribuible al arbolado urbano. Más aún se ha demostrado estadísticamente una asociación entre arbolado y reducción en la tasa de criminalidad.

HÁBITAT NATURAL DENTRO DE UN SISTEMA ARTIFICIAL

El arbolado es una fuente de recursos y refugio para la fauna urbana. Provee hábitat para pájaros e insectos, y otros animales. En el clima de Tucumán, existe además un repertorio de plantas epífitas, que prosperan en los troncos y copas de los árboles, incrementando sustancialmente la biodiversidad. Este conjunto de seres vivos seguramente contribuye a la percepción positiva que tienen muchas personas.

LOS ÁRBOLES NO SON PERFECTOS

Aunque los árboles son un elemento esencial en las calles, las situaciones son con frecuencia complejas y conflictivas. No existe eso que podría llamarse un árbol perfecto, que cumple con todos los criterios ideales de selección. Los árboles son seres vivos que presentan una gran variedad de aspectos, y modifican su funcionamiento y forma en respuesta a distintos estímulos a los que están sometidos en los am-

bientes poblados. Los árboles en estos ambientes están en un contexto artificial, muy diferente de lo que sería su hábitat natural. En estas condiciones es esperable que existan aspectos negativos asociados a ellos.

CAÍDA DE RAMAS Y ÁRBOLES

Aunque Tucumán no se caracteriza por un clima ventoso, con regularidad anual se producen eventos breves de vientos extremadamente violentos que dañan o derriban árboles. Sin embargo la mayoría de estas caídas están asociadas a problemas sanitarios y estructurales de los árboles que pueden ser prevenidos y manejados, a través de una selección de especies, ubicación adecuada, poda y extracción preventiva.

CAÍDA DE HOJAS Y FRUTOS

Todas las especies arbóreas pierden hojas a lo largo de su ciclo de vida, y muchas sufren también caídas importantes de flores y frutos en forma regular. Este problema puede manejarse en parte con una adecuada selección de las especies.

DAÑO A PAVIMENTO, VEREDAS Y CONDUCTOS

Las raíces de los árboles tienen un gran desarrollo subterráneo, proporcional al que se observa en la copa. Son capaces de generar grandes presiones y, con el tiempo, ejercer un impacto destructivo sobre distintos elementos construidos. No todas las especies tienen las mismas características en sus raíces, y los problemas pueden manejarse con una adecuada selección de especies, su correcta ubicación y el uso de técnicas constructivas apropiadas.

INTERACCIÓN CON EL CABLEADO ELÉCTRICO, TELEFÓNICO Y OTROS

La disponibilidad de energía eléctrica y comunicaciones son dos elementos esenciales de la vida urbana. Desafortunadamente, la mayor parte de estos servicios se distribuyen en forma aérea, compartiendo en buena medida el espacio con los árboles. En la ciudad de Nueva York por ejemplo, el 35% de los árboles crece debajo del cableado eléctrico, y se considera que puede potencialmente entrar en conflicto. Esta situación se repite en la gran mayoría de las ciudades del mundo. En modo similar a los conflictos causados por las raíces de los árboles, los problemas con el cableado deben encararse a través de la selección adecuada de especies y un manejo racional y técnico de la poda.

ALERGIAS

Existen determinadas especies que tienen capacidad para causar alergias, particularmente aquellas que producen gran cantidad de polen. Pero la mayoría son inofensivas en este aspecto. Por otro lado, no solamente los árboles presentan este fenómeno. Los pastos también son una fuente importante de polen alergénico.

EXCESO DE SOMBREADO

Así como en primavera avanzada y verano los árboles son literalmente una bendición, durante el período frio del año la sombra puede ser indeseable. Existe un número importante de especies que mantienen el follaje durante todo el año, o la mayor parte de él. En este caso la selección de especies adecuadas y su adecuada ubicación espacial son claves para manejar el problema.

LITERATURA

Anónimo. Calculating Tree Benefits for New York City. http://www.nycgovparks.org/sub_your_park/trees_greenstreets/images/treecount_report.pdf.

Donovan G.H. and J.P. Prestemon 2010. The Effect of Trees on Crime in Portland, Oregon. Environment and Behavior. http://actrees.org/files/Research/trees_crime_portland_donovan.pdf

Hernández Palma, H.J. Vegetación urbana en Santiago de Chile. www.revistas.uchile.cl/index.php/RU/article/viewFile/272/218.

Zsabo M. Árboles de Santo Domingo http://www.intec.edu.do/arbolado/arbolado_documentos.htm.

Municipalidad de Buenos Aires. http://www.buenosaires.gov.ar/areas/espacio_publico/mantenimiento_urbano/espacios_verdes/arbolado_urbano.php?menu_id=32913.

CAPÍTULO 2

ARBOLADO Y CALENTAMIENTO EN EL GRAN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

Leonardo Paolini y Antonella Gioia

El clima urbano es una consecuencia de las características geográficas regionales, locales y urbanas. La ausencia o disminución de vegetación en áreas urbanizadas y la impermeabilización del suelo causada por las edificaciones, contribuye a un aumento de la temperatura de superficie generando un fenómeno conocido como **Isla de Calor Urbana (ICU)**. La ICU describe la **diferencia entre las temperaturas en zonas urbanas y rurales**, señalando que la temperatura del aire en un área urbanizada es varios grados más elevada que en las áreas aledañas no urbanizadas. Esta diferencia es más evidente durante la noche, debido a que mientras en las zonas rurales la temperatura comienza a disminuir a partir de la puesta del sol, en las zonas urbanas las edificaciones liberan durante la noche buena parte del calor que acumularon durante el día, no permitiendo que la temperatura descienda tanto. Este fenómeno de calor urbano también puede ser caracterizado por la temperatura de superficie, dando lugar a la aparición de un nuevo fenómeno asociado conocido como **Isla de Calor Urbana Superficial (ICUS)**. Las superficies se calientan y enfrían más rápidamente que el aire, por lo que las máximas temperaturas de superficie se observan durante el mediodía en contraposición a la noche para las temperaturas del aire y reflejan mejor la relación entre el tipo de cobertura del suelo y aumento de temperatura. La ICUS es el mejor caso documentado de modificación del clima por el hombre, directamente relacionado con la cobertura vegetal y la utilización de energía. Precisamente, el uso a gran escala de materiales impermeables en las superficies urbanas, provoca que las precipitaciones escurran rápidamente, por lo cual se reduce drásticamente la evaporación. Esto genera más energía disponible para las emisiones de onda larga, alterando localmente el flujo de **calor sensible** (calor transferido a la atmósfera) y de **calor latente** (empleado por el agua en la evaporación para cambiar de estado). El arbolado urbano puede influir decisivamente en la ICUS, modificando el efecto de variables ambientales tales como radiación solar, temperatura de superficie, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento, reduciendo el calentamiento de las superficies por la radiación solar, enfriando el aire por evapotranspiración y reduciendo la velocidad del viento.

El Noroeste Argentino se caracteriza por una notable estacionalidad climática. Las lluvias se concentran en un 80% o más entre diciembre y marzo. El otoño, aunque no es muy lluvioso, se caracteriza por un número elevado de días nublados. Lo contrario sucede en invierno y primavera, período en el cual las lluvias pueden ser escasas o aún nulas. Es a fines de primavera cuando con mayor frecuencia se experimentan períodos sin lluvias extremadamente calurosos. Esta situación climática natural se suma al fenómeno de la ICU, creando condiciones de temperaturas elevadas extremas.

EL CALENTAMIENTO VISTO DESDE EL ESPACIO

Una manera gráfica de analizar el efecto de la vegetación sobre la temperatura es emplear imágenes tomadas por satélites. Un tipo de estas imágenes muestra el llamado **NDVI** (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), que es un **índice de vegetación** comúnmente usado, basado en las propiedades de las plantas de reflejar luz en las longitudes de onda del rojo y el infrarrojo-cercano. Las hojas verdes (fotosintéticamente activas) de las plantas tienen baja capacidad de reflejar luz en las regiones visibles del espectro electromagnético, debido a la fuerte absorción que se produce en la parte in-

Figura 2.1. Imagen de NDVI del 2 de marzo del 2009, (11:00 AM, hora local) del área de estudio (S. M. de Tucumán – Yerba Buena), el pedemonte y la base de la Sierra de San Javier, obtenida del satélite Landsat TM. Tonos claros significan mayor cobertura vegetal, mientras que tonos oscuros significan mayor densidad de edificación, pavimento o suelo desnudo.

terna de la misma (en el llamado **mesófilo**). En cambio, en la región del infrarrojo-cercano, no visible para los humanos, las hojas exhiben alta capacidad de reflejar. De esta manera, valores mas altos de NDVI (más cercanos a 1) implican mayor vegetación y valores mas bajos de NDVI (más cercanos a -1) indican escasa o nula cobertura vegetal. La temperatura promedio de una zona puede ser por su parte captada directamente por los sensores de determinados satélites y expresada en grados centígrados. Las Figuras 2.1 y 2.2 muestran que cuanto menor es la cobertura de vegetación, es decir mayor la superficie edificada, mayor resulta la temperatura de superficie. Lo mismo puede apreciarse en una escala más detallada en la Figura 2.3.

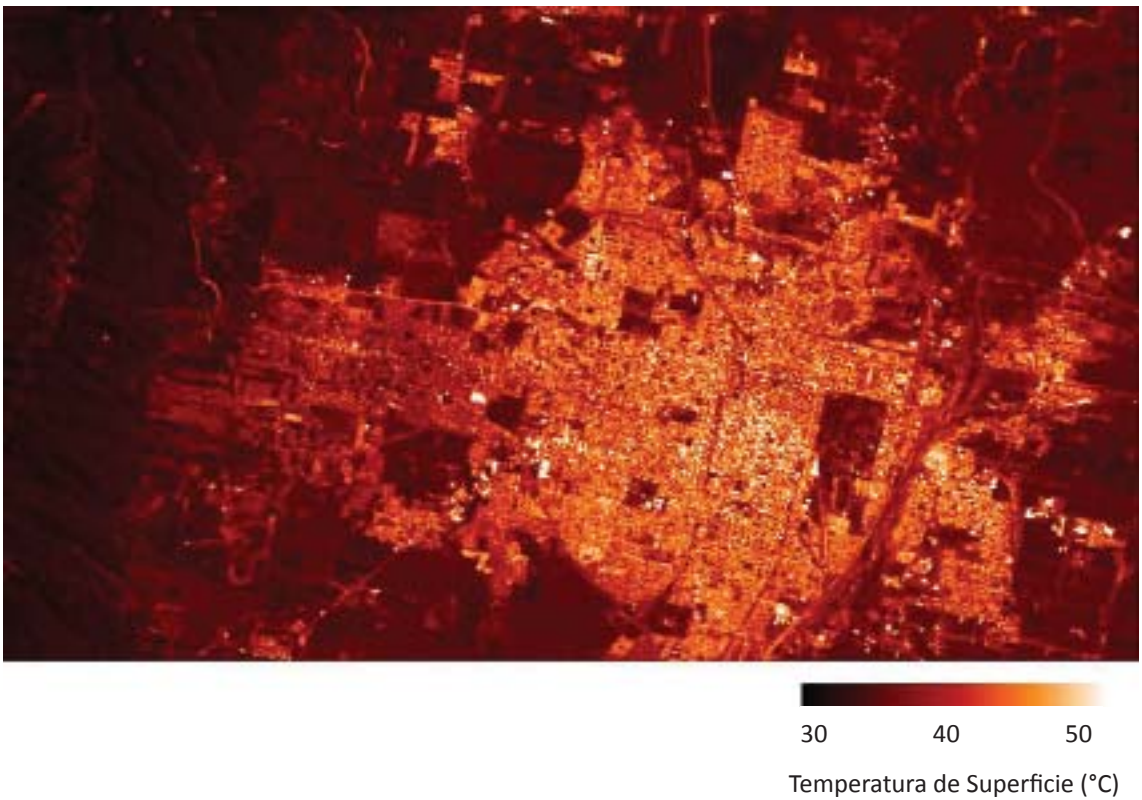


Figura 2.2. Imagen de Temperatura Superficial Terrestre del día 2 de marzo de 2009 (11:00 AM, hora local) del área de estudio (S. M. de Tucumán – Yerba Buena) y el pedemonte de la Sierra de San Javier, obtenida del satélite Landsat TM. Puede verse que la zona central de San Miguel de Tucumán presenta un color rojo más intenso, que significa valores cercanos o superiores a 40°C, mientras que en la periferia, particularmente hacia el Oeste, en dirección a la Sierra de San Javier, los colores se vuelven más claros, lo que indica temperaturas de superficie cercanas a 30°C.

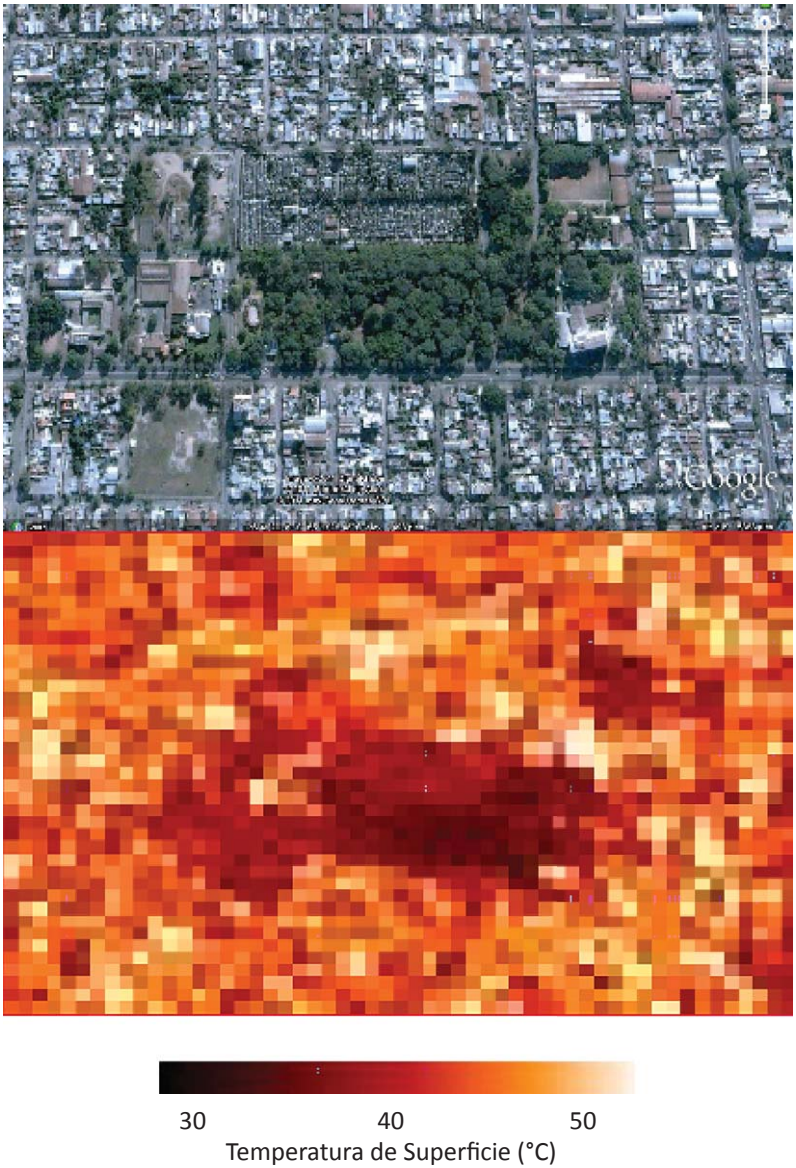


Figura 2.3. Detalle del parque Avellaneda y cementerio del Oeste, donde puede verse que las temperaturas de superficie son más bajas (rojo oscuro) en los sectores cubiertos por árboles o césped, mientras que son particularmente elevadas (colores más claros) en el sector del cementerio, donde la cobertura con cemento es muy elevada.

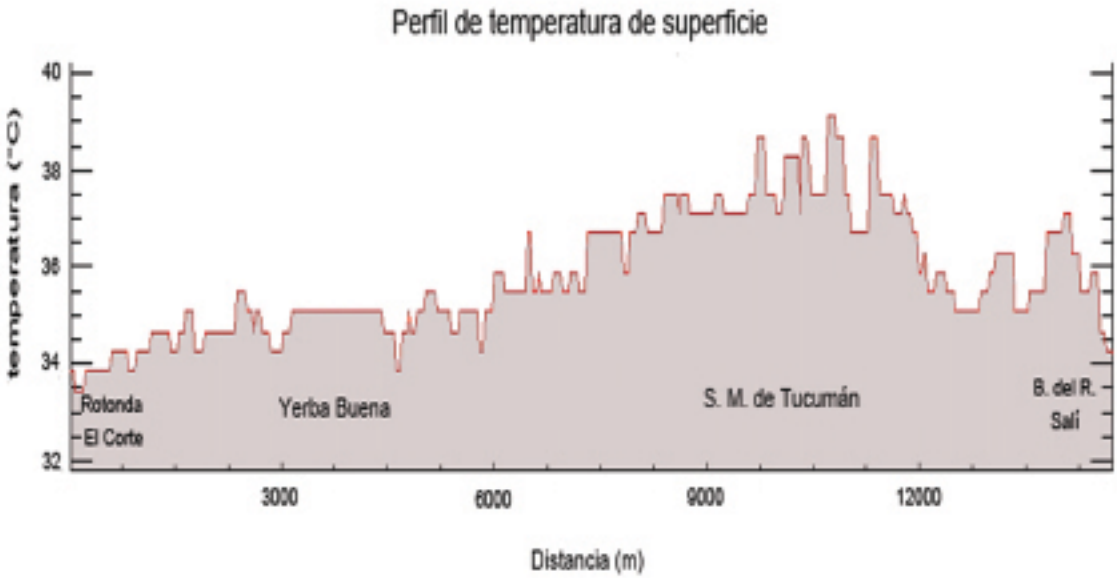
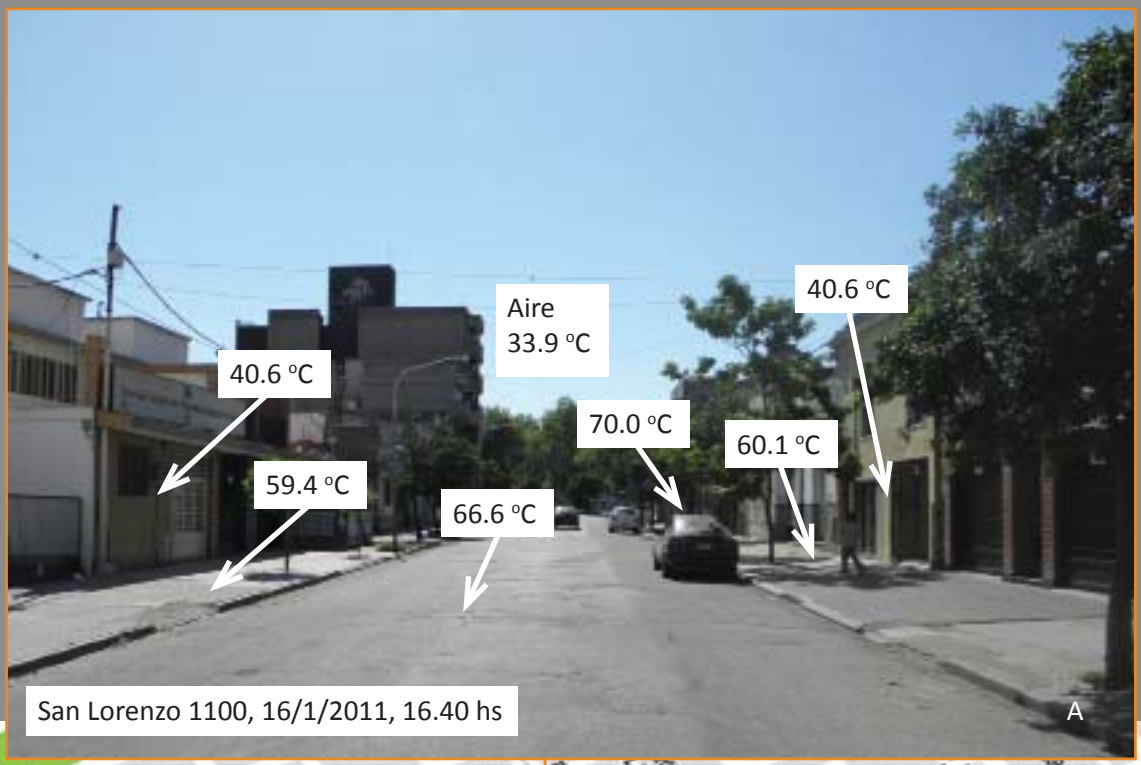


Figura 2.4. Perfil de temperatura de superficie a lo largo del gradiente de urbanización Oeste-Este (Yerba Buena-S.M. de Tucumán).

Las ciudades no están edificadas por igual en toda su área; esta diferencia en la densidad de edificaciones también se ve reflejada en el comportamiento de la temperatura de superficie. A medida que disminuyen las edificaciones (generalmente hacia la periferia de las ciudades), aumenta la cobertura vegetal, sobre todo en ecosistemas tropicales y subtropicales con abundante cobertura vegetal natural. Esto hace que por un lado se retenga menos calor en las estructuras urbanas y por otro que reduzca el sobrecalentamiento debido precisamente, al aumento de vegetación. Este patrón se puede apreciar claramente en la Figura 2.4, donde se ven las variaciones de la temperatura de superficie a lo largo de un eje O→E desde la rotonda al pie del cerro San Javier en Yerba Buena, atravesando la ciudad de San Miguel de Tucumán llegando a la ciudad Banda del Río Salí.



Los valores de temperatura de superficie indicados en las imágenes de satélite se asemejan a las temperaturas del aire en la zona en cuestión. Sin embargo, si consideramos la temperatura a que está sometida una superficie de cemento, asfalto, un automóvil estacionado o una persona, expuestos directamente al sol, esta puede ser mucho más elevada, y superar en decenas de grados a la temperatura del aire en el lugar considerado, como lo muestran las Figuras 2.5 A y 2.5 B.

LITERATURA

Akbari, H., Pomerantz, M., Taha, H. 2001. Cool surface and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. Sol. Energy. 70, 259–310.

Gioia, A. 2010. Relación entre vegetación y temperatura de superficie a lo largo de un gradiente de urbanización en el Gran San Miguel de Tucumán, Argentina. Tesina de grado. Universidad Nacional de Tucumán.

Imhoff, M., Zhang, P., Wolfe R.E., Bounoua, L. 2009.

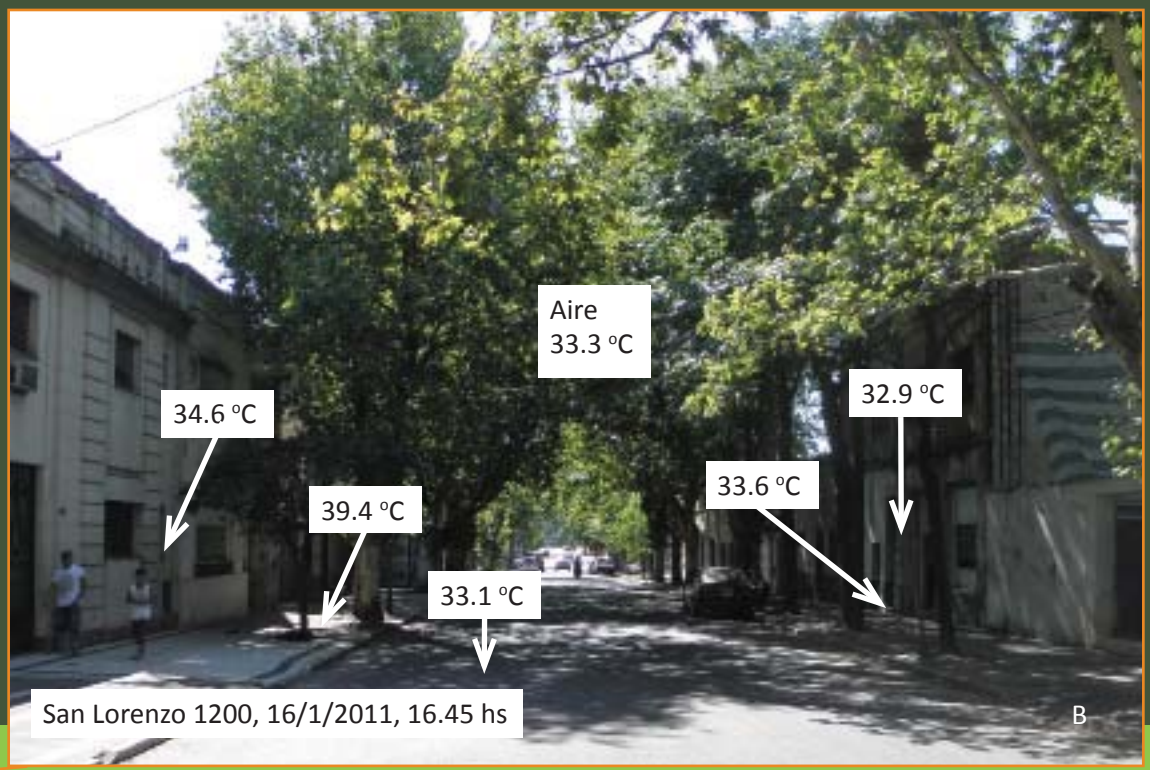


Figura 2.5 A y B. Temperatura de distintas superficies medidas con un termómetro infrarrojo en dos cuadras contiguas de una calle céntrica de San Miguel de Tucumán durante el mes de enero. Mientras que la temperatura del aire es bastante similar en ambos casos (menos de un grado de diferencia), la temperatura de las superficies muestra diferencias drásticas. En una calle con un arbolado pobre, un transeúnte o un automóvil estacionado se ven sometidos no sólo a la radiación solar directa, sino también a la radiación de todas las superficies cercanas, que como se observa en la figura 2.5 A pueden ser superiores en más de 30°C a superficies similares sombreadas.

Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. Remote Sens. Environ. 114, 504-513.

Kuttler, W. 2008. The Urban Climate – Basic and Applied Aspects. Urban Ecol. 3, 233-248.

Oke, TR. 1997. Urban climates and global change, in: Perry, A., Thompson, R. (Eds), Applied climatology: principles and practices, Routledge, London. 273–287.

Pickett, S.T.A., Cadenasso M.L., Grove, J.M., Nilon, C.H., Pouyat, R.V., Zipperer, W.C., Costanza, R. 2001. Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas. Annu. Rev. Ecol. Syst. 32, 127-157.

Tucker, C.J., Sellers, P.J. 1986. Satellite remote sensing of primary production. Int. J. Remote Sens. 7, 1395–1416.

West, P.C., Narisma, G.T., Barford, C.C., Kucharik, C.J., Foley, J.A. 2011. An alternative approach for quantifying climate regulation by ecosystems. Front. Ecol. Environ. 9, 126-133.

Budweiser
PEPSI
PEPSI

CAPÍTULO 3

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Alfredo Grau y Carlos Kirschbaum

El establecimiento de criterios de selección de árboles para ambientes urbanos y suburbanos, particularmente en veredas, es una práctica relativamente reciente. En el pasado lo que definía, y frecuentemente aún en la actualidad, lo que define la selección es la disponibilidad, asociada a la facilidad de propagación y la velocidad de crecimiento, sin considerar si se trata de la especie apropiada en el largo plazo.

Es diferente el tipo de especie a seleccionar según si el objetivo es meramente estético, paisajístico o funcional. Dentro de los criterios funcionales de selección pueden mencionarse:

Historial de buen rendimiento en las condiciones de la localidad. Es conveniente aprovechar las especies que ya se han empleado en la localidad, y han demostrado un buen comportamiento.

Disponibilidad de suministro. Como se mencionó más arriba, este puede ser por necesidad el criterio decisivo. Es importante que la especie a implantar esté rápidamente disponible en los viveros locales. Ello suele implicar que haya provisión de semilla o material de propagación y que la multiplicación sea relativamente sencilla. Es conveniente además que la especie tenga buena tolerancia a la vida en vivero, es decir que no sufra malformaciones irreversibles durante esa etapa, y que tolere el trasplante en edad avanzada. Más aún, generalmente es preferible tener material que haya permanecido un buen tiempo en vivero, para que una vez adquirido buen tamaño y acumulado reservas, pueda establecerse y crecer rápidamente. La velocidad y vigor del crecimiento precoz son elementos críticos para superar un período inicial de alta sensibilidad al vandalismo.

Características de frutos y hojas aceptables. Tanto frutos como hojas caídas representan siempre un problema de limpieza. El mismo debe ser lo más moderado y manejable posible. Baja o nula producción de frutos es ideal, pero este carácter suele ir asociado a problemas de propagación y consecuentemente suministro limitado.

Pérdida de follaje en invierno. Si bien el sombreado es uno de los objetivos centrales del arbolado urbano, existen períodos del año durante los cuales este es indeseable, ya que la insolación puede ser necesaria durante la estación fría. En este sentido, las especies de hojas caducas tienen una ventaja sobre las de follaje perenne, que deben ser tenidas en cuenta en estas circunstancias.

Baja tendencia a la rotura y caída de ramas. Las distintas especies de árboles tienen diferencias marcadas en cuanto a la resistencia mecánica de su madera y la tolerancia al ataque de patógenos o plagas. Estos son parámetros esenciales a evaluar que definen la probabilidad y la frecuencia con que se producirán problemas.

Longevidad. Muchos de los costos de los árboles urbanos están asociados al establecimiento inicial, y al manejo y mantenimiento, cuando se trata de ejemplares sobremaduros, es decir aquellos que muestras síntomas de envejecimiento como ramas muertas, podredumbre de raíces y centro del tronco agujereado. Es conveniente usar especies longevas, con buena sanidad para reducir los costos.

Bajo potencial para afectar pavimento y veredas. Los ambientes construidos representan usualmente condiciones estresantes y limitantes para los sistemas de raíces arbóreas. En este sentido son críticas las dimensiones de las tazas y las características de las veredas. Todas las especies pueden requerir, más tarde o temprano un mínimo nivel de adecuación con el paso de los años, dentro de las medidas de mantenimiento. Sin embargo es importante evitar, o emplear sólo en condiciones apropiadas, una serie de especies reconocidas por su sistema radicular vigoroso y superficial.

Bajo riesgo de transformarse en una especie invasora. Existen numerosos ejemplos en el mundo y en el NOA, de especies introducidas como árboles urbanos u ornamentales, que se han transformado en malezas en campos de pastoreo y bosques naturales.

ARBOLES NATIVOS VS. ARBOLES EXÓTICOS

En ciertos casos se plantea el debate al momento de la selección de especies, entre las nativas, es decir aquellas que crecían o crecen originalmente en la región, y las exóticas, que son las que provienen de otras regiones o países. A favor de las especies nativas se menciona su adaptación al clima y suelos locales, y a su vez la adaptación de distintas especies de animales nativos a estos árboles, lo que puede llevar a un significativo aumento de la biodiversidad. Si bien las especies nativas pueden estar adaptadas a las condiciones naturales locales, las condiciones de crecimiento en el ambiente urbano difieren con frecuencia mucho de las presentes en la naturaleza, particularmente en lo referente a las veredas. Los perfiles de suelo se encuentran perturbados y compactados, los niveles de nutrientes pueden ser anormalmente elevados y frecuentemente imperan condiciones de anegamiento o falta de aireación.

Las especies nativas locales suelen tener la ventaja de estar climáticamente adaptadas y mantener cierto equilibro con enfermedades y plagas regionales. Aunque también es posible que por el contrario, sean afectadas por plagas y enfermedades locales, cuyo inóculo puede estar disponible en la región.

Las especies nativas de otras regiones de Argentina pueden no estar adaptadas a las condiciones locales y comportarse en la práctica como “exóticas”. El concepto de “nativo” se aplica con frecuencia asociado a los límites políticos, que en general no guardan mayor relación con los límites biogeográficos.

Por otro lado las especies exóticas pueden tener la ventaja de estar libres de plagas y enfermedades, si es que han sido introducidas con buena sanidad original. Sin embargo, pueden ser más severamente afectadas si plagas o enfermedades de la región de origen son introducidas accidentalmente. A favor de las especies exóticas debe agregarse que en muchos casos han estado sometidas a décadas o siglos de selección, lo cual suele implicar que se trata de

material de buena calidad genética. Con frecuencia también han sido seleccionadas para vivir en ambientes urbanos y tienen entonces tolerancia a las limitaciones típicas de ellos.

En síntesis tanto nativas como exóticas tienen fortalezas y debilidades para el uso urbano. Lo ideal es orientar su uso en función del concepto del árbol adecuado en el lugar correcto.

EL ARBOL ADECUADO EN EL SITIO CORRECTO

Este concepto ha sido adoptado en forma generalizada a nivel mundial como idea para optimizar el arbolado urbano. Apunta al hecho de que por un lado hay que seleccionar la especie que se adecua mejor a los objetivos que se persiguen, y por otro lado es importante, plantar la especie seleccionada en los sitios donde hay menores probabilidades de conflicto.

La Tabla 3.1 presenta un listado con especies que han sido probadas en el Gran San Miguel de Tucumán. Algunas de ellas pueden ser objetables siguiendo algunos de los criterios funcionales expuestos más arriba. Efectivamente son a veces causa de problemas y su uso debe evaluarse cuidadosamente en relación con las alternativas posibles. Sin embargo los valores emocionales que le otorgan un buen número de vecinos determinan que todavía puedan ser consideradas. La Tabla 3.2. amplía el listado de especies con potencial a otras que no han sido probadas tan extensamente o durante tanto tiempo como las primeras. La Tabla 3.3 presenta un listado con especies que son adecuadas para regiones semiaridas. El Capítulo 8 incluye una descripción de todas estas especies, con sus características más salientes y sus limitaciones más importantes.

La Tabla 3.4 por su parte contiene un listado de las especies desaconsejadas en el arbolado de calles, principalmente por su gran tamaño, que conjuntamente con otras cualidades indeseables implican casi siempre conflictos, elevado riesgo y mayores costos de manejo. Teniendo en cuenta otros valores, particularmente su belleza, estas especies pueden ser consideradas para parques o más raramente plazas. Todas estas especies son analizadas en mayor detalle en el Capítulo 8.

LITERATURA

Anónimo. City of Sydney Street Tree Master Plan. 2005. http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/environment/treemanagement/TreeManagementPolicies.asp

Cristobal M. E., Muruaga N., Hillen M., Royer C. L. 2007. Árboles Nativos en la ciudad de San Miguel de Tucumán, EDUNT, 115 páginas.

Garzón B., Brañes N., Abella M., Auad A. 2004. Vegetación urbana y hábitat popular: El caso de San Miguel de Tucumán, Boletín del Instituto de la vivienda, Universidad de Chile, 18(49):21-424.

Guarmaschelli A.B. y A.M. Garau. 2009. ARBOLES. Una guía esencial para plantar y mantener diversas especies de árboles. 111 pp. Ed. Albatros.

Martinez C. F., Cantón M. A., Ferrón L. M., Pattini A. 2007. Convivencia del arbolado urbano y el sistema de alumbrado público en la ciudad de Mendoza. Modelo de gestión.http://www.cricyt.edu.ar

Roic L.C. y A.A. Villaverde. 1998. Arboles y arbustos cultivados en la ciudad de Santiago del Estero, Argentina. Quebracho 7:79-88

Villaverde A. A., Villaverde G., Cartilla de arbolado urbano público, Facultad de Ciencias Forestales , UNSE, diciembre 2005.

Especies		Follaje				
		Clasificación por altura máxima de la copa (m)				
Nombre vulgar	Nombre Científico	Hasta 6	Hasta 9	Hasta 12	Hasta 15	>15
Crespón	*Lagerstroemia indica*	●				
Tevetia, Adelfa amarilla	*Thevetia peruviana*	●				
Calistemon	*Callistemon speciosus*	●				
Naranjo agrio	*Citrus x aurantium*	●				
Lapachillo	*Handroanthus chrysotrichus*	●				
Ligustro variegado	*Ligustrum lucidum* forma *aureomarginatum*	●				
Pata de vaca	*Bauhinia variegata*	●	●			
Fresno americano	*Fraxinus pennsylvanica*		●	●		
Liquidambar	*Liquidambar styraciflua*			●		
Jacarandá o Tarco	*Jacaranda mimosifolia*			●	●	
Lapacho rosado	*Handroanthus impetiginosus*			●	●	
Lapacho amarillo	*Handroanthus ochraceus*			●	●	●
Plátano	*Platanus x acerifolia*				●	●
Ibirá puitá	*Peltophorum dubium*				●	●
Tipa blanca	*Tipuana tipu*				●	●
Pacará	*Enterolobium contortisiliquum*					●

	Ancho de Vereda			Ancho de calzada			Problemas más importantes: Conflicto con Cableado (C) Raíces (R), Invasora (I), Frutos (F), Alergénica (A)
Perenne (P) Caduco (C)	Hasta 2,5 m	Hasta 3,5 m	>3,5 m	Hasta 6 m	Hasta 9 m	> 9 m	
C	●			●			
P	●						F
P	●	●		●			
P	●			●			I, F
C	●	●		●			
P	●	●		●			
C		●	●	●	●		I
C		●	●	●	●		
C			●	●	●		C
C		●	●		●	●	C
C		●	●		●	●	C
C		●	●		●	●	C
C		●	●		●	●	C, A
C			●			●	C
C			●			●	C, R
C			●			●	C, R

Tabla 3.1. Especies susceptibles de ser empleadas en el Gran San Miguel de Tucumán. Las siete primeras de la lista (en verde) son de dimensiones reducidas, particularmente útiles cuando hay restricciones de espacio y cableado. Las cinco especies intermedias (en amarillo) son de tamaño mediano a grande y se prestan para veredas y calles con mayor espacio y avenidas. Las cuatro últimas (en anaranjado) deberían restringirse a avenidas y espacios públicos amplios.

Especies		Follaje					
		Clasificación por altura máxima de la copa (m)					
Nombre vulgar	Nombre científico	Hasta 6	Hasta 9	Hasta 12	Hasta 15	>15	
Paraíso	*Melia azedarach* f. *umbraculifera*	●					
Arrayán	*Eugenia uniflora*	●					
Guarán	*Tecoma stans*	●					
Pata de vaca	*Bauhinia forficata ssp. pruinosa*	●					
Mato	*Myrcianthes pungens*	●	●				
Jazmín magno	*Plumeria rubra*	●	●				
Horco cebil	*Parapiptadenia excelsa*	●	●				
Chivato	*Delonix regia*	●	●				
Mora	*Morus X hybrida*		●	●			
Hovenia	*Hovenia dulcis*		●	●			
Tulipero de Gabón	*Spathodea campanulata*		●	●			
Roble europeo	*Quercus robur*		●	●			
Roble de los pantanos	*Quercus palustris*			●	●		
Braquiquito	*Brachychiton populneus*			●	●		
Cebil colorado	*Anadenanthera colubrina*			●	●		
Cedro coya	*Cedrela lilloi*					●	
Cedro Orán	*Cedrela balansae*					●	
Tona	*Toona ciliata*					●	

	Ancho de Vereda			Ancho de Calzada			Problemas más importantes: Conflicto con Cableado (C) Raíces (R), Invasora (I), Frutos (F), Alergénica (A)
Perenne (P) Caduco (C)	Hasta 2,5 m	Hasta 3,5 m	>3,5 m	Hasta 6 m	Hasta 9 m	< 9 m	
P	●			●			
P	●			●			F
C	●			●			
C	●	●		●	●		
P	●	●		●			
P	●	●		●			
P		●	●		●	●	
P		●	●		●	●	C, R
C		●	●	●	●	●	C
P		●	●		●		C
P		●	●		●		C, I
C		●	●		●		C
C		●	●		●		C
P		●	●		●		C
C		●	●		●		C
C			●		●	●	C
C			●			●	C
C			●			●	C

Tabla 3.2. Especies alternativas susceptibles de ser empleadas en el Gran San Miguel de Tucumán. El ordenamiento de tamaño es similar que en la Tabla 3.1. Se trata en general de especies con las cuales hay menor experiencia. Como en la tabla anterior, las especies al final de la tabla (en anaranjado) son de gran tamaño y deberían restringirse a avenidas y espacios públicos amplios.

Especies		Follaje				
		Clasificación por altura máxima de la copa (m)				
Nombre vulgar	Nombre científico	Hasta 6	Hasta 9	Hasta 12	Hasta 15	>15
Paraíso	*Melia azedarach f. umbraculifera*	●				
Crespón	*Lagerstroemia indica*	●				
Laurel de jardín	*Nerium oleander*	●				
Acacia de Constantinopla	*Albizia julibrissim*	●	●			
Ligustro variegado	*Ligustrum lucidum f. aureomarginatum*	●	●			
Arce	*Acer negundo*	●	●			
Mora	*Morus X hybrida*		●	●		
Acacia blanca	*Robinia pseudoacacia*		●	●		
Algarrobo blanco	*Prosopis alba*		●	●		
Algarrobo negro	*Prosopis nigra*		●	●		
Arca, Viscote	*Acacia visco*		●	●		
Ceibo	*Erythrina crista-galli*		●	●	●	
Plátano	*Platanus X acerifolia*			●	●	●
Molle	*Schinus areira*			●	●	
Tipa	*Tipuana tipu*			●	●	●

	Ancho de Vereda			Ancho de Calzada			Problemas más importantes: Conflicto con Cableado (C) Raíces (R), Invasora (I), Requiere Riego (Ri), Alergénica (A)
Perenne (P) Caduco (C)	Hasta 2,5 m	Hasta 3,5 m	>3,5 m	Hasta 6 m	Hasta 9 m	> 9 m	
C	●			●			Ri
C	●			●			Ri
P	●			●			Ri
C	●	●		●	●		Ri
P	●	●		●	●		Ri
C		●	●		●	●	Ri
C		●	●	●	●	●	Ri
C		●	●		●		C
C		●	●		●	●	C
C		●	●		●	●	C, I
C		●	●		●	●	C
		●	●		●		C, R, Ri
C		●	●		●	●	C, R, Ri, A
P		●	●		●	●	C
C		●	●		●	●	C, R.Ri

Tabla 3.3. Especies susceptibles de ser empleadas en ambientes áridos y semiáridos de la provincia de Tucumán (Valle de Trancas, Valle de Santa María, Este de Tucumán). Las especies tienen tamaño creciente desde arriba hacia abajo. Las en verde son de dimensiones reducidas, particularmente útiles cuando hay restricciones de espacio y cableado.

Nombre vulgar	Nombre científico
Álamos	*Populus alba, P. deltoides,* etc.
Araucarias	*Araucaria bidwillii, A. angustifolia,* etc.
Casuarina	*Casuarina cunninghamiana*
Cedro	*Cedrus deodara*
Cipreses	*Cupressus sempervirens*
Ciprés calvo	*Taxodium distichum*
Criptomeria	*Cryptomeria japonica*
Eucaliptos	*Eucalyptus camaldulensis, E. cinerea, Corymbia torelliana, C. citriodora,* etc.
Gomeros o ficus	*Ficus bejamina, F. elastica,* etc.
Grevilea	*Grevillea robusta*
Ombú	*Phytolacca dioica*
Palo borracho	*Ceiba chodatii, C. speciosa*
Pinos	*Pinus elliottii, P. patula,* etc.
Sauces	*Salix humboldtiana, S. babylonica,* etc.

Principales defectos
Crecimiento excesivo en altura, madera poco resistente, raíces que afectan cañerías. Su plantación no está permitida por la Municipalidad de San Miguel de Tucumán, según ORDENANZA Nº 2.432/96.
Crecimiento excesivo en altura, caída espontánea de ramas.
Crecimiento excesivo en altura, ramas quebradizas.
Crecimiento excesivo en altura.
Crecimiento excesivo en altura.
Crecimiento excesivo en altura.
Crecimiento excesivo en altura.
Crecimiento excesivo en altura, caída espontánea de ramas, caída de pedazos de corteza, raíces de crecimiento excesivo; se cuentan entre las especies más peligrosas, conflictivas y de manejo más costoso cuando alcanzan gran tamaño.
Crecimiento excesivo en altura y volumen, raíces de crecimiento excesivo, que afectan veredas y cañerías. Su plantación no está permitida por la Municipalidad de San Miguel de Tucumán, según ORDENANZA Nº 2.432/96.
Crecimiento excesivo en altura, exudación de gomas.
Crecimiento excesivo de raíces, madera muy quebradiza.
Crecimiento excesivo en diámetro, crecimiento excesivo de raíces que afecta veredas y cañerías, madera blanda y fácilmente putrescible.
Crecimiento excesivo en altura, raíces de crecimiento excesivo, con gran capacidad para levantar pavimento y afectar cañerías.
Crecimiento excesivo en altura, madera blanda y quebradiza, envejecimiento precoz, raíces que afectan cañerías. Su plantación no está permitida por la Municipalidad de San Miguel de Tucumán, según ORDENANZA Nº 2.432/96.

Tabla 3.4. Especies que por su tamaño y características de crecimiento son claramente desaconsejables y en algunos casos están expresamente prohibidas para su uso en veredas en San Miguel de Tucumán.

CAPÍTULO 4

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL ARBOLADO

Alfredo Grau

GENERALIDADES

Como se dijo en capítulos anteriores, el árbol urbano puede asimilarse desde cierto punto de vista, a cualquiera de los elementos construidos en una ciudad (pavimento, vereda, poste de alumbrado, etc.), ya que nos brinda una serie de servicios. Como elemento urbano tiene que ser compatible con los restantes elementos. Simultáneamente, el árbol, es un organismo vivo, que tiene una serie de necesidades y comportamientos, cambiantes con el tiempo. Compatibilizar todos esos aspectos exige, además de comenzar por la selección de la especie y el sitio adecuados, cuyos principios se plantearon en el Capítulo 3, un manejo acorde a los mismos principios básicos.

El ambiente de la ciudad tiene numerosos componentes artificiales que hacen el crecimiento y la supervivencia de los árboles más difícil de lo normal. El pavimento dificulta enormemente la infiltración de agua y la aireación del suelo. Emite además muchísimo calor en ciertos períodos. El suelo aprovechable por las raíces es a menudo escaso y mezclado con materiales de construcción. El espacio disponible para las raíces está limitado por cimientos y tuberías. Por su parte las ramas y estructura aérea de un árbol entran en frecuente conflicto con techos, paredes y servicios. Este capítulo tiene por objetivo ofrecer una serie de lineamientos y consejos básicos sobre plantación y poda, para moderar al menos en parte la serie de limitaciones y conflictos potenciales.

TAZAS Y ESPACIO PARA LAS RAICES

Los árboles necesitan espacio para desarrollar sus raíces y para sus copas. El tamaño de las raíces es siempre una gran incógnita, difícil de estimar objetivamente, aún en árboles creciendo en su medio natural. Se dice que en general las raíces superan, a veces en mucho, la proyección de la copa. El arquitecto paisajista J. Urban ha propuesto como imagen modelo de un árbol, la de una copa sobre un plato. El recipiente y su suporte serían la copa y el tronco, mientras que el plato sería lo que está bajo tierra, es decir la raíz, que en biomasa iguala, o supera, a lo que aparece sobre el nivel del suelo. Sin embargo, en las ciudades, este desarrollo sólo puede lograrse en lugares sin limitaciones, como plazas o parques. En cambio en las veredas, casi siempre hay limitaciones importantes. Se dice que en teoría un árbol mediano requiere un volumen de suelo de 28m^3, que no es fácil de satisfacer.

Suele existir un conflicto entre el tamaño ideal de la taza para el crecimiento del árbol, y el que efectivamente se destina en los ambientes urbanos. Existe muchas veces la tendencia a reducir estos tamaños a un mínimo, lo que suele tener consecuencias negativas para los dos elementos involucrados. Por un lado los árboles tienen problemas de crecimiento, y por el otro el crecimiento en grosor inevitable del tronco termina afectando a la vereda. El tamaño mínimo imprescindible de la taza depende de la especie utilizada, y su edad. Las

especies de tamaño reducido (ver Tablas 3.1 y 3.2, Capítulo 3) suelen crecer sin mayores inconvenientes con tazas de 60 x 60 cm (Figura 4.1). Por el contrario, para todas las restantes especies debería considerarse una taza de al menos 80 x 80 cm (Figura 4.2 y 4.4). Por otro lado, el tamaño de la taza debería incrementarse con el tiempo. Las franjas continuas al lado de la vereda son las más favorables para el desarrollo radical y el crecimiento de los árboles (Figura 4.3).

El cementado hasta el borde del tronco lleva indefectiblemente a la rotura de la vereda (Figura 4.5). Por su parte, las tazas o canteros elevadas no aportan beneficios a los árboles. Por el contrario, esta estructura suele dañarse con el tiempo por el crecimiento en grosor del tronco (Figuras 4.6 y 4.7). Además, esta estructura está prohibida por ordenanza en el ámbito de la Municipalidad de S. M. de Tucumán.

Figura 4.2. Lapacho adulto en taza de 60 x 60 cm. El lapacho tiene menor tendencia a afectar las veredas, aún en etapas avanzadas de crecimiento.

Figura 4.1. Naranjo agrio en taza de 60 x 60 cm.

Figura 4.3. Franja continua en avenida.

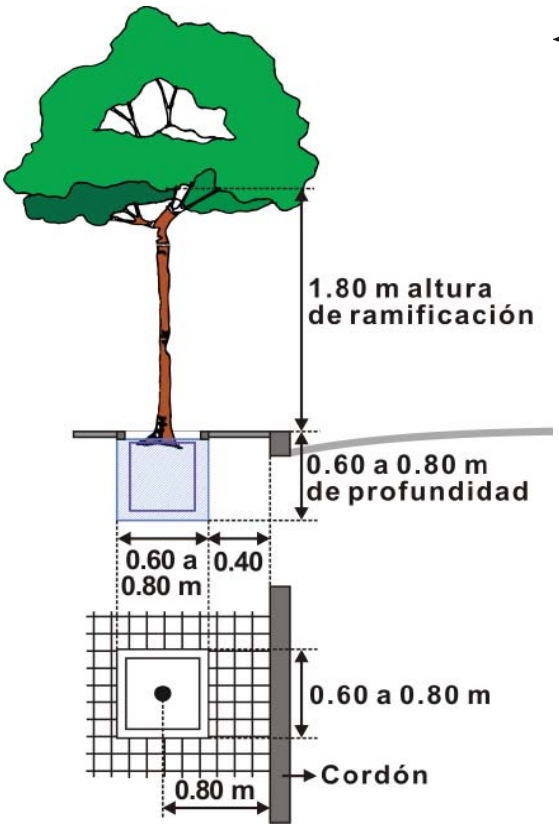


Figura 4.4. Modelo de plantación con altura de ramificación y dimensiones de taza mínimas para una vereda con retranqueo en San Miguel de Tucumán.

Figura 4.6. Taza elevada dañada por el crecimiento de un fresno.

Figura 4.5. Fresno con vereda cementada hasta el tronco. El fresno tiene un notable engrosamiento en la base del tronco cuando alcanza cierta edad.

Figura 4.7. Las tazas elevadas no tienen ningún beneficio para el árbol y suelen terminar rotas por la presión de tronco y raíces. En este caso el daño está acelerado e incrementado por que se ha plantado una especie de ficus (*Ficus lyrata*).

SELECCIÓN DE PLANTINES

Existe una serie de criterios que ayudan a seleccinar un plantín adecuado de árbol urbano:

- Tronco relativamente recto y libre de heridas.
- Un solo eje principal, especialmente para veredas.
- Copa simétrica, con ramas espaciadas de manera uniforme.
- Ramas laterales que no superen el eje principal, con presencia de ramas cortas, llamadas "ramas temporales", que probablemente desaparecerán con los años, en la parte inferior del tronco.
- Presencia de un conjunto de raíces ("cepellón" o "pilón") superior en 10 veces o más al diámetro del tronco.
- Pocas raíces aplastadas o circulares rodeando al cepellón.

Algunos problemas pueden corregirse al momento de la plantación, podando algunas ramas, o cortando las raíces circulares.

PLANTACION

Cómo plantar

- Antes de plantar es necesario eliminar las malezas en la periferia y dentro de lo posible el suelo debe quedar libre de desechos y de restos de construcción. En los lugares donde el suelo es pobre, conviene mejorarlo, agregando tierra con buen contenido de materia orgánica y fertilizante. Lo ideal es fertilizante de liberación lenta, y en cualquier caso evitar que el mismo quede en contacto directo con las raíces de la planta, pues serían dañadas.
- El pozo debe tener una profundidad similar que el cepellón o pilón. Deben evitarse pozos profundos donde el plantín quede enterrado por debajo del nivel que tenía en el vivero, y que el tallo quede tapado parcialmente por tierra, ya que esto puede facilitar la entrada de hongos. Es decir que el cuello de la raíz debe tener el mismo nivel del suelo original.
- Debe removerse la cubierta del pilón y eliminar las raíces que crecen en forma circular, envolviéndolo.
- Con la planta en su lugar debe agregarse tierra hasta alcanzar el nivel general y comprimirla muy suavemente. Se puede añadir una capa de viruta de madera u hojas que mantenga la humedad del suelo y evite que crezcan malezas en la etapa inicial.
- En ambientes urbanos concurridos es imprescindible instalar una, dos o tres varillas a modo de tutor para darle soporte al arbolito hasta tanto sus raíces se arraiguen.
- Luego de la plantación es conveniente un riego, que debe ser repetido 1-3 veces por semana según la demanda. El período más adecuado para la plantación en el llano tucumano es entre febrero y mayo, el suelo tiene buen nivel de humedad, la demanda de agua no es tan grande y la temperatura que alcanza el suelo alrededor del tallo joven no es tan elevada. En cambio, las plantaciones primaverales o a comienzos de verano, no son recomendables en lugares con insolación directa. Suelen exigir riegos muy frecuentes y el calentamiento del suelo alrededor del tallo joven puede provocar daños irreversibles.
- Es muy importante fijar el plantín por medio de tutores que eviten movimientos y lo protejan. El tutorado es crítico en el caso de plantación en veredas con elevada circulación (Figuras 4.8 y 4.9).

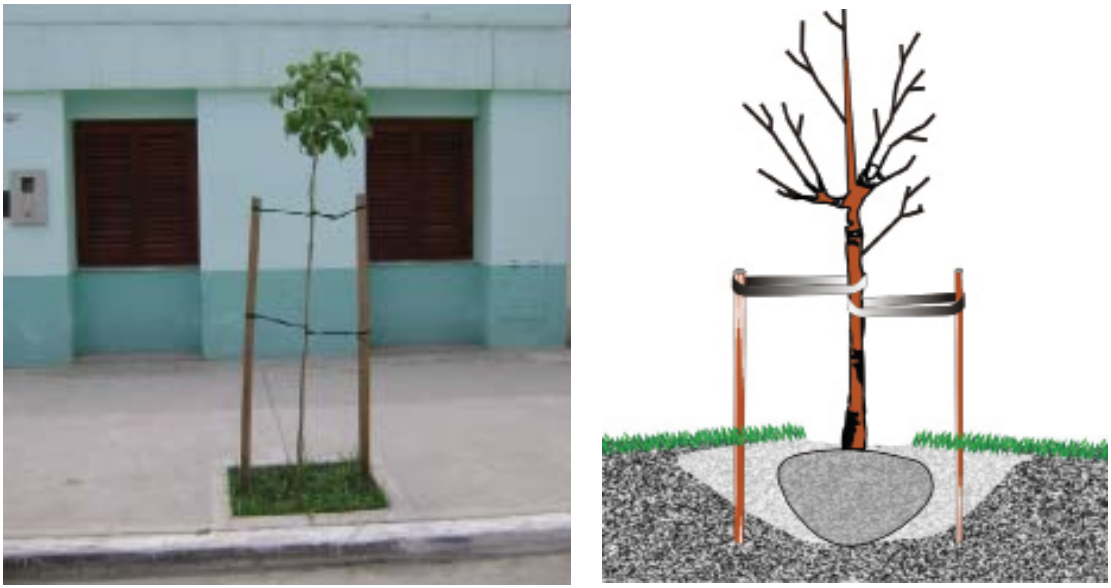


Figura 4.8. Existen distintas alternativas de tutorado. Cuando se emplean dos o tres tutores la estabilidad y seguridad es mayor, pero el costo también se incrementa.

Figura 4.9. Plantín de tipa de 5 años de edad, pocos meses después de la plantación, con doble tutorado. La plantación de ejemplares de algunos años de edad asegura el establecimiento, aunque implica un costo superior del material.

PODA

La poda es un aspecto particularmente crítico en el manejo de los árboles urbanos. Lamentablemente, en el Noroeste Argentino existe, en muchos sectores de la población, conceptos erróneos sobre el sentido, oportunidad y magnitud de la poda.

En condiciones ideales, cuando se ha colocado **la especie correcta en el sitio adecuado**, la poda es **innecesaria**. Este concepto contradice la idea, lamentablemente muy difundida, de que "los árboles necesitan ser podados para crecer bien". Esta idea puede ser en parte, una confusión resultante de la poda que se realiza en algunos frutales (por ejemplo durazneros, manzanos, vides), con el objetivo primeramente de facilitar la cosecha y posteriormente mejorar el tamaño o la coloración de los frutos. Sin embargo cosecha y producción de frutos no son objetivos del arbolado urbano, por ello esos conceptos de poda están completamente fuera de lugar.

Es además muy importante subrayar, que los árboles poseen un proceso de cicatrización de heridas completamente diferente al que experimentamos los humanos y animales en general. Nosotros somos capaces, con ciertas limitaciones, de cicatrizar, y a veces regenerar completamente algunos tejidos dañados. Por el contrario en los árboles, la cicatrización debe describirse más bien como un proceso de **limitación del daño**. Los tejidos de cicatrización son capaces de sellar las partes dañadas, los tejidos de conducción cortados, recubriéndolos y creciendo sobre ellos. Pero los tejidos muertos quedan así para siempre. Eso implica que en un árbol podado siempre quedan porciones, muchas veces ocultas, de daños y sectores debilitados. **Por ello la poda es una práctica que debe, dentro de lo posible, evitarse.** Cuando la poda sea imprescindible, **debe practicarse con moderación, en función de los objetivos buscados y en manos de personas con formación técnica adecuada.**

Poda de formación

La poda puede ser necesaria durante los primeros años de desarrollo de un árbol urbano, o aún en etapas relativamente avanzadas, para lograr una forma que no obstaculice la libre circulación y la visibilidad. Usualmente consiste en la eliminación de las ramas bajas del tronco (Figuras 4.10, 4.11 y 4.12). La altura libre desde el piso hasta las primeras ramificaciones debería ser de 2,5 a 3 m.

Figura 4.10. Roble cuya copa demasiado baja dificulta la circulación por la vereda y la visibilidad del tráfico. Este ejemplar requiere una poda de las ramas bajas hasta un mínimo de aproximadamente 2 m.

Figura 4.11. Ejemplar de lapacho amarillo que ha sido podado en su parte baja, mejorando la visibilidad del semáforo y la iluminación a partir de la luminaria central de la avenida.

Figura 4.12. Distribución aproximada de las ramas y el follaje antes de la poda realizada.

PODA EXAGERADA

Existe un número importante de situaciones en las que se practica la poda sin que esta tenga un objetivo claro o justificable. Más aún, con frecuencia esta se realiza con una intensidad que compromete la sanidad y hasta la supervivencia del árbol, dando como resultado ejemplares deformes y enfermos, que carecen de utilidad funcional y valor estético Figuras 4.13, 4.14 y 4.15). Estos ejemplares pueden eventualmente transformase en un riesgo.

Figura 4.13. Ejemplares de falso alcanforero muertos luego de una poda excesiva. La misma no parece haber obedecido a conflictos con edificación o cableado.

Figura 4.14. Ejemplar de lapacho podado muy intensamente, sin un motivo claro, ya que el cableado y las luminarias se encuentran muy alejados.

Figura 4.15. Fresno sometido a podas reiteradas de reducción de copa. La misma no parece obedecer a conflictos con edificación o cableado. Un árbol en estas condiciones tiene sus cualidades funcionales y estéticas muy reducidas.

TÉCNICA BÁSICA DE PODA

La poda de ramas delgadas y a baja altura puede ser una práctica accesible para el vecino, con herramientas domésticas, tijeras o sierras. Sin embargo es necesario tomar ciertas precauciones y se logran resultados buenos sólo con práctica y experiencia. Es necesario realizar cortes que comprometan lo mínimo posible la sanidad del árbol en cuestión. Una técnica de poda clásica es la de los tres pasos (Figura 4.16, 4.17 y 4.18).

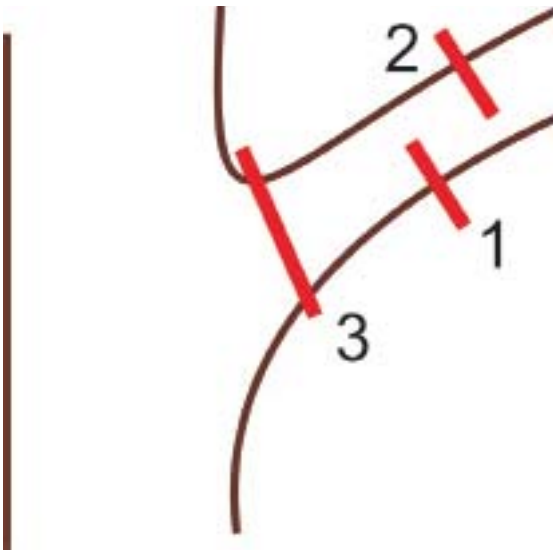


Figura 4.16. Una recomendación tradicional para cortar una rama de cierto grosor consiste en seguir tres pasos: 1) un corte pequeño, por debajo de la rama. Este no puede profundizarse demasiado porque el peso de la rama podría aprisionar la sierra o herramienta en uso. 2) el segundo corte se hace desde arriba, hasta que el peso de la rama provoca el quiebre, que no progresa más allá del primer corte. 3) un corte final elimina el muñón remanente, para facilitar una buena cicatrización y evitar rebrotes. Este corte debe ser cerca del tronco, pero no al ras.

Figura 4.17. Ejemplos de daño provocado en un fresno por la no aplicación de la técnica de tres pasos. Las heridas así producidas son de difícil cicatrización y facilitan la entrada de hongos que pueden dañar seriamente los troncos principales.

Figura 4.18. La no realización del tercer corte suele determinar la brotación de ramas en el muñón (arriba). Cosa que no sucede cuando este corte está realizado adecuadamente casi al ras (abajo).

Cuando las ramas altas o de grandes dimensiones entran en conflicto con otros elementos urbanos, paredes, construcciones, luminarias, cableado, etc., puede ser necesario realizar podas de mayor escala. Este procedimiento suele ser de alta complejidad y riesgo. Requiere por ello la participación de personal entrenado profesionalmente y con equipamiento especial. Las intervenciones de este tipo se tratan al final del capítulo.

La poda de reducción de copa (Figura 4.19) se emplea en árboles de copa de gran desarrollo vertical. El principal problema con este tipo de poda es que suele producirse una ramificación múltiple asociada a una brotación intensa, como respuesta. Este fenómeno frecuentemente obliga a repetir el procedimiento de poda con cierta periodicidad.

Figura 4.19. Poda de reducción de copa.

La poda en "V" (Figura 4.20) es una alternativa para árboles de copa amplia y tamaño apreciable, que han crecido debajo de la línea. En ella se recorta un "canal" por donde atraviesa la línea. Suele tener también problema de rebrote, aunque con menor intensidad que en la poda de reducción de copa.

Figura 4.20. Tarco con tratamiento de poda en "V".

LITERATURA

EDET. Gerencia Técnica – Medio Ambiente. 2011. Manual de manejo arbóreo sustentable bajo líneas de distribución eléctrica. 43 pp.

http://www.riversideca.gov/utilities/pdf/elec/treeline_nomarks.pdf

http://www.oriongroup.co.nz/downloads/Trees_LV_lines.pdf

http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1429F.pdf

http://www.vector.co.nz/electricity/trees-and-lines/safe-distances

Municipalidad de San Miguel de Tucumán. 2008. Plan de Arbolado Urbano. 54 pp.

Zsabo M. Árboles de Santo Domingo. 2010. http://www.intec.edu.do/arbolado/arbolado_documentos.htm

CAPÍTULO 5

ÁRBOLES Y SERVICIOS. PARTICULARIDADES DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Alvaro Bravo y Alfredo Grau, con la colaboración de la Gerencia Técnica de EDET S.A.

Todas las actividades que desarrollamos cotidianamente y en gran medida nuestra calidad de vida están condicionadas por la disponibilidad de los denominados servicios convencionales, agua corriente, cloacas, energía eléctrica, gas natural, telefonía, alumbrado público, semáforos, televisión, etc., que conforman la infraestructura básica de los centros urbanos. Por otro lado el contar con un arbolado público adecuado, al que podríamos denominar la "infraestructura verde" de las ciudades y caminos, también influye sensiblemente en la calidad de vida y del paisaje.

En este capítulo se presentan distintas situaciones de la compleja convivencia entre la infraestructura verde y la de los servicios, y se proponen lineamientos para un manejo arbóreo sustentable, con el objetivo de que ambas puedan compartir el reducido espacio público disponible, de la manera más amigable posible.

En las Figura 5.1 y 5.2 se presentan esquemas de las posibilidades del uso del espacio público en las zonas urbanas y rurales.

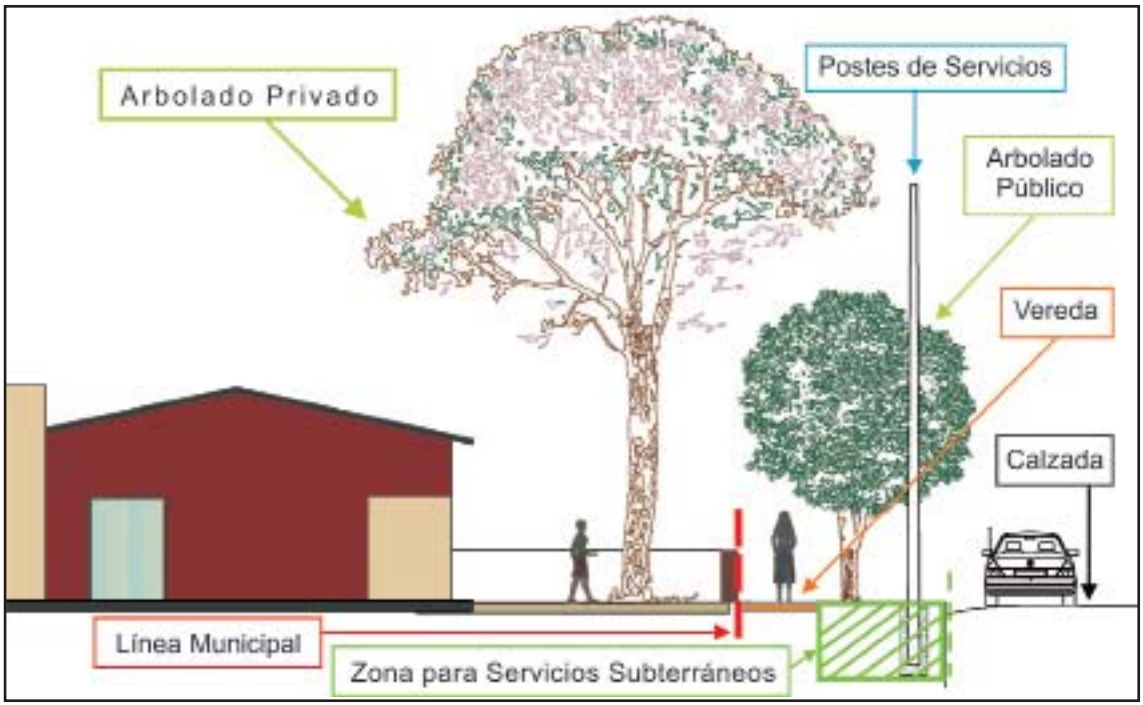


Figura 5.1. Esquema que muestra las zonas disponibles en el espacio público urbano para la instalación de servicios subterráneos y aéreos, y el arbolado público.

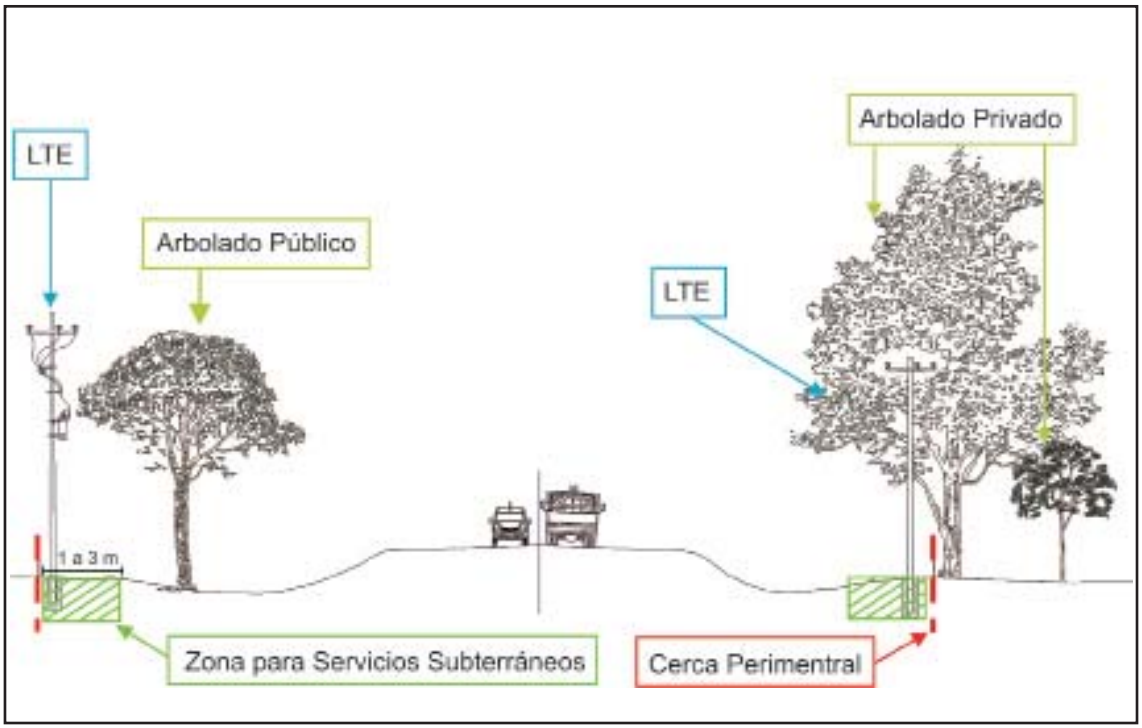


Figura 5.2. Esquema de rutas y caminos, que muestra la zona disponible para la instalación de servicios. Línea de Tendido Eléctrico (LTE).

La relación "arbolado-servicios" se puede analizar desde la perspectiva de la ocupación del suelo. Si consideramos la existencia previa del árbol, la colocación de cañerías o cables en el subsuelo puede afectar a sus raíces. Mientras que los tendidos aéreos interceptarán a las ramas en el espacio aéreo.

Si partimos de la existencia previa de las infraestructuras de los servicios, o se trata de sitios destinados a futuras obras, entonces cabe la alternativa de planificar el arbolado bajo el concepto de **el árbol adecuado en el sitio correcto**, que considere la interacción que puedan tener los ejemplares con las instalaciones, cuando alcancen su tamaño adulto.

SERVICIOS SUBTERRÁNEOS Y AÉREOS

Instalaciones subterráneas

Muchas de las redes de los servicios se encuentran bajo tierra, así por ejemplo tenemos: el gas natural, las cloacas, el agua corriente y algunas líneas eléctricas y de telefonía. Es claro que cualquier nueva instalación subterránea estará condicionada por todas las demás preexistentes. A esta limitación debemos sumarle la línea de arbolado que ocupa las aceras, por lo que el recorrido definitivo de la traza se define de acuerdo a las condiciones particulares de cada lugar. En caso de verse comprometida la estabilidad de árboles de gran porte, se debe realizar el tuneleado para evitar afectar las raíces.

En los centros urbanos el tendido de los servicios subterráneos siempre se realiza por las aceras, con las correspondientes autorizaciones de los Municipios o Comunas, y sólo cuando la magnitud de la obra lo requiere, se realiza por las calzadas. En rutas y caminos se ubican por las áreas de servidumbre que establecen los organismos de Vialidad Nacional o Provincial según corresponda.

Ubicación de los tendidos

En la Tabla 5.1 se muestran las profundidades y las distancias mínimas que deben mantenerse entre las excavaciones y la línea municipal para los diferentes tendidos subterráneos en aceras.

Las instalaciones de gas, se realizan de acuerdo a normativas que contemplan la protección ambiental, en particular la NAG 153, del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS), que considera el tema del arbolado en el diseño del proyecto y en los Planes de Gestión Ambiental correspondientes (Figura 5.3).

Figura 5.3. Tendido de una red de gas de media presión por vereda.

Las redes de cloacas ubicadas en las aceras, respetan la distancia a la línea de arbolado, evitando afectar las raíces. El sellamiento entre los ductos debe ser perfectamente hermético, ya que las raíces tienen la capacidad de penetrar por los intersticios en búsqueda de agua, lo que con el paso del tiempo ocasiona obstrucciones en los ductos (Figuras 5.4 y 5.5).

SERVICIO	Distancia desde la línea municipal (m)	Profundidad (*)(m)
Telefónico y video	1,2 a 2	0,7
Iluminación y semáforos	1,2 a 2	0,7
Gas natural	>2	0,8 a 1
Cloacas	>2 (usualmente a 0,5 m desde el cordón cuneta hacia la vereda)	0,8 a 1,2

Tabla 5.1. Distancias y profundidades para tendidos subterráneos por veredas de más de 2 m de ancho. (*) Los cruces de calzadas y canales como así también los tendidos que van por las calzadas se realizan a una profundidad de 1,5 a 2,5 metros (en caso de cloacas pueden alcanzar mayor profundidad aún).

Figura 5.4. Excavación en vereda para enterramiento de ductos de cloacas. En este caso se observa la coincidencia con la línea de alumbrado público y el alejamiento de la línea de arbolado.

Figura 5.5. Excavación para colocación de un colector principal de red de cloacas por la calzada, que evidencia la magnitud de la obra.

Respecto de los tendidos eléctricos subterráneos, se describen más adelante en el apartado "Particularidades del Servicio de Energía".

Instalaciones áreas

Las instalaciones aéreas de servicios, tales como: video cables, telefonía, alumbrado público y energía eléctrica, frecuentemente comparten los postes de sujeción (Figuras 5.6 y 5.7).

Figuras 5.6. Situación típica de convivencia del cableado con el árbol.

Existe una relación muy estrecha entre el arbolado público y el cableado de los distintos servicios aéreos. Un aspecto central de esta convivencia consiste en evitar las interferencias de manera de no afectar sensiblemente la disponibilidad y calidad de los servicios. Para ello es necesario despejar el espacio aéreo circundante a las instalaciones y cables. En cualquier caso, la intervención en el árbol debe evitar dañarlo o provocar desequilibrios en su estructura (ver Capítulo 4). En algunos casos críticos, se justifica la extracción y reemplazo de los ejemplares por otros más adecuados.

Figuras 5.7. Diversidad de servicios compartiendo columnas. En la foto se observan: telefonía, video cable, energía eléctrica y alumbrado público. Ver detalles de ubicación en la Figura 5.19.

PARTICULARIDADES DEL SERVICIO DE ENERGÍA

Para comprender las características de este servicio es conveniente conocer los distintos niveles de tensión que utilizan las redes de energía eléctrica. En la Tabla 5.2 se muestra la clasificación, establecida por las Normas de Higiene y Seguridad (Ley Nacional Nº 19.587). La Norma de la Asociación Eléctrica Argentina AEA Nº 95.301, establece más subdivisiones, pero se adopta la primera como referencia.

De acuerdo a esta clasificación se adoptan los diferentes tipos de estructuras y configuraciones de los tendidos eléctricos, como así también se establecen las distancias mínimas de seguridad respecto de elementos cercanos y las restricciones respecto del uso del suelo en las zonas donde existen instalaciones eléctricas. En el esquema de la Figura 5.8 se pueden comparar las dimensiones de las diferentes estructuras de acuerdo a los niveles de tensión.

Denominación	**Valores**
Muy Baja Tensión	Hasta 50 V.
Baja Tensión **(BT)**	De 50 V hasta 1000 V. La tensión usual a nivel domiciliario es de 220V y 380V.
Media Tensión **(MT)**	De 1000 V (1 kV) hasta 33000 V (33 kV) inclusive.
Alta Tensión **(AT)**	Por encima de 33 kV. Valores usuales son 132 kV, 220 kV o 500 kV (esta última también denominada Extra AT).

Tabla 5.2. Clasificación de los niveles de tensión establecidos de acuerdo al Decreto Reglamentario 351/79 de la Ley 19.587.

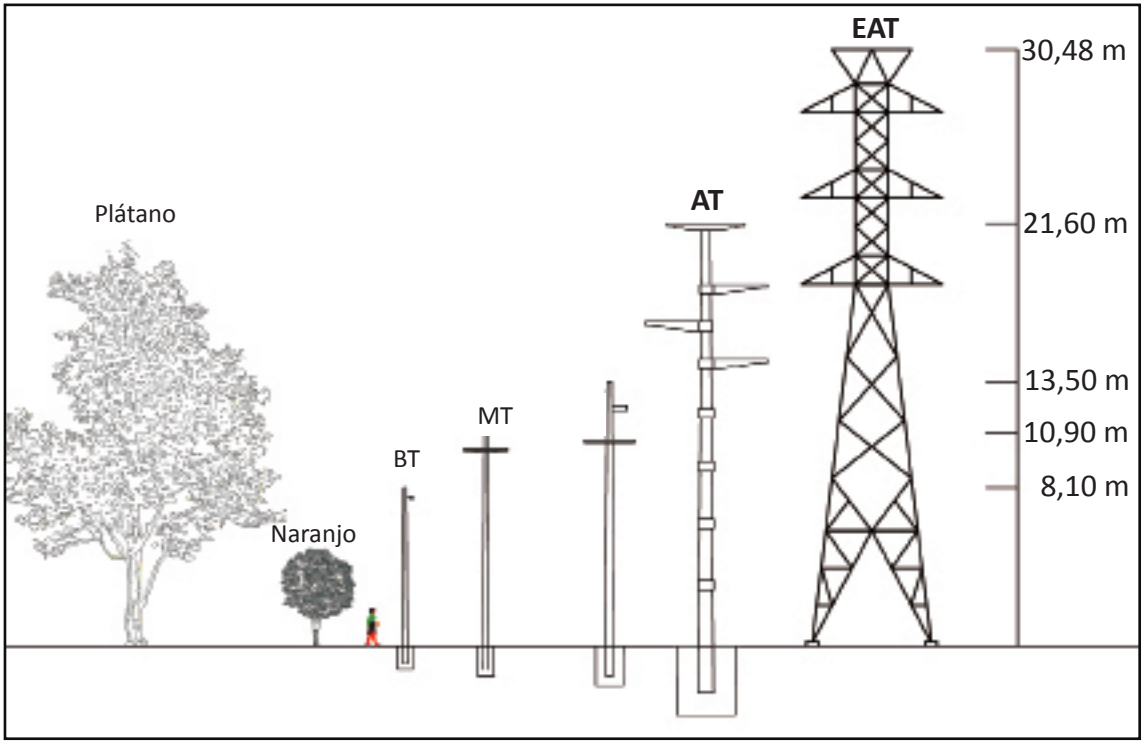


Figura 5.8. Esquema de estructuras para tendidos eléctricos de Baja Tensión (BT), Media Tensión (MT), Alta Tensión (AT) y Extra Alta Tensión (EAT) en diferentes configuraciones y su relación con el tamaño de los árboles y las personas.

Los tendidos eléctricos como los de la Figura 5.8 están compuestos por 3 cables conductores, denominados "simple terna". Pueden instalarse hasta 2 ternas, en una misma columna, llamados "doble terna". Las líneas aéreas de Media Tensión más frecuentes son las denominadas líneas "convencionales desnudas", con conductor no aislado, que pueden presentar diversas configuraciones: coplanares (horizontales y verticales) y triangulares; también se utilizan las líneas "compactas protegidas", que cuentan con cierto nivel de aislación. En Baja Tensión encontramos las líneas desnudas y las aisladas.

Figura 5.9. Tendido de líneas eléctricas subterráneas de Media Tensión en zona céntrica de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Se observa coincidencia con la línea de arbolado y alumbrado público.

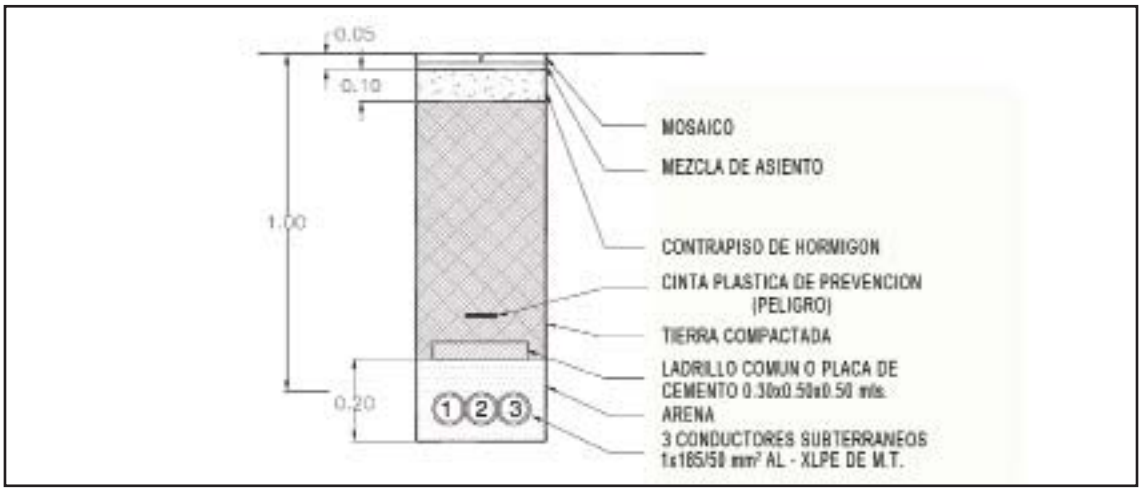


Figura 5.10. Esquema de líneas eléctricas subterráneas de Media Tensión.

Tendidos eléctricos subterráneos

El tendido eléctrico subterráneo se realiza con cables aislados directamente enterrados o cables aislados alojados en tuberías (ductos con cámaras de inspección). En las zonas urbanas siempre se ubican bajo las aceras, la instalación bajo la calzada se admite únicamente en los cruces. En rutas y caminos se realiza por los espacios de servidumbre que establecen los organismos de vialidad. Ver Figuras 5.1 y 5.2. En las Figuras 5.9 y 5.10 se presentan una imagen y un esquema de tendidos eléctricos subterráneos. En la Tabla 5.3 se muestran las profundidades y las distancias mínimas que deben mantenerse entre las excavaciones y la línea municipal para los diferentes tendidos eléctricos subterráneos.

Nivel de Tensión	Distancia desde la línea municipal (*)(m)	Profundidad (m) mínima hasta el borde superior del cable
Baja tensión (BT) (usualmente es de 220V y 380V)	0,4 a 1,2	0,8
Media Tensión (MT) (usualmente es de 13,2 kV y 33 kV)	Mayor a 2	1,2

Tabla 5.3. Distancias y profundidades para tendidos subterráneos por veredas de más de 2 m de ancho. (*) Para zonas céntricas, o donde las veredas tienen menos de 2 m ancho, la distancia mínima a respetar es de 0,60 metros.

Si bien los tendidos subterráneos evitan la interacción con los árboles, esta alternativa no siempre es técnica y/o económicamente viable. Además cualquier falla ocasiona interrupciones del servicio mucho más prolongadas, debido al tiempo que demanda su reparación, por lo que se reservan para aquellos casos en que las condiciones del entorno lo hacen imprescindible, por ejemplo, zonas céntricas de una ciudad, con alta densidad de edificios, o en parques naturales, reservas, etc., que cuentan con normativas específicas donde se restringe el uso a determinados tipos de instalaciones para los servicios.

Tendidos eléctricos aéreos de Media Tensión

La interacción entre los árboles y el cableado eléctrico aéreo configura una situación especial en los ambientes urbanos y a lo largo de miles de kilómetros de rutas y caminos. Actualmente en la provincia de Tucumán existen más de 5.500 km de líneas aéreas de Media Tensión y 7.000 km de líneas de Baja Tensión, las que en gran parte de su recorrido conviven con distintos tipos de árboles. El problema más común, conocido por todos, que emerge de esta interacción, son los cortes del suministro eléctrico, particularmente durante tormentas o eventos de vientos fuertes.

Las causas físicas de estas fallas son variadas. El contacto de las ramas con las líneas eléctricas desnudas de Media Tensión, ocasionan la pérdida de aislación, que provocan las interrupciones. La caída de ramas, o pedazos de corteza sobre el cableado también afectan al servicio, un ejemplo de ello, que se observa en muchas rutas de Tucumán, está dado por el desprendimiento y “vuelo” de pedazos de corteza de eucaliptos, que pueden desplazarse hasta varias decenas de metros. En situaciones más serias, ramas de gran porte o árboles enteros caen sobre el cableado provocando la caída de las líneas, lo que agrava el riesgo, además de provocar interrupciones mucho más prolongadas en virtud del tiempo que demanda reparación y puesta en funcionamiento.

Se estima que al menos un 15 % del total de las fallas del sistema de distribución eléctrica están vinculadas directamente con el arbolado y alcanza hasta un 30 % si se consideran los problemas indirectos causados por los mismos.

Rutas y caminos

Las franjas de servidumbres para la instalación de los servicios, en rutas y caminos, reglamentadas por los organismos de Vialidad, municipios y comunas, varían entre 1,5 a 3 metros desde el límite de las propiedades (alambrados) hacia la calzada (ver Figura 5.2).

El arbolado que observamos en rutas o caminos puede ser público, (Figuras 5.11 y 5.12), o bien tratarse de pantallas forestales de fincas privadas ubicadas muy próximas a las cercas perimetrales (Figura 5.13).

Las líneas de Media Tensión compactas protegidas (Figura 5.14), cuentan con una aislación que reduce las interrupciones ocasionadas por contactos transitorios. Esta alternativa permite minimizar la ocupación de espacio aéreo.

Figura 5.11. Arbolado distante de la línea de Media Tensión. Se observa que las ramas llegan a alcanzar a los cables.

Figura 5.13. Zona de interacción entre el tendido eléctrico y la pantalla forestal de casuarinas en una finca en el Este de Tucumán.

Figura 5.12. Zona de interacción entre la línea de arbolado de la ruta coincidente con la del tendido eléctrico.

Figura 5.14. Zona de interacción entre una línea de Media Tensión (33 kV), compacta protegida, doble terna en proximidad con pantalla forestal de eucaliptos en la Ruta Provincial 301.

Centros urbanos

Los tendidos de Media Tensión en las zonas céntricas de las ciudades con alta densidad de edificios se realizan bajo tierra, en zonas más despejadas y residenciales se utilizan líneas aéreas. Un ejemplo de la línea de postación para líneas de Media Tensión en las aceras se presenta en el esquema de la Figura 5.15.

Diferentes tipos de configuraciones de tendidos de Media Tensión se presentan en las Figuras 5.16, 5.17 y 5.18.

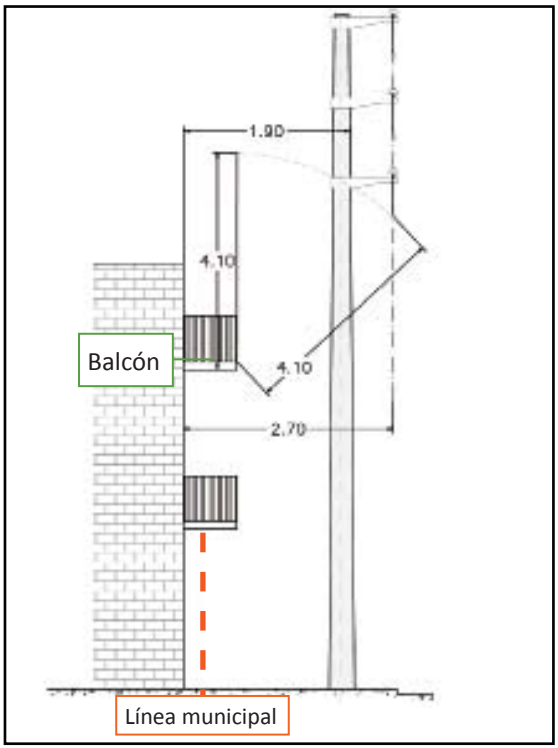


Figura 5.15. Zona de seguridad para una línea de Media Tensión coplanar vertical, donde la distancia mínima en el plano horizontal varía entre 2,4 a 2,7 metros según la configuración. Cuando la distancia es menor se aplica el radio mínimo de 4,10 m.

Figura 5.16. Líneas de Media Tensión de 13,2 kV compacta protegida en simple (arriba) y doble terna (abajo).

Figura 5.17. Líneas de Media Tensión de 13,2 kV convencional coplanar horizontal. Se observa intervención en un árbol de mediano porte.

Figura 5.18. Líneas de Media Tensión de 33 kV coplanar vertical. A la izquierda se observa que la columna se comparte con otros servicios. En ambos casos se observa la intervención en árboles de mediano y gran porte.

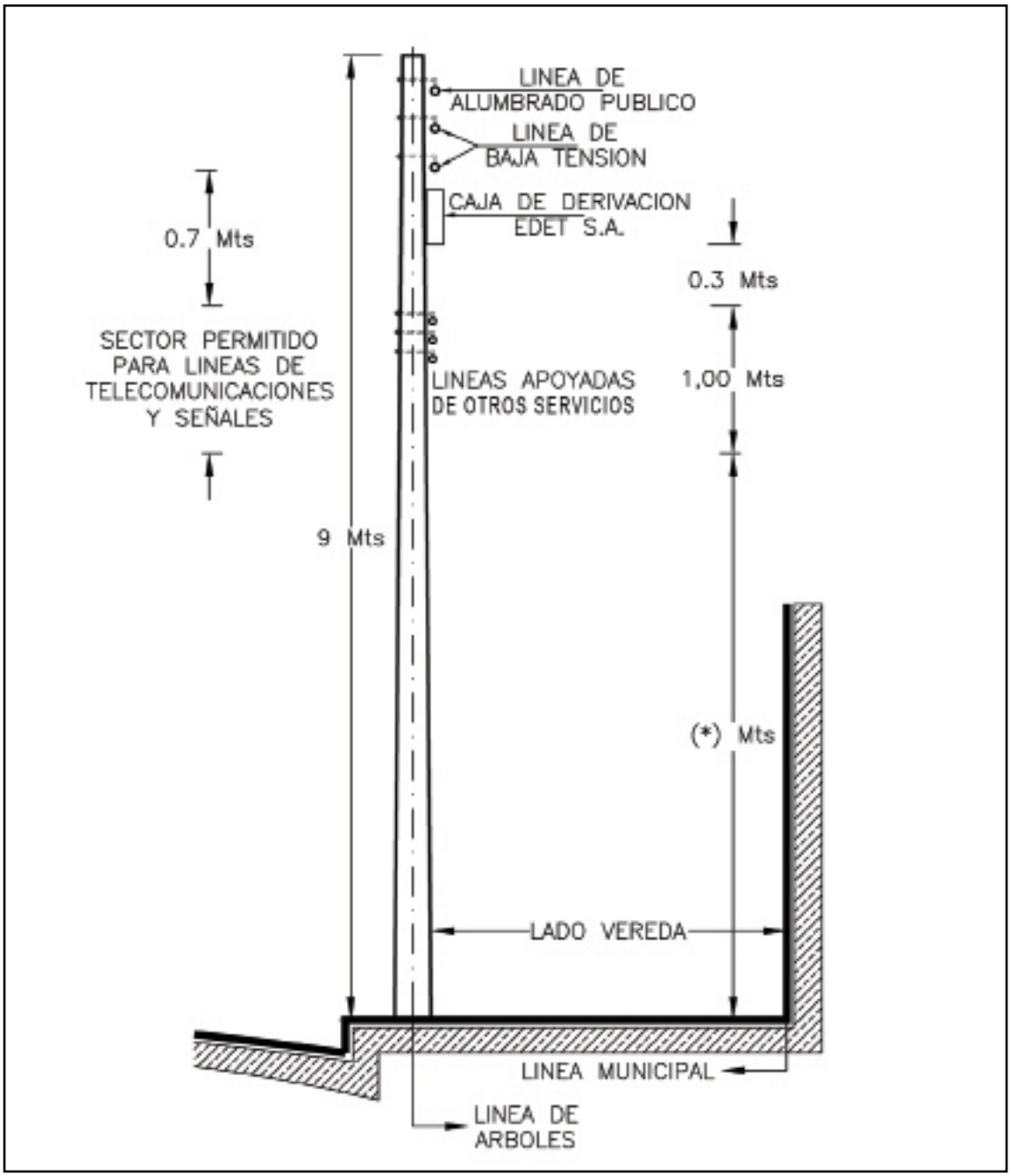


Figura 5.19: Línea de Baja Tensión dispuestas en vereda en cercanías de la calzada. Nótese que la línea de arbolado coincide con la línea de postación.

Tendidos eléctricos de Baja Tensión

Los tendidos de Baja Tensión, pueden ubicarse en diferentes sitios de las aceras. En la Figura 5.19 se presenta un esquema de la línea de postación para Baja Tensión.

Figura 5.20. Línea de Baja Tensión aislada preensamblada, compartiendo columna con el servicios de video cable y telefonía. Se observa la diversidad de especies de árboles en una cuadra.

Figura 5.21. Línea de Baja Tensión (LBT) preensamblada mimetizada instalada sobre la fachada de un edificio.

Existen diferentes configuraciones para los tendidos de Baja Tensión, la línea desnuda convencional se va reemplazando progresivamente por líneas aisladas; entre éstas últimas encontramos la aislada pre ensambladas que se instalan en postes y/o ménsulas (Figura 5.20) y las líneas pre-ensambladas mimetizadas, que se instalan directamente sobre los frentes de casas y edificios y no interfieren con el arbolado urbano (Figuras 5.21).

ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LÍNEAS ELÉCTRICAS

No existen normativas que regulen y/o establezcan la distancia de seguridad que debe existir entre las líneas de Media Tensión y las ramas de los árboles. Por ello se toman como referencia las que aporta la Asociación Eléctrica Argentina (AEA Nº 95301) que recomienda no plantar especies arbóreas que superen los 4 metros de altura debajo de la línea. La Especificación Técnica Nº T 80 de Agua y Energía Eléctrica define una distancia mínima de 2,5 metros entre las líneas de Media Tensión y los árboles.

Esta situación en la práctica no siempre puede cumplirse debido a que la mayoría de las veces la ubicación de los postes, coincide o se encuentran muy próxima con la línea del arbolado público en donde se encuentran ejemplares de diversos tamaños.

Líneas de Alta Tensión

En el caso de las líneas de Alta Tensión, es obligatorio mantener una **pista despejada y libre de árboles o construcciones**, de 12 m de ancho a cada lado del eje de la línea (Figuras 5.22, 5.23 y 5.24).

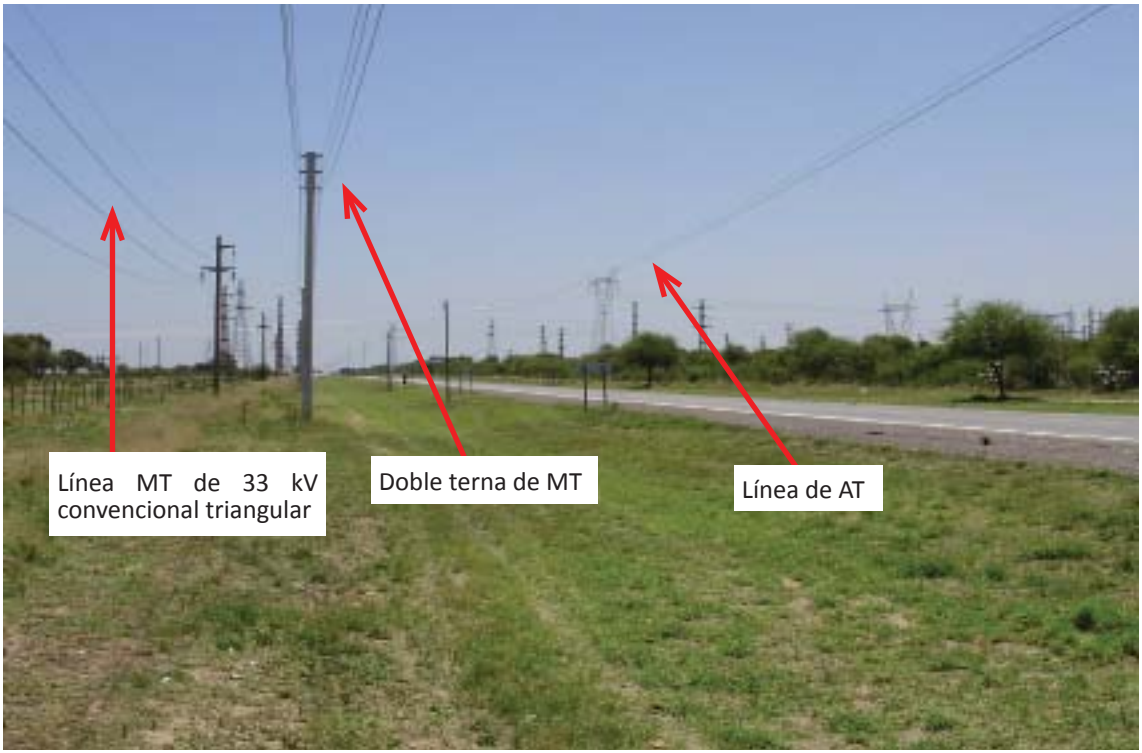


Figura 5.22. Zona de servidumbre despejada con líneas de Media Tensión doble terna de 33 kV y línea de simple terna triangular de 33 kV.

Figuras 5.23. Línea de Alta Tensión (132 kV), cuya franja de servidumbre cuenta con plantación de cañaverales. Las prácticas de quema, durante la época de cosecha suelen ocasionar interrupciones.

Figura 5.24. Línea de Extra Alta Tensión (500 kV), con franja de servidumbre de 100 metros totalmente despejada.

Manejo arbóreo en torno a líneas eléctricas de Baja y Media Tensión

En otros países se ha avanzado bastante en reglamentaciones que consideran la ubicación de los ejemplares y las distancias que deben existir entre las ramas de los árboles y los cables, como así también en el tipo de especies que deben utilizarse para arbolado. La Figura 5.25 ilustra un ejemplo de Nueva Zelanda, un país con similitud a la Argentina en cuanto a densidad y patrones de distribución poblacional. La disposición espacial que se propone, aporta seguridad, aun en condiciones de temporales y vientos fuertes en torno a líneas eléctricas de Media y Baja tensión:

Zona 1: Libre de ramas. Zona central en la cercanía inmediata de los cables que debe estar libre de ramas. Esta zona es variable según el voltaje de la línea, pero nunca debe ser menor a un radio de 50 cm alrededor de la línea.

Zona 2: De atención. Anillo alrededor de la zona 1, en la cual debe vigilarse la presencia de ramas, cuyo crecimiento potencial pueda llevarlas a invadir la zona 1.

Zona 3: De trabajo profesional. Esta zona corresponde al anillo exterior que incluye a las dos primeras y dentro de la cual sigue existiendo riesgo potencial.

En la práctica existen situaciones donde resulta necesario controlar la copa de los árboles, en particular cuando las ramas invaden la denominada "zona de atención". Cuando esto sucede es necesario intervenir al árbol para darle la forma y estructura compatibles con el tendido eléctrico.

Figura 5.25. Estándar en Nueva Zelanda: Zona 1 libre de ramas (0,5 m para líneas de 230 V, 1,6 m para 11 kV y 2,5 m para 33 kV). Zona 2 de atención: aquella en la cual debe notificarse a la empresa de la presencia de ramas. Zona 3 de trabajo profesional.

Importante:

Siempre que se deba intervenir o extraer un ejemplar del arbolado público, cualquiera sea el motivo, debe contarse con la autorización del municipio, comuna u organismo de vialidad que corresponda.

Se debe tener en cuenta que el trabajo en proximidad a líneas eléctricas es una tarea de alto riesgo, por lo que en todos los casos que se realicen operaciones de poda, sólo puede participar personal capacitado y con el equipamiento de seguridad adecuado.

La elección de las especies adecuadas

Una manera de evitar o minimizar la invasión de las zonas de seguridad alrededor de las líneas consiste en el uso de especies adecuadas. La gran mayoría de los conflictos pueden resolverse con la aplicación rigurosa del concepto del **árbol apropiado en el sitio correcto**, que en esta situación, quiere decir que, para cada ambiente existe una serie de especies cuyas características y morfología nos permiten prever que el contacto con las líneas será escaso o nulo.

Las Tablas 3.1, 3.2 y 3.3 (Capítulo 3) presentan un listado de especies clasificándolas por sus dimensiones. La mayoría de las especies listadas en la parte superior de la tabla (en verde) tienen dimensiones tales que pueden ser plantadas en cercanía de cualquier línea de Media o Baja Tensión sin que deban esperarse mayores problemas a futuro. En este análisis se excluyen las líneas de Alta Tensión que no admiten ningún tipo de arbolado en la franja de servidumbre.

La Figura 5.27 está compuesta por una serie de especies alternativas cuyas dimensiones las hacen compatibles con el cableado. Para mayores detalles sobre ellas ver descripciones en el Capítulo 8. La Figura 5.28 a su vez muestra una serie de distancias en función de distintas especies alternativas posibles, basadas en las Tablas 3.1 y 3.2 del Capítulo 3.

Figura 5.27 (de A a H). Especies de dimensiones reducidas, con alturas usualmente no superiores a 6 m de alto, que pueden emplearse cuando existen conflictos potenciales con el cableado.

Naranjo agrio
C

Tevetia
F

Arrayán
D

Guarán
G

Ligustro variegado
E

Jazmín magno
H

Crespón	Pata de vaca	Plátano
Tevetia	Horco cebil	Ibirá puitá
Calistemon	Chivato	Tipa blanca
Naranjo agrio	Mora	Pacará
Lapachillo	Hovenia	Lapacho rosado
Ligustro variegado	Fresno americano	Lapacho amarillo

Figura 5.28. Ejemplos de especies y distancias adecuadas en relación con tendidos eléctricos que minimizan los problemas en rutas y caminos vecinales.

LITERATURA

EDET. Gerencia Técnica – Medio Ambiente. 2011. Manual de manejo arbóreo sustentable bajo líneas de distribución eléctrica. 43 pp.

http://www.riversideca.gov/utilities/pdf/elec/treeline_nomarks.pdf

http://www.oriongroup.co.nz/downloads/Trees_LV_lines.pdf

http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1429F.pdf

http://www.vector.co.nz/electricity/trees-and-lines/safe-distances

Zsabo M. Árboles de Santo Domingo. 2010. http://www.intec.edu.do/arbolado/arbolado_documentos.htm

CAPÍTULO 6

EL ALUMBRADO PÚBLICO Y LOS ÁRBOLES

Carlos Kirschbaum y Alberto Cabello

INTRODUCCIÓN

La vegetación en avenidas, calles, veredas y espacios públicos de una ciudad influyen en la calidad ambiental, en el bienestar de las personas y en el acondicionamiento de superficies y edificios. En lo que respecta a este capítulo se analizará el rol que desempeñan los árboles en la apariencia visual de los distintos lugares, en el tránsito, en la seguridad y en la visibilidad de vehículos y peatones.

En el conjunto de factores que intervienen en este tema, la interacción entre las instalaciones de alumbrado público y la vegetación urbana es una cuestión relevante que requiere la consideración de ciertas condiciones para lograr una relación equilibrada disminuyendo la ocurrencia de conflictos que degraden los importantes servicios que ambos ofrecen a la población y a las ciudades.

¿Cómo se solucionan las distintas situaciones que pueden surgir? Las respuestas son muchas, sin embargo para encontrar soluciones satisfactorias es necesario entender que se trata de establecer un punto de convivencia de dos componentes dependientes entre sí y de otros condicionantes vinculados con las características de los entornos donde se emplazan, de las funciones que los mismos desempeñan en la trama urbana y de las demandas de la gente que utiliza esos lugares.

Uno de los conflictos a considerar es la obstrucción de la luz emitida por las luminarias por parte del follaje de los árboles. Sobre el particular tanto vecinos, miembros de municipios, empresas de servicios públicos y privados deben entender, cada uno en el nivel y esfera de responsabilidad que le corresponda, esa interdependencia y actuar en consecuencia. La pregunta básica a responder es: ¿para resolver el conflicto se debe actuar sobre el árbol o sobre el sistema de alumbrado?

En muchos países el interrogante está considerado en recomendaciones para la gestión y mantenimiento del arbolado urbano donde la relación con el alumbrado público es considerada en detalle.

En Tucumán esta cuestión no ha sido incorporada efectivamente en la agenda de los organismos responsables de estos servicios por lo que es notoria la desconexión de acciones y las escasas iniciativas de los distintos sectores involucrados. A esto se suma una incompleta cultura ciudadana que se traduce en frecuentes acciones espontáneas y/o negligencias que resultan en el deterioro de la foresta de la ciudad.

La provisión de iluminación artificial en zonas arboladas de la ciudad involucra balancear beneficios, limitaciones y funciones analizando la situación en conjunto. En vías de circulación urbanas es necesario tener en cuenta la densidad del tránsito vehicular y peatonal, las características del área a iluminar, si se trata de una zona comercial, residencial, de interés paisajístico, etc. En el caso de vehículos es importante precisar la probable variedad y tipos que se desplazan por la zona a iluminar.

En las páginas siguientes se aportan fundamentos para armonizar la interacción entre la vegetación y el alumbrado urbano tomando en cuenta situaciones frecuentes en ciudades, pueblos y vías de circulación de la provincia de Tucumán.

LA ESCENA VISUAL

El espacio donde circulan conductores de vehículos y peatones modifica su apariencia visual y condiciones de visión durante el día y la noche. En ciudades y rutas ambos aspectos están influenciados con independencia del horario por el grado de contaminación atmosférica, el estado del clima y la estación del año.

De día la iluminación se modifica además con la hora, orientación y dimensiones de vías de circulación, arquitectura, presencia o no de vegetación.

Durante la noche la escena visual se define por la iluminación dispersa en la atmósfera urbana que en general se denomina polución lumínica (ver **Polución Lumínica**). La iluminación nocturna es provista por diversas fuentes, en primer lugar el alumbrado público. Las luces de los vehículos son una contribución variable, la iluminación de los edificios es otro aporte (dependiente de las actividades que albergan, ubicación, tamaño, las reflexiones en fachadas ya sea por iluminación específica de resalte o por incidencia de luces del entorno). Se agregan además las iluminaciones de carteles, marquesinas y vidrieras, también influye la luz reflejada en las superficies de calzadas dependiente del tipo de superficie y de las incidencias luminosas sobre ella. Es necesario considerar a la vegetación que puede obstruir o reflejar la luz que incide en sus follajes. En esta enumeración se debe agregar por último la luz provista por la luna y el cielo.

Los conductores de vehículos transitan a diferentes velocidades dependiendo de la función de la vía de circulación, observan una escena con variada complejidad a través del parabrisas en caso de conductores de autos, ómnibus y camiones o directamente con los ojos para los que manejan motocicletas, bicicletas o carros a tracción a sangre. Los tiempos de reacción de estos conductores dependen de la velocidad de desplazamiento y del tipo de estímulo visual que demandan maniobras certeras y rápidas.

El peatón no tiene una dirección preferencial de observación, transita a menor velocidad con tiempos de reacción y observación que dependen de tareas o situaciones a resolver: orientación, apreciación, contacto social y/o prevención.

LÁMPARAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO Y ESPACIOS VERDES

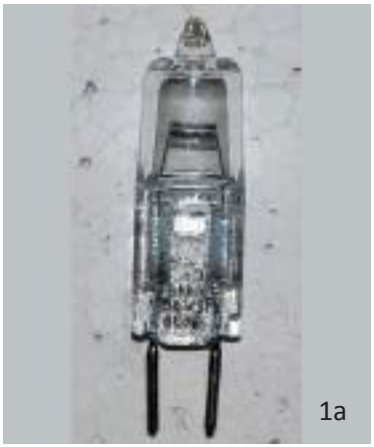
El mercado actual de lámparas ofrece distintos tipos de fuentes con eficiencias, colores y duraciones diversas, como se resumen en el cuadro 1 en **Lámparas para iluminación de veredas, calzadas y espacios verdes,** donde se incluyen desde la tradicional y probada lámpara incandescente hasta nuevas tecnologías como la de estado sólido que se propone como alternativa para el alumbrado público para el futuro.

La realidad tecnológica y económica de San Miguel de Tucumán incluye mayoritariamente tres tipos de lámparas a descarga (vapor de sodio, mercurio y mercurio con agregados halógenos), por lo que las referencias y ejemplos que se incluyen corresponden a situaciones donde se utilizan este tipo de tecnología. Existen alternativas que incluyen otros tipos de lámparas como por ejemplo la incandescente halógena, fluorescente compacta y de estado sólido.

POLUCIÓN LUMÍNICA

La luz reflejada o emitida directamente por los artefactos se dispersa en la atmósfera generando efectos importantes para la calidad de la instalación de alumbrado y del medio ambiente visual. La aureola luminosa que envuelve a ciudades, poblados y rutas durante la noche es un resultado inevitable de la distribución de la luz artificial en los distintos lugares. El diseño, la selección de luminarias y lámparas son herramientas para controlar este fenómeno, donde además participan activamente, carteles luminosos, marquesinas, vidrieras, la emisión lumínica de edificios, fachadas, etc. En muchos casos el alumbrado público interfiere en la vida privada en viviendas o en el trabajo en edificios. La reducción de visibilidad compromete también la visión del cielo nocturno. La polución lumínica fuera de control representa además una importante porción de energía desperdiciada.

Cuadro 1. Lámparas para iluminación de veredas, calzadas y espacios verdes.


1a

1b

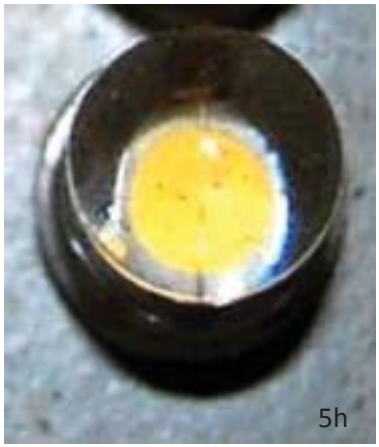
2c

3d

3e

4f

4g


5h

5i

Incandescente halógena (IH) (1); Posee un filamento de alambre tungsteno enrollado en un plano vertical de tamaño reducido que se enciende en el interior de una cápsula de vidrio de cuarzo llenado con gas halógeno **(1a)** lo que le permite funcionar a altas temperaturas emitiendo una luz más blanca que la tradicional; dura entre 2000 - 3000 hs consumiendo 30% menos energía eléctrica que la incandescente tradicional, 20-36 lm/W. La cápsula de cuarzo se monta dentro de un bulbo de vidrio con una forma similar a la de la lámpara incandescente **(1b)**. La reproducción de colores es excelente. Emite mucho calor. Reducida atracción de insectos. Adecuada para iluminar jardines, galerías y glorietas. Su costo es entre 5 a 7 veces mayor que la incandescente tradicional. Potencias para iluminación de destaque u orientación: 52, 70, 140W .

Fluorescente compacta (FC) (2c)*; diseñada con tubo de vidrio de formato en espiral y provista de equipo auxiliar incorporado para su instalación en artefactos con receptáculos a rosca E27. Comercialmente se la denomina "lámpara de bajo consumo" por su eficacia luminosa cinco veces mayor que una incandescente equivalente en flujo luminoso, con una duración entre 3000 a 8000 hs. Se la ofrece con tres tipos de color de luz: blanco, blanco cálido y luz día. Aceptable reproducción de colores y elevada atracción de insectos. Emite poco calor. El funcionamiento en lugares con encendidos y apagados frecuentes reduce su duración; demora varios minutos en estabilizar la emisión luminosa. Apta para instalar en áreas residenciales, calles y veredas angostas, sendas peatonales y para bicicletas. Su precio es 9 a 12 veces superior al de la incandescente. 45 – 65 lm/W. Potencias: 65, 80W.

Sodio de alta presión (SAP) (3)*. Emite una luz con predominio de colores naranjas y amarillos. Se ofrece con bulbo de vidrio recubierto **(3d)** o transparente con forma ovoidal o tubular **(3e)**. Eficacia luminosa entre mediana y alta, 39 – 120 lm/W, vida 20.000 hs, Baja atracción de insectos; regular reproducción de colores. Apta para la iluminación de vías de circulación vehicular. Potencias: 70, 100, 150, 250W.

Mercurio halogenado (MH) (4)*. Eficacia luminosa alta, 74 – 95 lm/W. La descarga se produce en un tubo de cuarzo montado dentro de un bulbo de vidrio transparente **(4f)** o recubierto **(4g)**, de forma ovoidal o tubular. Buena reproducción de colores, vida 5000 - 12000 hs. Elevada atracción de insectos. Apta para iluminación de calles, veredas y espacios públicos. Potencias: 70 – 400W.

Estado Sólido (LED) (5). Cada pastilla semiconductora **(5h)** posee una eficacia luminosa entre 53 – 120 lm/W, larga duración, 25.000 – 45.000 hs; buena reproducción de colores, alta atracción de insectos, elevada generación de calor. Las pastillas luminosas se instalan en artefactos **(5i)** con potencias entre 20 – 200W para diversas aplicaciones en alumbrado exterior.

* Funciona con mercurio, lo que implica riesgos de contaminación ambiental y en la salud de la gente en caso de rotura del tubo de vidrio o de los quemadores de cuarzo, requiriendo procedimientos de depósito y tratamiento de residuos.

DEMANDAS VISUALES

En las calles y veredas los conductores de vehículos y los peatones ejecutan con la visión diferentes tareas.

Figura 6.1. Campos visuales a través del parabrisas de un conductor durante la noche y el día. A, Av. Gobernador del Campo durante la noche; B, calle Bernabé Araoz de día.

Figura 6.2. Veredas con naranjos en San Miguel de Tucumán de día y noche. A, calle Monteagudo, de día nublado las sombras sobre veredas disminuyen; B, calle Marcos Paz de noche.

Los conductores necesitan (Figuras 6.1 A y B):

- **Buena visión en la zona limitada por el parabrisas, la superficie de desplazamiento y áreas adyacentes.**
- **Iluminación suficiente sobre la calzada, cordones de veredas, cruces de calles y sendas peatonales.**
- **Facilidad para detectar vehículos, transeúntes y obstáculos.**
- **Reconocer las señales viales.**
- **Leer carteles, nombres y numeración de calles.**
- **Identificar colores de luces de otros vehículos, semáforos, pinturas o dispositivos retrorreflectores.**

En las zonas de tránsito peatonal se requiere (Figuras 6.2 A y B):

- **Disponer de luz suficiente en el entorno particularmente en planos verticales y horizontales**
- **Detectar obstáculos sobre veredas.**
- **Leer direcciones de edificios, nombres de calles, carteles y señales.**
- **Reconocer rostros de otros transeúntes.**
- **Identificar colores de señales de tránsito.**

CONFORT Y APARIENCIA VISUAL

Las tareas visuales en el desplazamiento por la ciudad pueden cambiar con la presencia de vegetación. Los follajes y troncos de árboles interfieren en la visión de las escenas de los distintos tipos de usuarios. Las consecuencias de esta interferencia afectan la apariencia visual de los sitios y la visibilidad de las personas. En ese sentido lo que caracteriza a la interacción del arbolado urbano con la iluminación son las sombras.

En horarios diurnos la vegetación controla el efecto de la radiación solar en personas, en el ambiente y en los edificios. En climas como el de Tucumán esta función de la vegetación es muy importante tanto en lo que se refiere a reducir la temperatura sobre edificios, veredas, zonas de estacionamiento de vehículos y superficies de calzadas como también en el control de la radiación ultravioleta (UV) sobre peatones, que es un factor de riesgo vinculado al desarrollo de afecciones cutáneas. En la Figura 6.3 se ejemplifica una cubierta vegetal generada con antiguos ejemplares de plátanos. Estos controlan a su vez, el deslumbramiento de la luz solar que incide con distintos ángulos según la hora del día.

En ciudades como San Miguel de Tucumán con diseño urbano basado en dameros con orientaciones de vías de circulación coincidentes con los puntos cardinales, el efecto de la luz del sol en horas tempranas del día como en el atardecer puede generar efectos muy molestos y hasta discapacitantes en los conductores de vehículos y peatones que circulen en esos horarios en las orientaciones Este–Oeste o viceversa. En estos casos la presencia de vegetación en calles y veredas disminuye o suprime estos efectos al apantallar el follaje de árboles los rayos perturbadores.

Figura 6.3. Cubierta de follajes de árboles. Calle Santa Fé al 400.

De noche los árboles proyectan sombras sobre veredas y calzadas, reduciendo la visibilidad de posibles obstáculos, la percepción de actitudes de peatones, dificultando la orientación. En estas situaciones es imprescindible facilitar una interacción lo menos conflictiva posible entre iluminación pública y vegetación. La Figura 6.4 ilustra el caso de una calle con grandes árboles en ambos lados donde el sistema de alumbrado ilumina la calzada proyectando densas sombras sobre las veredas.

Cuando las especies existentes en veredas angostas son de mediano porte, como por ejemplo naranjos, el desafío es grande para el diseñador y/o encargado del mantenimiento del alumbrado público. En las Figuras 6.2 A y B se muestran naranjos plantados en veredas en las que proyectan sombras de día beneficiando el confort térmico de transeúntes y vehículos estacionados (Figura 6.2 A) mientras de noche (Figura 6.2 B) dificultan el desplazamiento y orientación de peatones al ser proyectadas por el alumbrado, diseñado como en el caso de la fotografía, atendiendo sólo a las necesidades visuales de conductores de vehículos, como se muestra también en Figura 6.4.

Figura 6.4. Calle con árboles grandes y frondosos sobre ambos lados con sistema de iluminación para la calzada. Las sombras en veredas son notables.

La ausencia de alternativas contra esta severa obstrucción de la iluminación sobre veredas y fachadas promueve iniciativas de los vecinos para reducir esta deficiencia que compromete el tránsito, orientación y seguridad de peatones. La deficiencia de iluminación promueve decisiones de los vecinos que instalan artefactos de iluminación sobre las fachadas de viviendas y edificios lo que incrementa el consumo de energía y la diversidad de lámparas, equipos y sistemas de montaje.

Las Figuras 6.5 A y B muestran dos ejemplos de instalaciones de este tipo de iluminación adicional en una calle de S. M de Tucumán con grandes árboles y en edificios con aceras con naranjos.

La solución para esta severa obstrucción de la iluminación sobre veredas, es diseñar instalaciones de alumbrado con artefactos instalados en ambas zonas de circulación, veredas y calzadas, o el montaje de los artefactos sobre la línea municipal, privilegiando la iluminación para el peatón en el caso de vías de reducida circulación vehicular. En ambos casos la distribución de puntos luminosos alternada o en tresbollillo contribuye a lograr una mejor uniformidad e iluminación general.

En lugares donde el ancho de las veredas es importante, estos efectos negativos para la iluminación pueden controlarse con diversas alternativas de diseños. En la Figura 6.6 se muestra un ejemplo donde la iluminación decorativa de una heladería no sólo destaca la fachada sino también ilumina las veredas reduciendo la presencia de sombras de especies medianas como el naranjo y también con árboles de gran dimensión como el plátano con calzadas iluminadas con lámparas de vapor de sodio.

Figura 6.5. Instalaciones sobre fachadas para mejorar la iluminación en veredas. A, vereda con grandes árboles; B, iluminación de frentes de edificios en veredas con naranjos y alumbrado público unilateral sobre calzada.

Figura 6.6. La Iluminación de fachadas reduce las sombras proyectadas sobre veredas. Esquina Santiago del Estero y Catamarca.

VEGETACIÓN URBANA, PAISAJE Y GUÍA VISUAL

La vegetación en calles influye significativamente en la calidad y funcionalidad visual de sitios urbanos. Por ejemplo, estudios realizados en otros países en zonas comerciales, indican que el arbolado favorece la asistencia y el comportamiento de las personas que deben realizar gestiones en esos lugares.

En lo que se refiere al desplazamiento vehicular, algunas recomendaciones consideran que la presencia de árboles de alturas mayores al ancho de la calzada induce a los conductores a reducir la velocidad.

La vegetación contribuye a la calidad, confort y satisfacción de las personas con otros aportes en la provincia de Tucumán que definen una identidad propia mediante las flores de lapachos, tarcos y otras especies, en el caso de los naranjos además agregan el aroma de los azahares.

EL COLOR DE LA LUZ Y LA VEGETACIÓN

Las lámparas utilizadas en los artefactos de alumbrado público emiten luces con diferentes colores que influyen significativamente en la apariencia y visibilidad de los sitios y la vegetación en calles, veredas o espacios verdes. Las lámparas más utilizadas son del tipo deno-

Figura 6.7. Calle de San Miguel de Tucumán con lapachos amarillos y rosados mezclados con naranjos.

minado de descarga gaseosa dependiendo el color de la luz emitida de los materiales excitados por el arco eléctrico que genera la radiación y en los polvos que recubren el bulbo de vidrio según los modelos utilizados.

Los tres tipos de lámparas más frecuentes en las instalaciones de alumbrado urbano locales, vapor de sodio (SAP), mercurio (M) y mercurio con agregados halógenos (MH), tienen distintas cualidades. La primera emite una luz donde predomina el color naranja mientras que en la radiación del segundo y tercer tipo predominan los colores verdes y azules. En la Figuras 6.8 y 6.9 se muestran ejemplos de iluminación de una plaza con Lámparas de sodio de alta presión y con mercurio halogenado.

Las Figuras 6.10 y 6.11 muestran los efectos de la iluminación artificial en calles céntricas arboladas de la ciudad iluminadas con MH y SAP respectivamente.

Figura 6.8. Iluminación con SAP (2005-2010) Plaza Urquiza, San Miguel de Tucumán.

Figura 6.9. Iluminación con MH (2011) Plaza Urquiza, San Miguel de Tucumán.

Figura 6.10. Iluminación con MH. Calle 25 de Mayo, San Miguel de Tucumán.

Figura 6.11. Iluminación con SAP. Calle Marcos Paz, San Miguel de Tucumán.

Las Figuras 6.12 A y B muestran el efecto en la escena visual de una calle arbolada en la ciudad de Porto Alegre, Brasil cuando la iluminación provista por lámparas de vapor de mercurio es reemplazada por lámparas de sodio de alta presión.

La elección del tipo de lámpara depende de otros factores, además del color de la luz que emiten, entre ellos el precio y la eficiencia energética. Las lámparas SAP poseen mayor eficiencia, es decir generan más luz en relación a la energía eléctrica que consumen, pero el efecto de la luz emitida por estas lámparas en objetos, personas y plantas es de una pobre reproducción de colores. Las lámparas MH poseen una menor eficiencia lumínica y mayor calidad en la reproducción de colores. La elección de la lámpara a utilizar estará vinculada a estos dos aspectos si se verifica igualdad o similitud de costos de instalación y operación.

En zonas de la ciudad donde interesa no sólo los niveles lumínicos sino también la apariencia de objetos, personas y edificios, lámparas con emisión cromática del tipo de la MH son aconsejables. En cambio en zonas donde interesa asegurar una adecuada visibilidad para peatones y vehículos con menor calidad en la reproducción de colores las SAP son las adecuadas con el agregado de un menor consumo energético.

MONTAJE DEL ALUMBRADO Y LA VEGETACIÓN

Los árboles plantados en la ciudad son de diversas especies que representan diferentes tamaños de follaje y alturas. Estas dos características son referencias importantes en el diseño de la iluminación pública junto con el ancho de veredas y calles en el caso de arbolado de alineación.

Las especies aptas para arborizar la ciudad abarcan ejemplares de pequeño, mediano y gran porte, cubriendo un rango de alturas desde 4 hasta 20 metros o más. El tamaño y forma del follaje también es variado. En el Capítulo 3 se incluye una clasificación de especies con características aconsejables o existentes en distintas ubicaciones y zonas urbanas realizada a partir de propuestas y estudios de diversos autores.

Las recomendaciones sobre diseño y mantenimiento de instalaciones de alumbrado en

Figuras 6.12 A y B. Renovación de lámparas de vapor de mercurio (A) por sodio de alta presión (B) en una calle de Porto Alegre, Brasil.

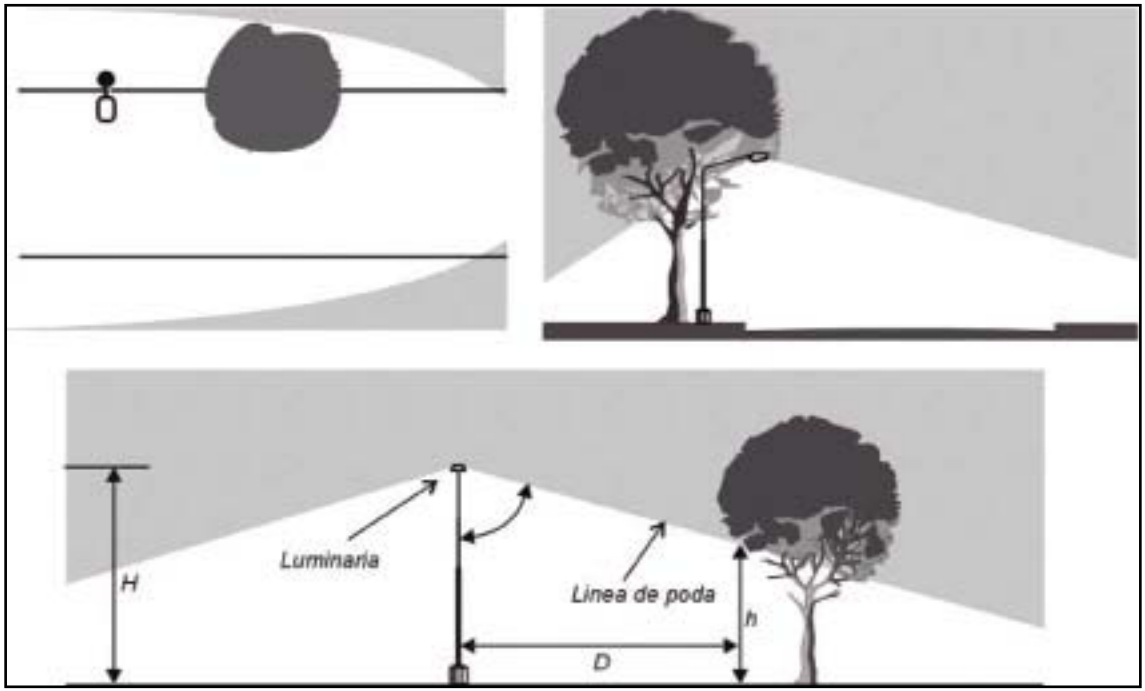


Figura 6.13. Poda de árboles.

zonas arboladas ofrecen indicaciones para lograr la mejor integración entre alumbrado y vegetación. Una estrategia de poda y mantenimiento del arbolado y del sistema de alumbrado articulada es indispensable para preservar la coexistencia de estos componentes y la eficacia del servicio (Figura 6.13).

Las pautas básicas indican que las columnas de alumbrado deben ubicarse en posiciones separadas a la de los árboles, evitando posiciones próximas a los troncos de la vegetación existente. En la figura se muestra un ejemplo de una instalación en veredas con naranjos y con distribución de columnas a tresbolillo. El ejemplo de la Figura 6.14 corresponde a un diseño donde se prevé iluminación sobre la vereda y la calzada desde cada columna.

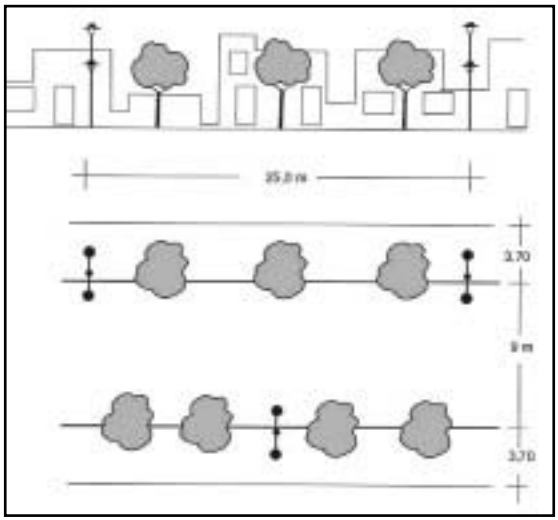


Figura 6.14. Ubicación de columnas en sectores con vegetación.

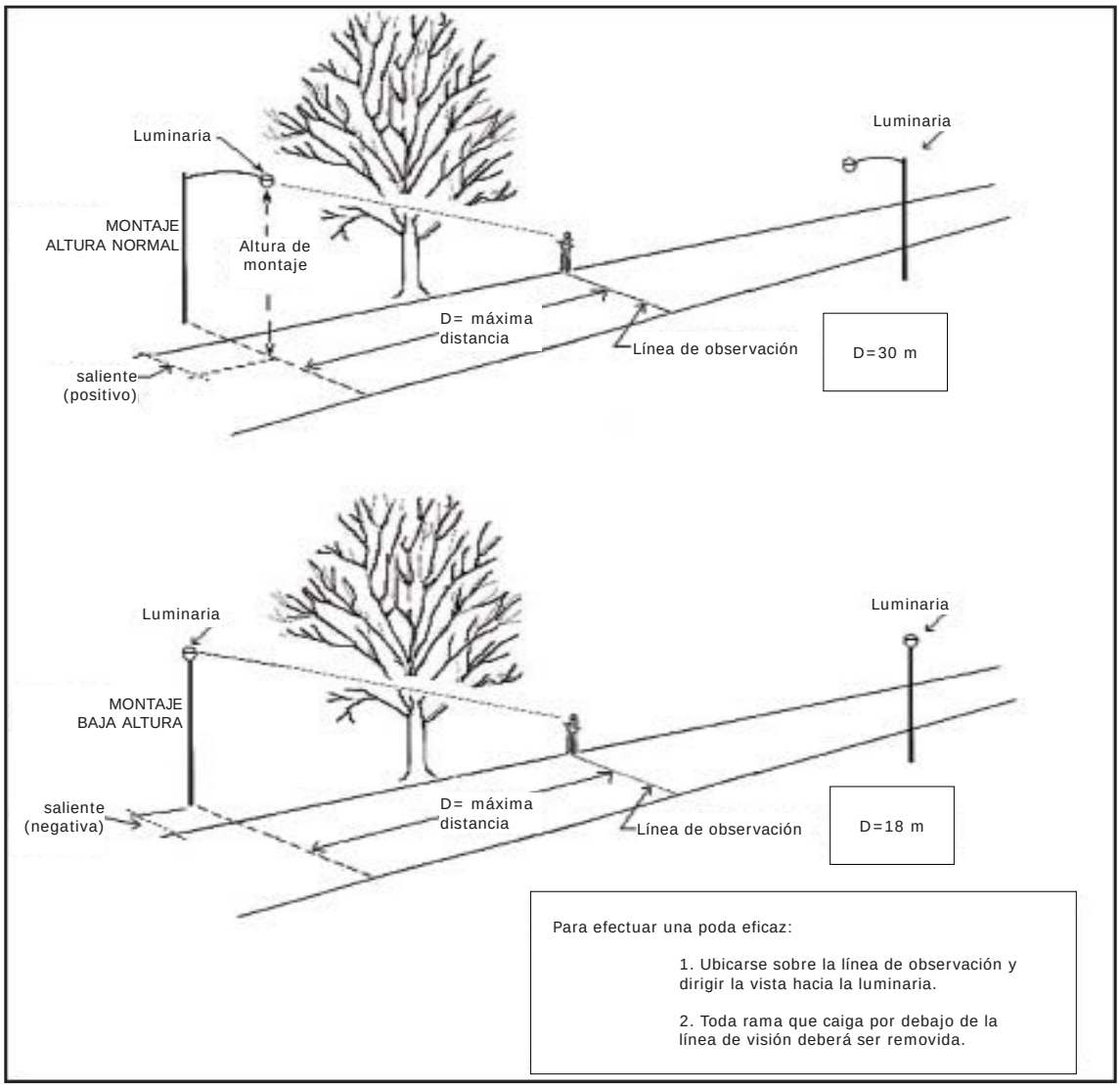


Figura 6.15. Follaje y ubicación de luminarias.

El follaje debe ser controlado en el espacio donde se propaga la luz emitida por las luminarias. La intersección de las direcciones de emisión de la luz con el follaje debe comprometer las zonas inferiores de éste, sus ubicaciones dependen de la altura de montaje, de la óptica de los artefactos, del porte y dimensión del follaje de las especies implantadas. (Figura 6.15). Para ello, el diseño del sistema de alumbrado y la elección de la especie a implantar están estrechamente relacionados.

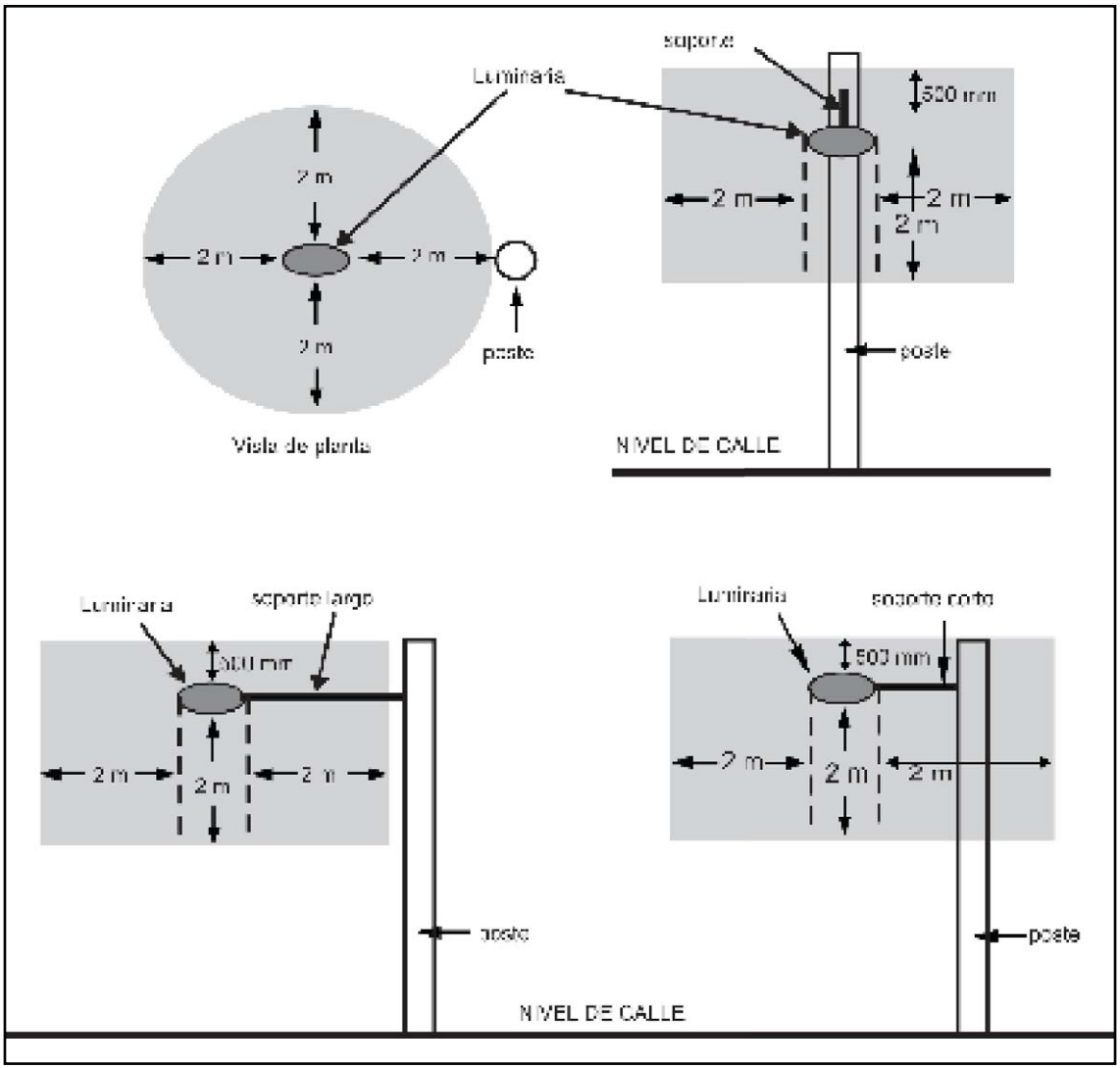


Figura 6.16. Distancias mínimas de montaje de luminarias respecto al follaje.

En la Figura 6.16 se especifican distancias mínimas a mantener entre el artefacto y el follaje del árbol, según una recomendación de Australia, en otros países estas distancias pueden ser de 1 m.

El objetivo es facilitar la creación de una zona donde la luz emitida por la luminaria ilumine las superficies de interés minimizando las obstrucciones del follaje.

INSTALACIONES DE ALUMBRADO EN ZONAS ARBOLADAS

En esta sección se describen propuestas y soluciones que intentan orientar para la consideración de instalaciones nuevas como de renovación del alumbrado con vegetación existente en zonas características de una ciudad.

Calles con densidad de tránsito peatonal y vehicular mediana y alta (Figuras 6.17 – 6.21)

Veredas: 3-4 m de ancho: calles: 9 m de ancho.

Instalación Tresbolillo – separación entre columnas por vereda: 30m.

Lámpara 1 (calle): Sodio alta presión tubular clara 70W tipo VIALOX SUPER.

Lámpara 2 (vereda): Fluorescente compacta 42W.

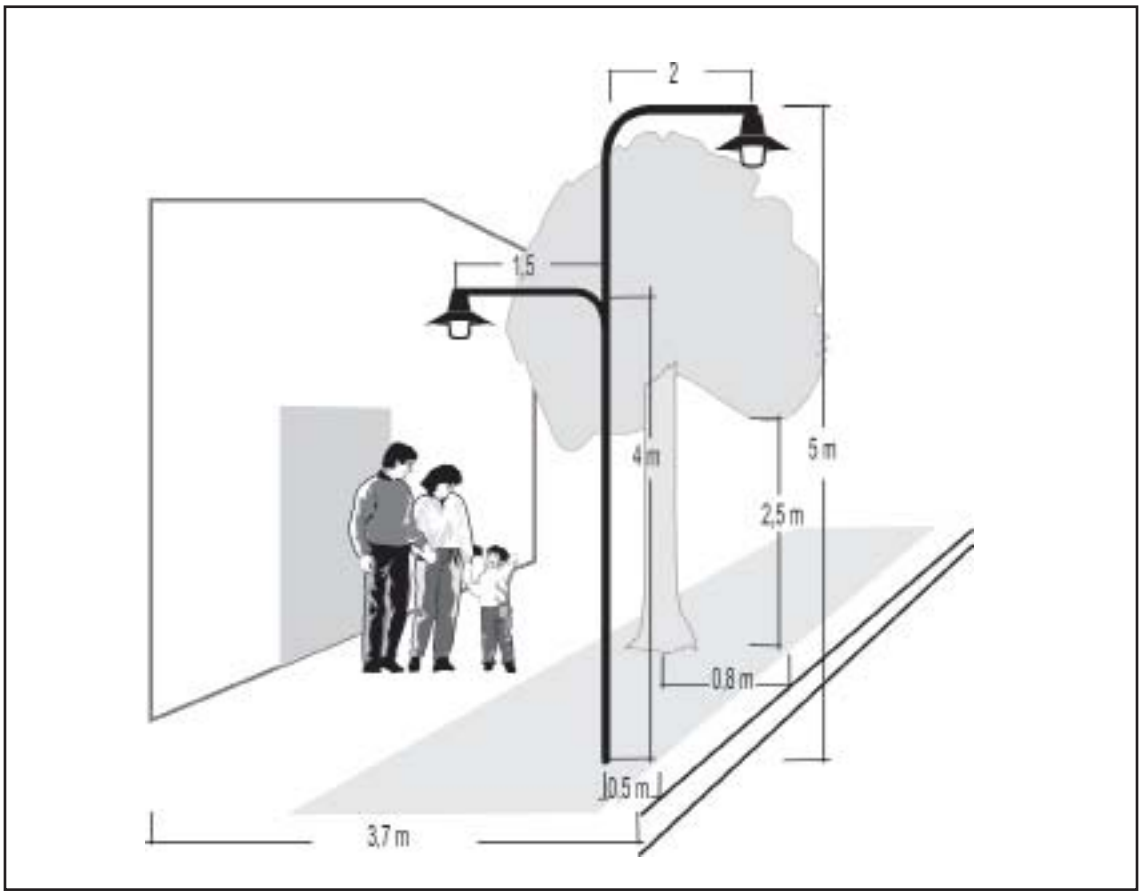


Figura 6.17. Montaje para iluminar vereda y calzada.

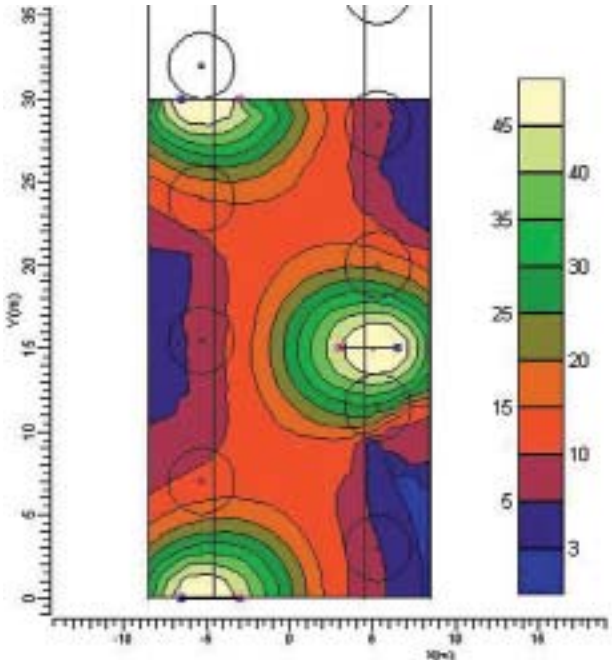


Figura 6.18. Curvas de distribución de la Iluminación sobre la calzada con el montaje que se indica en Figura 17

Figura 6.19. Distribución a tresbolillo. Barrio Obispo Piedrabuena

Figura 6.20. Distribución unilateral. Barrio Obispo Piedrabuena

En las Figuras 6.19 y 6.20 se muestran dos tipos de geometrías para la distribución de luminarias en un área residencial: a tresbolillo (Figura 6.19) y unilateral (Figura 6.20).

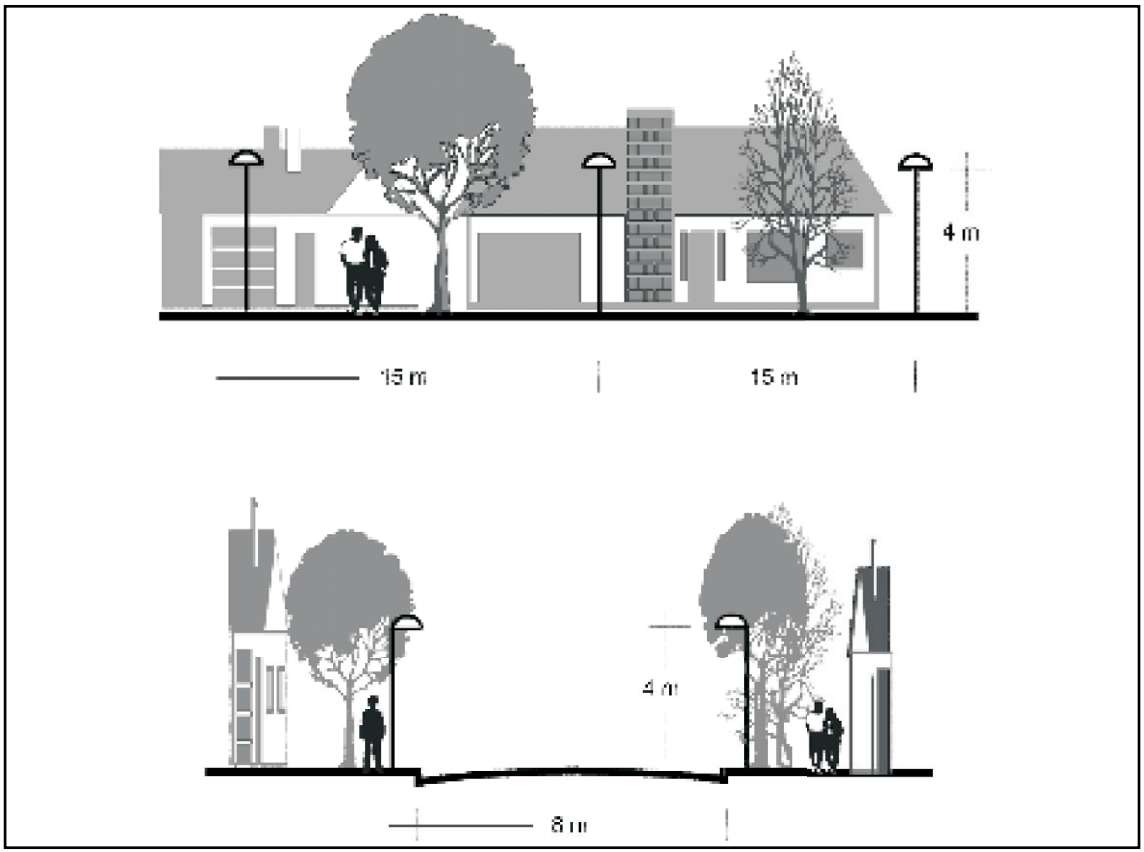


Figura 6.21. Instalación para un área residencial.

USO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS EN ILUMINACIÓN DE ÁREAS RESIDENCIALES

El diseño de esta aplicación consiste en el aprovechamiento de las características de la lámpara fluorescente compacta, para proponer una instalación que, siendo capaz de suministrar valores luminotécnicos adecuados, pueda además integrarse al entorno en el cual ha de funcionar evitando conflictos funcionales, de escala y/o de colisión con otros elementos componentes de ese espacio, en especial la vegetación.

Un ejemplo del uso de fluorescente compacta en iluminación de áreas residenciales se muestra en Figura 6.21. El diseño del alumbrado es para una calle de mediano tránsito automotor y alto uso peatonal con vegetación de mediano porte. Se utilizan lámparas FC de 23W con formato de tubos paralelos instaladas en posición horizontal dentro de una óptica de aluminio pulido que distribuye el flujo luminoso de la lámpara en direcciones coincidentes con las direcciones de desplazamiento del tránsito a lo largo de las vías de circulación. La geometría de la instalación es bilateral enfrentada.

RENOVACIÓN DEL ALUMBRADO EN AVENIDA CON ÁRBOLES EN PLATABANDA Y VEREDA

La renovación del alumbrado público puede alterar el paisaje urbano por distintos motivos. Uno de ellos es en relación a la coexistencia con la arboleda existente. En una instalación de iluminación que se desea modificar, la situación más común es que en el tiempo transcurrido los árboles crecieron y desarrollaron sus follajes, modificando de este modo las condiciones de iluminación de las superficies debajo de ellas. Es así como tanto en veredas como calles aparezcan zonas con sombras proyectadas por el sistema de iluminación a través del follaje de los árboles.

En la Figura 6.22 se muestra una solución a este problema en un caso concreto en San Miguel de Tucumán. Se trata de una avenida de dos carriles por mano con instalación de alumbrado en la reserva central. Los árboles están ubicados en la platabanda central y a ambos lados sobre las veredas. Este ejemplo se aplica a casos con ancho de veredas de 4 – 5 m y calles de 9 – 10 m.

La reducción de las alturas de montaje se indica en Figura 6.22 mientras en las Figura 6.23 A y B se incluyen fotografías de la avenida iluminada durante la noche y de día.

La instalación de alumbrado original estaba formada por artefactos apantallados montados en columnas a 11,5 m de altura. En el momento de la renovación, la luminaria, con la instalación existente, se ubicaba dentro del follaje de los lapachos como se indica en la Figura 6.22 con línea de trazos. La empresa responsable de la reconversión propuso reducir la altura de montaje hasta que el artefacto quedara por debajo del follaje y la Municipalidad aceptó la modificación.

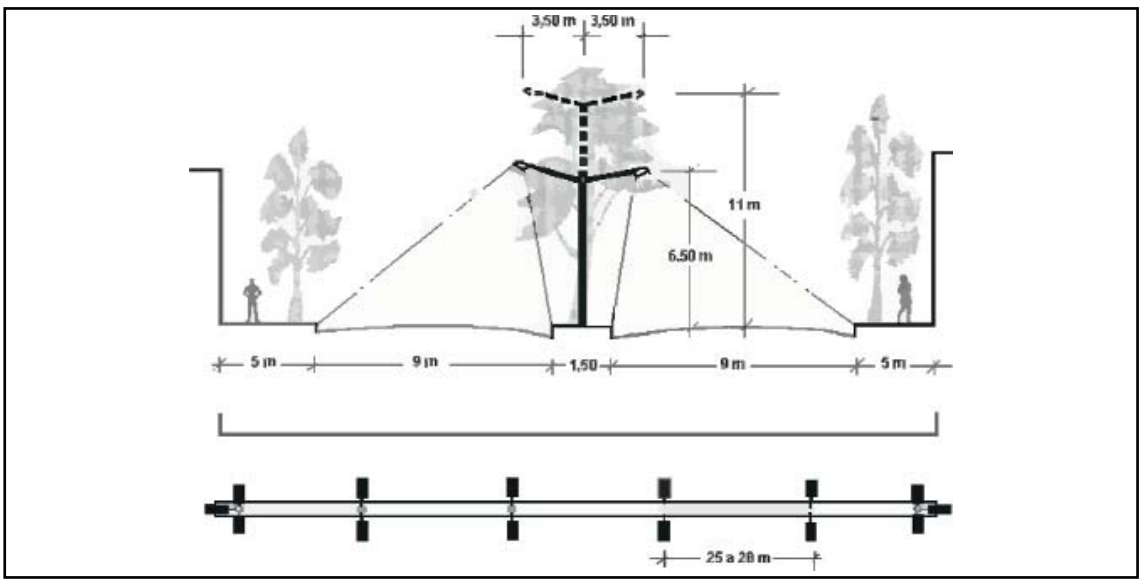


Figura 6.22. Instalación de alumbrado en una avenida sobre platabanda central con árboles. La instalación antes de la modificación se indica con líneas de trazos, la nueva con línea llena.

Para esta avenida y otras con similares situaciones, se estableció la nueva altura de montaje en 6,50 m. Como el distanciamiento entre columnas no se modificó, para reducir costos de instalación, se decidió cambiar la luminaria por un modelo de distribución ancha para compensar parcialmente la variación en uniformidad que se produce al reducirse la altura de montaje sin modificar el espaciamiento. La nueva instalación se muestra en la figura con línea llena.

Este caso es un ejemplo donde la creatividad y conciencia de preservación de árboles importantes para el paisaje y la historia del lugar por parte de los empresarios y la amplitud de criterio de las autoridades municipales posibilitaron un alumbrado que coexiste con el arbolado minimizando impactos sobre la vegetación y la iluminación resultante.

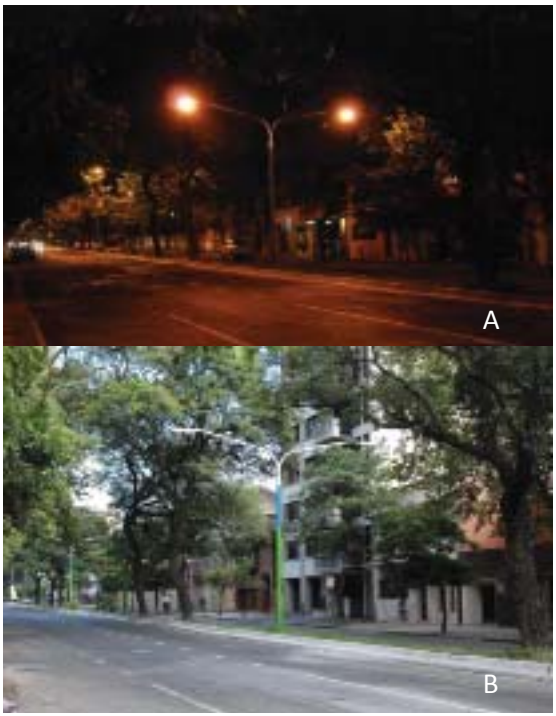


Figura 6.23. Reducción de la altura de montaje de luminarias para limitar interferencias con el follaje de lapachos. Av. Sarmiento, San Miguel de Tucumán, de noche y de día.

ALTERNATIVA PARA PASAJES

Este caso involucra a áreas residenciales con veredas y calles angostas, típicas de zonas donde la circulación vehicular es baja con intenso tránsito de peatones en veredas donde existen árboles de porte mediano con follaje denso y perenne como el naranjo. Se propone la geometría de instalación en tresbolillo, con lámpara SAP de 70W, con columnas montadas sobre la línea municipal próxima a las fachadas, de modo de iluminar preferentemente la vereda en vez de la calzada, ya que la circulación de vehículos es muy reducida. La altura de la luminaria es 4,5 m. Veredas: 1,5 - 2 m; calles 6 -7 m (Figura 6.24).

El ejemplo considera una situación frecuente en áreas residenciales donde el uso de veredas y el espacio exterior es ocupado por peatones. Para ello es necesario diseñar la instalación de alumbrado considerando prioritaria la iluminación de veredas. El naranjo es un árbol complicado para el diseñador de iluminación, por su altura, diámetro y densidad de follaje. La instalación de los postes de alumbrado sobre la fachada posibilita iluminar la vereda por donde circula la mayor parte del tránsito en esas áreas y mediante una adecuada selección del artefacto iluminar adecuadamente la calzada como lo muestra la distribución de niveles en la Figura 6.25. Un dato interesante de esta propuesta es que permite la utilización de lámparas SAP de 70 W lo que reduce el consumo energético de la instalación.

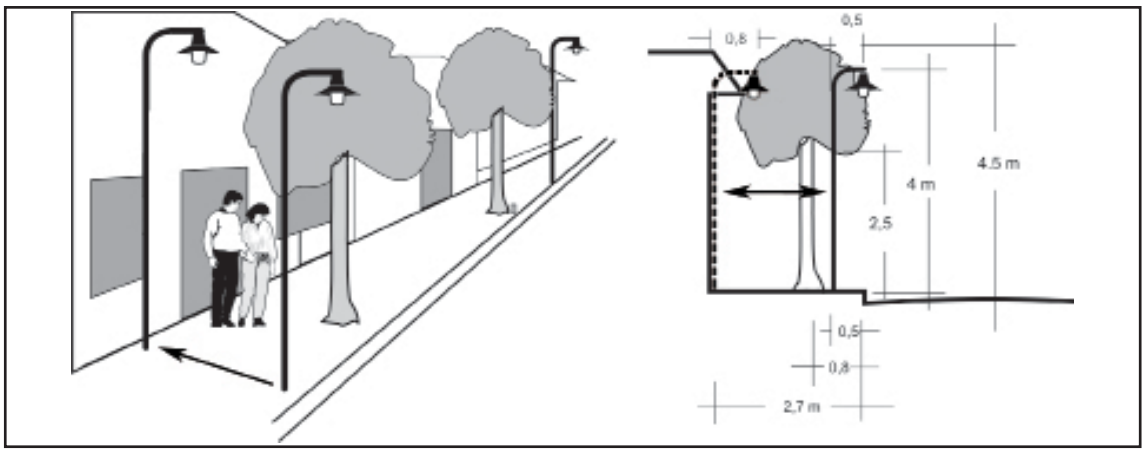


Figura 6.24.- Instalación para pasajes con calzadas de 6-7 m de ancho.

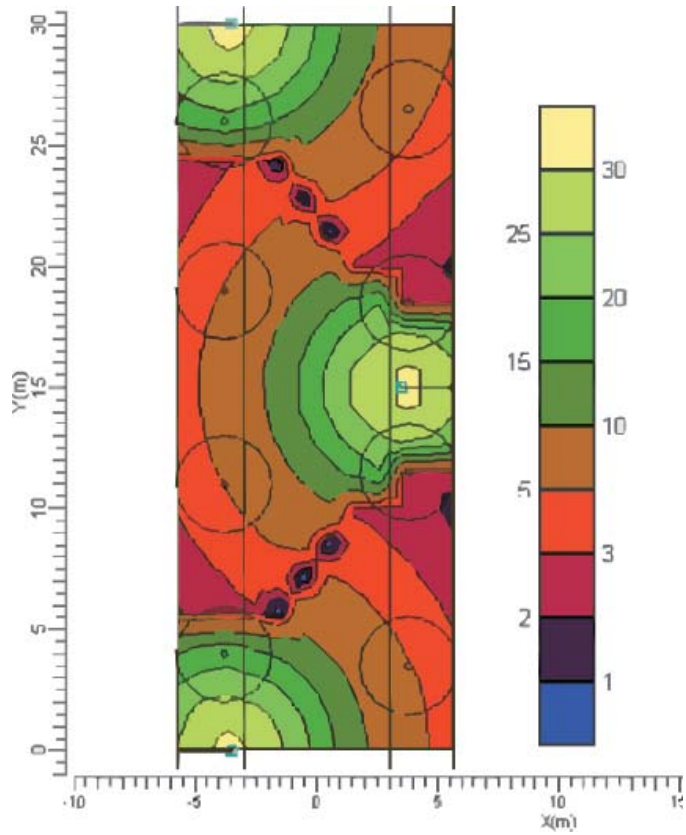


Figura 6.25. Niveles de iluminación para pasajes y columnas próximas a fachadas.

AVENIDA DE TRÁNSITO INTENSO CON GEOMETRÍA BILATERAL ENFRENTADA Y VEREDAS ARBOLADAS

Es el caso típico en toda ciudad importante. Por lo general son vías de circulación de dos o más carriles por mano, con importante tráfico automotor e intensa actividad comercial. Se efectúa un estudio de la influencia de la presencia de la especie fresno en el sistema de iluminación actual de una vía de tránsito en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La metodología consiste en la simulación del espacio urbano de la avenida considerando la presencia de tres fresnos por vano (espacio entre dos columnas de alumbrado consecutivas) como situación más desfavorable por ser máxima la producción de sombras sobre la vereda. La cantidad máxima de tres fresnos por vano tomada como cantidad más desfavorable, obedece a que por sus dimensiones características (ver Figura 6.26), esto es, un diámetro de copa de 8 m, una altura de suelo a base de copa de 4 m y una altura máxima de 14 m, solamente es posible el desarrollo pleno de tres ejemplares en el vano promedio de 30 m.

En cada columna se monta un brazo soporte hacia la vereda con farolas cilíndricas con louver y pantalla superior, equipadas con lámpara de Sodio Alta Presión (SAP) tubular súper de 100W (10500 lm), a una altura libre de 4 m, y una penetración en la vereda de 1 m. En la Figura 6.27 se presenta una salida gráfica del programa de cálculo utilizado y una vista de planta de la instalación, donde se puede observar la disposición de las columnas de alumbrado con sus luminarias en relación al modelo de Fresno Americano inserto en el vano.

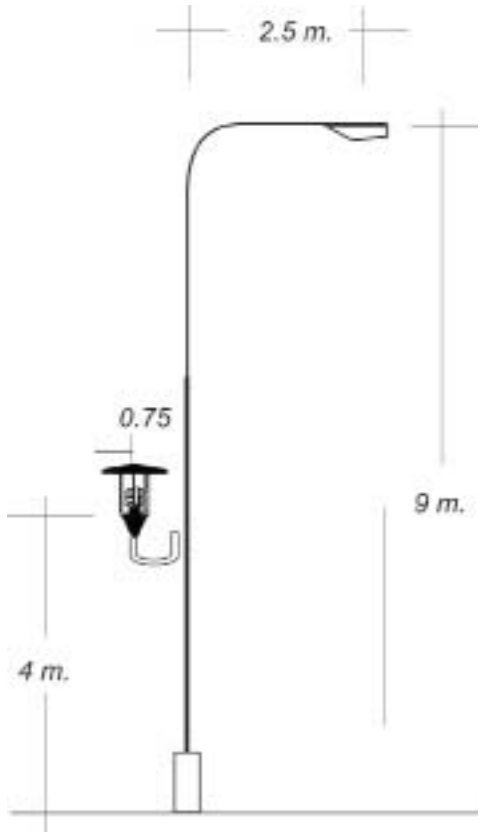


Figura 6.26. Instalación con luminarias sobre vereda y calzada.

Características de la zona: área comercial y residencial.
Ancho calzada: 20 m; **Ancho Vereda:** 5m;
Fachadas: a ambos lados de la calle con separaciones de 30 m.
Disposición de postes de alumbrado: bilateral enfrentada; **Luminaria:** reflector de aluminio estampado anodizado y refractor de vidrio prismático al borosilicato, semiapantallada.
Lámpara: sodio alta presión 250 W, separación entre columnas (vano): 30 m; brazo pescante: 2,50 m; inclinación pescante: a = 0º.
Altura libre: 9m.

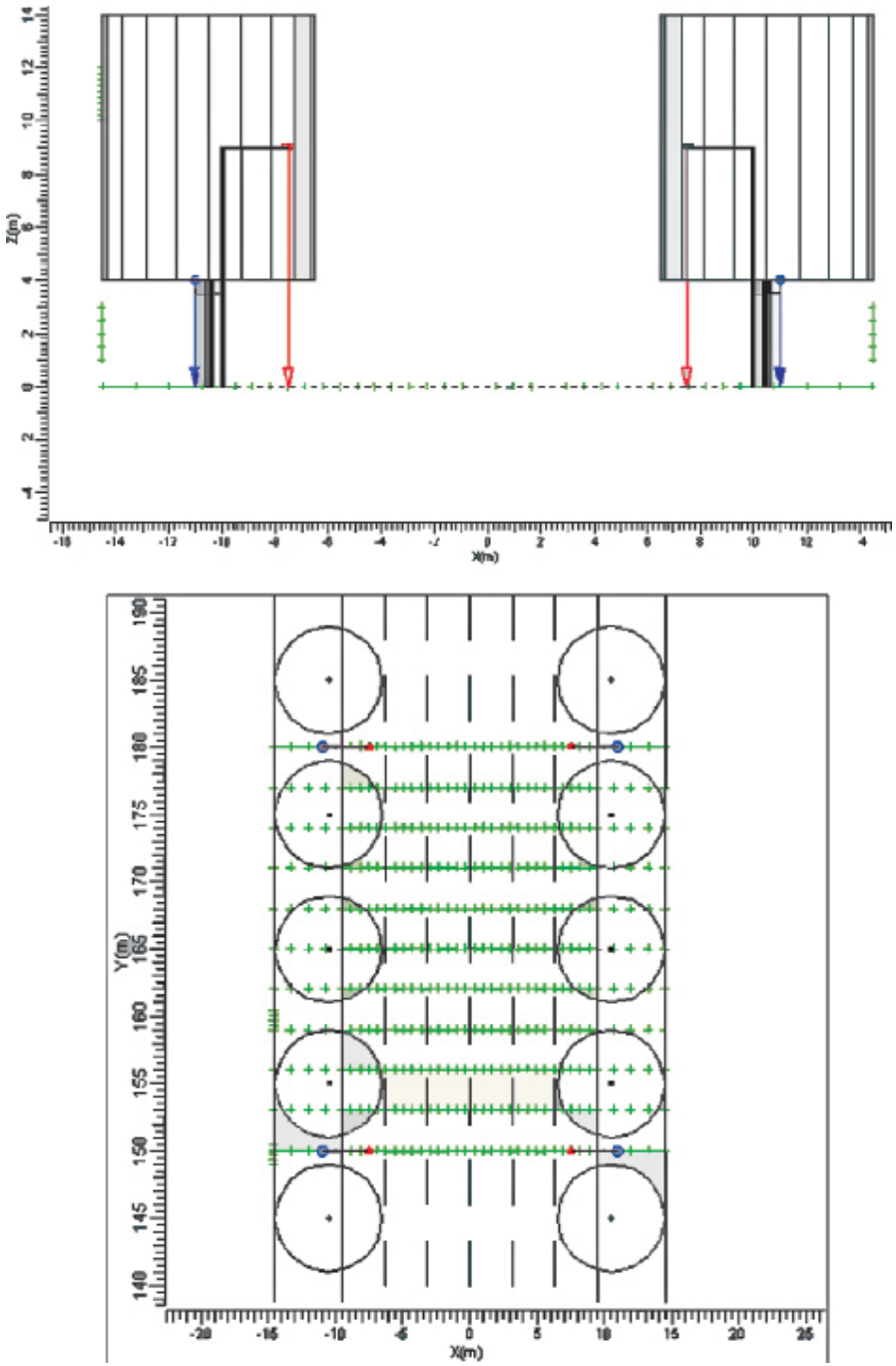


Figura 6.27. Vistas de corte transversal y planta del modelo de la instalación.

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES EN ACERAS. CASO DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

Un estudio de las distintas especies de árboles para cada región, para diferentes espacios urbanos, en cuanto a su crecimiento, tamaño, y en relación a la geometría de las luminarias, contribuye a una mejor selección y combinación con los sistemas de iluminación y montaje. Con estos objetivos se desarrolló un estudio en calles de San Miguel de Tucumán.

Se analizaron tres calles en San Miguel de Tucumán, con geometría similar y con árboles característicos de la región: naranjo, plátano y jacarandá. Se relevó el espacio, la distribución de las sombras proyectadas, tanto en la vereda como en las fachadas, y se midió la iluminancia horizontal, vertical y semicilíndrica. Respecto de la producción de sombras sobre veredas por interferencia entre árboles y sistema de alumbrado público, el naranjo y el plátano generan sombras densas; en cambio la sombra producidas por el jacarandá es ligera.

Geometría de las instalaciones

Para analizar la influencia de cada especie en un mismo sistema de alumbrado, se estudiaron calles con similares características geométricas: ancho de calzada y de vereda, similar separación entre columnas de alumbrado y altura de montaje de luminarias, equipados con la misma luminaria y lámpara. Se tuvo en cuenta las proporciones del recinto urbano, espacio exterior, paredes y piso. Se consideró el árbol como elemento integrante de un todo arquitectónico, o sea su ubicación relativa en el espacio, tanto en planta como en corte, lo que significa registrar en cada sector la cantidad de árboles.

Densidad de árboles por metro lineal

La distribución de árboles en cada instalación es irregular. Por ello, la iluminancia en una instalación sin árboles alcanza valores semejantes de iluminancias y uniformidades en ambas aceras. Con arbolado los valores muestran apreciables diferencias entre zonas en cada vereda. Esto se explica por la desigual distribución de árboles a ambos lados de las columnas. Por este motivo se propone el análisis de un índice de calidad, denominado DML o densidad de árboles por metro lineal, que es igual al cociente entre la cantidad de árboles presentes en la distancia que separa dos columnas consecutivas de alumbrado (vano), y el valor en metros del vano. Los valores extremos son: DML = 0 y DML = 1. El primero se cumple cuando no existen árboles en el vano (situación de máximo nivel de iluminación), y el segundo corresponde a la presencia de un árbol cada metro lineal, o sea el caso extremo de una cortina de árboles. Entonces cuanto menor sea el DML, mejores serán los valores de iluminancias horizontal, vertical y semicilíndrica, además de la uniformidad. Del análisis de los registros surge que los mayores DML, corresponden a calle con presencia de naranjos.

Este índice se modifica si en una instalación se agrega o elimina árboles en el transcurso del tiempo. En una vereda desprovista de árboles, DML = 0 y las iluminancias promedio en ambas veredas son las de diseño. Si el DML aumenta, o sea se incrementa la cantidad de árboles por metro lineal, los valores de iluminancias horizontal y vertical van a disminuir a medida que DML crezca. Se evidencia la tendencia inversamente proporcional entre iluminancia y DML. La disminución de los niveles de iluminancia

con el aumento de la cantidad de árboles por vano varía linealmente.

Para otras especies se puede realizar un análisis semejante, se obtendrían variaciones lineales, con diferentes pendientes de rectas para cada especie.

Análisis comparativo

Considerando las características de cada especie para mantener las proporciones óptimas, en altura y diámetro, se puede realizar el siguiente análisis.

Naranjo: La mínima distancia entre ejemplares deberá ser de 4 m, en función de su copa de forma esférica regular, de follaje compacto, tronco recto y diámetro entre 3-4 m. En el relevamiento realizado dicha distancia oscila entre 5 y 11 m, cumpliéndose esta premisa. Su altura es de 3,5 a 5 m. Con respecto a la luminaria existente, la copa de los árboles se encuentra más baja, de esta manera la proyección de sombras intensas sobre la vereda y especialmente en las fachadas generan valores de iluminancia bajos en estas zonas. La sombra diurna de esta especie no es suficiente para nuestras características ambientales. Al ser de copa baja, la iluminancia semicilíndrica resulta insuficiente durante la noche para el reconocimiento de rostros según las recomendaciones.

Plátano: Para respetar su forma esférica extendida, de copa irregular y follaje denso; tronco recto, diámetro entre 12 - 15 m; la distancia mínima entre troncos consecutivos deberá ser de 12 m. En el relevamiento efectuado la distancia entre ejemplares oscila entre 5 y 9 m, por lo cual no se cumple lo antedicho. Como resultado podemos apreciar que los ejemplares se han desarrollado en forma no controlada (tronco más bajo, copa más extendida) produciendo grandes superficies de proyección de sombra en el recinto. La sombra diurna que ejerce esta especie es óptima para nuestra región; pero de noche es densa, creando manchones de bajos niveles de iluminancias sobre la vereda y fachada, como es el caso de la vereda opuesta, donde no se alcanza el nivel de iluminancia vertical recomendado y lo mismo para uniformidad en la vereda, en particular con geometría bilateral de la instalación.

Jacarandá: La distancia mínima recomendada entre árboles es de 8 m, dada su forma extendida y follaje repartido. En el relevamiento la distancia medida oscila entre 7,50 y 15 m y su diámetro es mayor, por lo que necesitaría una distancia aproximada de 12 a 15 m para poder crecer conservando sus proporciones.

Propuesta

Teniendo en cuenta las características de desarrollo de cada especie considerada, con el concepto introducido de DML, se propone un manejo del arbolado urbano que contemple no sólo las necesidades de cada especie para su óptimo crecimiento y mantenimiento, sino también una correcta distribución de iluminancia sobre el recinto urbano. Si bien es cierto que este estudio se efectuó teniendo en cuenta casos reales de tres especies comunes en el municipio, puede aplicarse a otras especies de tamaño y forma similares al naranjo, plátano y jacarandá, como las enumeradas en la Tabla 3.1 del Capítulo 3.

El análisis con DML puede ser de utilidad en las siguientes situaciones:

A) Sin alteración del modelo de instalación de alumbrado, en el caso de nuevas urbanizaciones, como por ejemplo en el caso de planes de viviendas, el DML ayuda a determinar la cantidad de árboles por vano a plantar. Tomando en cuenta la geometría considerada de calles, el vano típico (en San Miguel de Tucumán es de 30 m), se propone la siguiente concentración de árboles por vano, teniendo en cuenta la clasificación de Tabla 3.1 del Capítulo 3:

- **Naranjo, crespón, ligustre**:
  3 árboles por vano (DML < 0,1)

- **Fresno, lapacho, tarco:**
  2 árboles por vano (DML <0,07)

- **Plátano, tipa, pacará:**
  2 árboles por vano (DML < 0,07)

En el caso del naranjo, considerando sólo las características de esta especie, su función vital en el recinto urbano y la importancia de su sombra diurna, en 30 metros se puede sembrar alrededor de siete árboles, con una distancia entre eje de tronco de 4 a 5 metros. Esto no condice con la cantidad de árboles que se propone considerando sólo el DML (tres árboles en vano de 30 m) para lograr una óptima distribución lumínica; con siete árboles disminuyen notablemente los valores de iluminancia; pero con tres árboles por vano, tampoco su sombra protegería eficazmente al peatón durante el día, por lo tanto en esta situación convendría elegir alguna de las otras especies de mediano porte (tarco, lapacho o fresno).

B) En el caso del arbolado existente antes de ejecutar una futura reconversión del alumbrado, el DML puede servir para determinar el vano máximo de la nueva instalación, con el cual podamos mantener los niveles mínimos de iluminancia semicilíndrica para reconocimiento de rostros.

C) En las zonas no comprendidas en los casos A) y B), sembradas con naranjos, crespón o ligustre, donde ya se haya efectuado una reconversión del alumbrado público, por ejemplo, sería conveniente efectuar estudios conducentes a la implementación de un sistema de alumbrado residencial complementario al existente para asegurar niveles mínimos recomendados de iluminancia sobre veredas, paredes y rostros.

Para el caso A) se recomienda el lapacho rosado, como especie autóctona que contempla mejor las necesidades ambientales de nuestra región, por lo tanto su sombra no impide que haya buenos niveles de luminancia en el recinto de noche, ni que la sombra diurna proteja de las altas temperaturas en esta época del año, además esta especie produce la misma sombra casi todo el año, y se ve muy bien en el perfil del recinto urbano.

LITERATURA Y REFERENCIAS

Akbari H., Pomerantz M., Taha H., Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas, Solar Energy, Elsevier Science Ltd, Vol. 70, No. 3, pp. 295–310, 2001.

Ben-Joseph E., Residential Street Standards & Neighborhood Traffic Control: A Survey of Cities' Practices and Public Officials' Attitudes, Institute of Transportation Studies, University of California at Berkeley, 1995.

Cabello A, Kirschbaum C, Polución Lumínica Urbana, Manual de Iluminación, Capítulo 14, pag. 297-308, editado por la Asociación Argentina de Luminotecnia, Noviembre 2001.

Cabello A., Kirschbaum C., Evaluación de la eficiencia luminosa y energética de instalaciones de alumbrado público de bajo costo, Actas IX Congreso Panamericano de Iluminación, LUXAMERICA, tomo I, Rosario, Argentina, Asociación Argentina de Luminotecnia, pág. IV–71 - IV–80, 2008.

Cabello A., Kirschbaum C., Vegetación urbana y Alumbrado Público, LUZ2004, Rosario, Argentina, 2004. http://www.aadl.org.ar/article.

Colombo E, Kirschbaum C, Manzano E, Cabello A, Sandoval J, Raitelli M, Arreyes V. Asesoramiento sobre gestión y explotación del alumbrado público de la ciudad autónoma de Buenos Aires, Informe DLLYV, Noviembre 2003.

Energy Australia, NS 179 Vegetation Safety Clearances, April 2002, Plus NSA 1277, 29 Oct 2002 pag. 6, & NSA 1295, 11 May 2004.

Grant R. H, Gordon M. Heisler, Wei Gao, Estimation of Pedestrian Level UV Exposure Under Trees, Photochemistry and Photobiology, 75(4): 369–376, 2002.

Gregory McPherson E., Muchnick J., Effects of street tree shade on asphalt concrete pavement performance, Journal of Arboriculture 31(6), pp. 303-309, November 2005.

IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), American National Standard Practice for Roadway Lighting, ANSI/IES RP-8, pp. 18-20, 1983.

Kathleen L. Wolf, Public response to the urban forest in inner-city business districts, Journal of Arboriculture 29(3): pp. 117-126 May 2003.

Kirschbaum C, Cabello A, “El Medioambiente Visual Urbano: el caso de San Miguel de Tucumán”, publicado como Capítulo 15 en el libro titulado “Desafíos Ambientales del Gran San Miguel de Tucumán”., pp. 241-260, editado por la Fundación Miguel Lillo de San Miguel de Tucumán; ISBN 987-9390-78-4. Tucumán, Marzo 2006.

Kirschbaum C, Raitelli M, Evaluación Subjetiva y Fotométrica del Alumbrado Público de la ciudad de Porto Alegre, Informe Final, DLLYV – UNT, Dic.1998.

Kirschbaum C, Sepúlveda R, Guardia A, Alvarez A, Appropiate technology for public lighting refurbishment, Proc. 23th CIE Conference, New Delhi, India, 360-63 Noviembre1995.

Kirschbaum C., Cabello A., Raitelli M, Sandoval J, Alonso H, Estudio de la Iluminación Pública del Barrio Obispo Piedrabuena, Informe DLLYV, junio 2003.

Kirschbaum C., Tonello G., Mas J., Raitelli M., Social and Environmental aspects of lighting in urban and rural areas, Procc. CIE Midterm Meeting and the Light and Lighting Conference 2009, Budapest, Hungría.

Sepúlveda R, Alvarez A, Kirschbaum C., Alumbrado publico: gerenciamiento para la reconversión y mantenimiento, Luminotecnia, ed. AADL, Nro 50, 1996.

FOTOS

Figuras 6.1, 6.2. B, 6.5 A, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11, 6.19, 6.20, 6.23 : Alberto Cabello.

Figuras 6.2 A, 6.3, 6.4 y 6.5 B: Carlos Kirschbaum.

Figuras 6.12 A y B: Mario Raitelli.

CAPÍTULO 7

RÉGIMEN JURÍDICO DEL ARBOL PÚBLICO URBANO

Ana de la Vega de Díaz Ricci

INTRODUCCION

El título menciona al régimen jurídico del árbol público urbano y es necesario formular algunas aclaraciones introductorias ya que es más frecuente el uso de la terminología "arbolado público urbano". El árbol es definido por la Real Academia Española (1) como la "planta perenne, de tronco leñoso y elevado, que se ramifica a cierta altura del suelo" (1.acepción), mientras que el "arbolado" es el "conjunto de árboles" (2. acepción). La regulación jurídica que se analizará a continuación recae sobre el árbol individualmente considerado y no sobre la universalidad a que refiere el "arbolado". La adjetivación "público" comprende a aquellos árboles que se encuentran sujetos a un régimen jurídico especial: el dominio público que excluye la regulación de los árboles de propiedad del Estado sometidos al régimen jurídico de derecho privado y el de propiedad de los particulares. Finalmente, el adjetivo "urbano" limita el campo de estudio exclusivamente a los árboles que se encuentran plantados dentro de los espacios públicos urbanos, es decir, dentro de la jurisdicción municipal. Estos espacios urbanos son los caminos, calles, parques y plazas. Cabe agregar que la regulación jurídica en la Argentina se efectúa sobre la base de un sistema federal en el que se integran tres órdenes de gobierno: la Nación, las Provincias y sus Municipios (además de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires) que cuentan con autoridades gubernamentales, tienen la titularidad dominial sobre ciertos bienes, cuentan con competencias normativas y de gestión sobre materias exclusivas y concurrentes y ejercen la jurisdicción sobre porciones territoriales determinadas. La regulación jurídica del árbol público urbano es compleja porque comprende normas emanadas de los tres órdenes de gobierno. La titularidad dominial y la gestión corresponde a los municipios. Sentadas estas premisas, se analizan las normas vigentes con especial referencia a la Municipalidad de San Miguel de Tucumán.

DOMINIO DE LOS ÁRBOLES PUBLICOS

Las normas constitucionales (2) y la titularidad del dominio estatal

La reforma constitucional de 1994 reconoció el dominio originario de las Provincias sobre los recursos naturales existentes en su territorio. El alcance del concepto de "recursos naturales" es muy amplio y no existe un parámetro normativo que permita establecer qué bienes están comprendidos en la expresión constitucional (3). Los debates de la Convención reformadora hacen referencia a los recursos mineros, ictícolas e hidrocarburos (que fueron motivo de históricos reclamos provinciales a la Nación por los derechos de explotación) como así también a los boscosos (4). Los árboles pueden considerarse desde una perspectiva científica y en el lenguaje común como "recursos naturales". El citado Diccionario de la Real Academia Española define a los recursos como el "Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa" (7. acepción) incluyendo a los recursos

naturales entre ellos. Sin embargo, no necesariamente están comprendidos en el concepto constitucional de "recursos naturales" del artículo 124 CN (Constitución Nacional). En este punto puede ser de utilidad para dilucidar su inclusión según que se encuentren en la naturaleza o bien que se trate de árboles plantados por la mano del hombre. En efecto, los árboles pueden formar parte de la universalidad jurídica "bosque" y quedar aprehendidos en la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos N° 26.331 y su complementaria en el orden provincial N° 8.304. En este caso, se trata de recursos naturales a los que refiere la norma constitucional nacional ya que son bienes que se encuentran en la naturaleza y en los que no interviene la mano del hombre para su existencia sino para su explotación. Por ello, cuando los árboles son plantados por la mano del hombre en bienes del dominio público urbano como son las plazas, calles, caminos y parques, no parece razonable su inclusión dentro del concepto del art. 124 CN. Abona esta idea la opinión esbozada por la doctrina (5) según la cual la norma constitucional comprende la noción de dominio originario provincial pero no altera las condiciones establecidas sobre la propiedad y su régimen jurídico en el Código Civil.

La Constitución de Tucumán no menciona textualmente a los recursos naturales (6). Sólo prescribe el deber de la Provincia de proteger "las reservas naturales que sirven como bancos de semillas de la flora y genética de fauna" (art. 41). La regulación constitucional local de los municipios tampoco refiere al arbolado o a los árboles ni los vincula a la propiedad municipal (7). La Ley orgánica municipal (Ley 5.529, Texto Consolidado) reconoce como propiedad municipal a "Los bienes públicos: calles, veredas, parques, plazas, caminos, canales, puentes, cementerios y todo otro bien de obra pública municipal destinado para el uso y utilidad general" (art. 53 inc. 2). Cabe destacar que esta disposición de Tucumán garantiza a los municipios la titularidad dominial de los bienes públicos urbanos y no es frecuente en las leyes orgánicas de las restantes provincias argentinas.

La regulación del dominio estatal

Conforme la clásica distinción entre dominio, jurisdicción y competencia, las normas constitucionales atribuyen a la Nación, las provincias y los municipios ciertas competencias regulatorias que inciden sobre la condición jurídica de los árboles. La Constitución Nacional establece que corresponde al Congreso de la Nación dictar el Código Civil (art. 75 inc.12). Las normas del Código establecen el régimen jurídico de las cosas, por lo que, para buena parte de la doctrina, la determinación de los bienes de propiedad del estado que se afectan al régimen de dominio público debe efectuarse por el Congreso de la Nación (8). Adicionalmente, la Constitución Nacional, impone a las autoridades - del orden federal, provincial y municipal - el deber de preservar el ambiente y atribuye al Congreso de la Nación la competencia para dictar los presupuestos mínimos de protección ambiental y a las Provincias para sancionar las normas complementarias (art. 41).

Por su parte, la Constitución de Tucumán reconoce a los Municipios atribuciones para establecer planes edilicios, la apertura y construcciones de calles, plazas y paseos, el uso de las calles, subsuelo y espacio aéreo, el control de la construcción, debiendo reglamentar y respetar

los aspectos urbanísticos de desarrollo urbano y la protección del medio ambiente (art. 134. inc. 4., apt. f, h,i e inc.7). Estas facultades municipales deben ser articuladas con las normas de protección ambiental que dicte la provincia a quien le corresponde determinar por ley "el régimen de competencia en materia ambiental, delimitando expresamente las facultades que correspondan a la Provincia y a los municipios." (art. 41 de la Constitución Provincial). La ley Orgánica Municipal (5.529) reconoce a los municipios competencias para administrar sus propiedades, establecer un plan regulador, ordenar el establecimiento de plazas, paseos, parques y dictar la ordenanza general de construcciones y las atribuciones necesarias para el ejercicio del poder de policía municipal (art. 25 inc. 19, 23 y 28 y art. 27). En consecuencia, para determinar la titularidad de los árboles públicos urbanos será necesario recurrir a las normas constitucionales y legales citadas y a las normas del Código Civil.

Las normas civiles y el régimen jurídico del dominio estatal

Al momento de dictarse el Código Civil (sancionado el 25 de septiembre de 1869, mediante la Ley Nº 340, entró en vigencia el 1 de enero de 1871 y fue reformado por Ley 17.711 del 22 de abril de 1968), las normas citadas en el punto anterior no habían sido dictadas, salvo la Constitución Nacional en lo relativo a las atribuciones del Congreso para sancionar la legislación de fondo (ex art. 67 inc. 11). Los cambios legislativos y constitucionales producidos a lo largo del siglo XX y en la primera década del siglo XXI no ocasionaron la derogación de las normas del Código Civil, particularmente las que regulan el régimen del dominio público y su titularidad.

Los árboles están plantados en las calles, caminos y plazas, y estos son bienes inmuebles afectados al uso y goce de la comunidad y según el Código Civil están sometidos al régimen de dominio público (9). Están enumerados en el Código según el cual "quedan comprendidos entre los bienes públicos:…las calles, plazas, caminos, puentes y cualquier otra obra pública construida para utilidad o comodidad común" (art. 2.340 inc. 7) y "las personas particulares tienen el uso y goce de los bienes públicos del Estado o de los Estados" (art. 2.341). Ahora bien, los árboles plantados y sus frutos no están enumerados expresamente en el Código Civil entre los bienes sometidos al régimen de dominio público. Cabe preguntarse entonces si están incluidos en ese régimen especial.

Respecto de los bienes de propiedad privada, la norma civil dispone que "Las cosas que natural o artificialmente estén adheridas al suelo, son cosas accesorias del suelo" (art. 2.331) y agrega que "son cosas accesorias aquellas cuya existencia y naturaleza son determinadas por otra cosa, de la cual dependen, o a la cual están adheridas." (art. 2.328).

El Código Civil establece que "los frutos naturales y las producciones orgánicas de una cosa forman un todo con ella" (art. 2.319).

Parte de la doctrina (10) entiende estas disposiciones del Código Civil sobre la accesoriedad y la adhesión de la propiedad privada se aplican de modo analógico a los bienes públicos y en tanto resulten compatibles con los principios del Derecho Administrativo. Esta orientación es sostenida por nuestros tribunales provinciales (11), y se afirma así que los árboles que bordean las calles, avenidas, caminos y carreteras son inmuebles por accesoriedad.

Consecuentemente, los árboles se encuentran sujetos al régimen del dominio público del mismo modo que el inmueble al cual acceden. Son inalienables, imprescriptibles, inejecutables, están fuera del comercio de derecho privado, se afectan y desafectan al régimen mediante técnicas especiales de Derecho Público y el Estado puede protegerlos mediante los mecanismos de autotutela con el ejercicio de la fuerza pública y la coacción sin necesidad de intervención judicial.

Para otros autores (13) en cambio, el Código Civil se aplica de modo directo y no analógico, discrepancia que resulta significativa cuando debe determinarse si los frutos de los árboles, sus ramas o flores pertenecen al dominio público por accesoriedad. Para la primera de las doctrinas citadas (14), el régimen de accesoriedad no es aplicable porque los frutos y flores de los árboles no contribuyen de modo permanente directo o inmediato a que el bien cumpla su destino y, en todo caso, la cuestión deberá determinarse en cada caso concreto. Como consecuencia de esta postura, las flores y frutos están excluidos del régimen de dominio público y pueden ser enajenados por el Estado mediante técnicas de derecho privado. Para la doctrina opuesta, en cambio, es conveniente aplicar un criterio objetivo por lo que quedan sometidos al régimen dominical todos los accesorios del árbol hasta que sean cortados o podados, porque cuando ello sucede, las ramas y los frutos quedan desafectados por la autoridad pública y se someten al derecho privado.

Titularidad y uso

El Código Civil prescribe que "Las cosas son bienes públicos del Estado general que forma la Nación, o de los Estados particulares de que ella se compone, según la distribución de los poderes hecha por la Constitución Nacional; o son bienes privados del Estado general o de los Estados particulares" (art. 2.339) y "son bienes municipales los que el Estado o los Estados han puesto bajo el dominio de las Municipalidades. Son enajenables en el modo y forma que las leyes especiales lo prescriban" (art. 2.334). Estas normas, en realidad, son sobreabundantes. La Constitución Nacional como norma suprema y las constituciones provinciales o las leyes locales son las que regulan la titularidad dominial de los distintos órdenes del gobierno federal por ser una cuestión de derecho público.

Las normas constitucionales y legales en Tucumán citadas en los puntos precedentes permiten afirmar, sin lugar a dudas que las calles, caminos y plazas son de propiedad de los municipios. Consecuentemente, los árboles, como accesorios de dichos inmuebles son también de propiedad municipal.

La jurisdicción para regular el régimen del árbol público urbano es, en principio, municipal por cuanto el orden de gobierno titular del dominio es también el competente para establecer las normas relativas a su uso y goce. Rige el principio de subsidiariedad según el cual corresponde la atribución y el ejercicio de las competencias al orden estatal más próximo al ciudadano en la medida de su capacidad de gestión. Cabe señalar, sin embargo, que la regulación del arbolado público urbano no puede ser ejercida por las Municipalidades a través de ordenanzas de modo exclusivo y excluyente. Las cláusulas constitucionales de la Nación y de la Provincia de Tucumán (artículo 41 de ambas normas) relativas a la protección ambiental determinan la prevalencia de la le-

gislación nacional de presupuestos mínimos y de las normas provinciales ambientales por sobre las ordenanzas municipales que pudieran contradecirlas (16). No es ocioso traer a colación la Ley 6.253 de Ambiente de la Provincia de Tucumán (B.O. 16/09/1991) según la cual quedan sometidos a ella "en lo referente a criterios económico ambientales de manejo…todas las arboledas ubicadas en el ámbito de la jurisdicción provincial. La Autoridad de Aplicación deberá emitir una autorización para todo cambio de destino de los suelos en los que estuviesen plantados, fundamentando la decisión, previa evaluación del impacto ambiental y dándola a publicidad" (art. 32). Agrega que "en coordinación con las áreas gubernamentales afines a la materia, del Estado nacional, provincial u organismos internacionales, se hará una planificación quinquenal para la reforestación, privilegiando las especies autóctonas de todas las tierras públicas, márgenes de ríos, etc., invitando al sector privado a participar en el emprendimiento" (art. 36). Dispone, además, la prohibición de "la poda o mutilación de follaje de todos los ejemplares arbóreos de parques, paseos, bordes de caminos y rutas, ríos, canales, etc. En el caso de que sea absolutamente necesario, la autoridad competente deberá expedirse y dar a publicidad los fundamentos de la decisión adoptada. Están exentos los raleos considerados labores culturales de las forestaciones." (art. 37).

Las Ordenanzas municipales pueden establecer, así, márgenes de protección adicional a los previstos en las leyes ambientales nacionales y provinciales, pero no contradecirlas. A falta de ordenanzas municipales regulatorias del arbolado público urbano, se aplican supletoriamente las leyes nacional y provincial de ambiente.

LAS NORMAS MUNICIPALES SOBRE EL ÁRBOL PÚBLICO

La Municipalidad de San Miguel de Tucumán, como titular del dominio de los árboles plantados en sus bienes de dominio público y en ejercicio de las competencias regulatorias antes descriptas, establece lo que puede calificarse como un sistema de protección del arbolado público urbano a través de las Ordenanzas 2.432/96, 3.487/04, 3.488/04 y el Código de Faltas. La Ordenanza 2.432/96 declara al arbolado "patrimonio de la comunidad" y agrega que "quedan bajo exclusiva potestad administrativa de la municipalidad" (art. 1). Esta declaración en modo alguno modifica la titularidad del dominio que corresponde al Municipio según las normas constitucionales y legales ya citadas. Las potestades administrativas que menciona no son otras que las emergentes del régimen del dominio público y le corresponden a la Municipalidad como orden de gobierno titular del dominio de los árboles, debiendo compatibilizarlas con las competencias ambientales de la Nación y la Provincia. **La autoridad de aplicación es la Dirección de Espacios Verdes que debe intervenir en materia de poda, extracción, forestación y planificación del desarrollo urbano (art. 2). Esta repartición es la única autorizada para plantar o sustituir el arbolado (art. 11).**

La regulación municipal comprende, además, un régimen preventivo con cargas, prohibiciones y responsabilidades y el consecuente régimen represivo en la Ordenanza citada y en el Código de Faltas. De modo específico, establece dos técnicas preventivas como son el Registro de Patrimonio Vegetal regulado por la Ordenanza 3.487/04 y la Certificación del Registro de Patrimonio Vegetal implementa-

do en la Ordenanza 3.488/04. Las Ordenanzas contienen también técnicas de fomento. Estos mecanismos se analizan a continuación.

Técnicas preventivas

Tienden a evitar la configuración de daños o destrucción de los árboles públicos urbanos. Comprenden las siguientes:

Registro de Patrimonio Vegetal del Municipio: Establecido por la Ordenanza 3.487/04 (art. 2 y 3) depende de la Sub Dirección de Espacios Verdes y la Dirección de Servicios Público. El registro es una base de datos que comprende dos etapas: una primera es el inventario de los espacios verdes de uso público y de los ejemplares arbóreos existentes en dichos espacios a los que deberá clasificarse. Actualmente el inventario se encuentra en ejecución. La segunda etapa es la elaboración de programas anuales de mantenimiento, plantación, reposición, corte y poda como así también del control de plagas. Tanto el inventario como los programas deben actualizarse permanentemente y la repartición responsable debe rendir anualmente informe al Concejo Deliberante sobre el arbolado y la incorporación de espacios verdes (art. 8). La Ordenanza faculta al Intendente Municipal para suscribir un convenio de colaboración con la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán y la Universidad Tecnológica de Tucumán como así también con la Sociedad Amigos del Árbol y otras organizaciones no gubernamentales ambientalistas y el Colegio de Ingenieros Agrónomos. La colaboración comprende el aporte de recursos humanos y asesoramiento (art. 4) para las tareas del registro.

Prohibiciones: La Ordenanza 2.432/96 prohíbe la poda o extracción sin autorización; ocasionar daños tales como fijar elementos extraños, barnizar, encalar o pintar ramas o tronco; construir canteros sobre elevados o lavar las veredas con agua jabonosa o sustancias que afecten al árbol (art. 3). Prohíbe también a los frentistas plantar árboles sin autorización de la Dirección de Espacios Verdes bajo apercibimiento de decomiso. Especifica las especies que no pueden ser plantadas como el gomero, el sauce, el álamo y las que se compruebe que ocasionan daño a las propiedades (art. 11).

Obligaciones y cargas a particulares: Se establecen obligaciones y cargas que deben cumplir los propietarios o residentes en inmuebles frentistas de los bienes del dominio público en los que se encuentran plantados los árboles.

- **Los propietarios o quienes residan en la propiedad deben cuidar el ejemplar realizando las tareas de riego, desbrote, protección contra depredadores como así también comunicar a la autoridad las anormalidades que detecte** (art. 10). La Ordenanza 2.432/96 resulta criticable en cuanto dispone que la "pasividad" del propietario o residente en denunciar las infracciones en perjuicio del arbolado público lo hace solidariamente responsable con los infractores. Esta extensión de la responsabilidad carece de razonabilidad jurídica y justificación práctica.
- Los frentistas deben dejar las tazas destinadas al arbolado cuando realicen la construcción o reconstrucción de las veredas, para lo cual intervienen no sólo la Dirección de Espacios Verdes sino también la Dirección de Catastro y Edificación (art. 12).
- Para realizar podas o extracciones la Ordenanza 2.432/96 exige la autorización por la autoridad de aplicación, a solicitud del

interesado y previa elaboración de un informe técnico por la Dirección de Espacios Verdes. En caso de discrepancia se recurre a una comisión ad honorem integrada por el representante técnico de la Dirección de Espacios Verdes y dos representantes por organizaciones no gubernamentales (art. 4). Las causales de poda y de extracción están diferenciadas y enumeradas por la Ordenanza 2.432/96 (art. 5). Se prohíbe expresamente y sin excepción la extracción de árboles en parques, paseos o plazas para realizar obras (art. 6). La autorización para poda o extracción debe ser solicitada con 30 días de anticipación como mínimo (art. 6) para que las tareas sean realizadas por personal de la Dirección de Espacios Verdes con el pago de una tasa. Se faculta a la autoridad de aplicación para que excepcionalmente autorice al interesado a realizar el trabajo por su cuenta y riesgo (art. 8).

- La autorización para extraer árboles conlleva para el propietario o responsable la obligación de reponer los ejemplares en las condiciones que establezca la Dirección de Espacios Verdes como así también atender al cuidado, crecimiento y reposición del árbol por el plazo de tres años. Los árboles pueden ser provistos por el vivero Municipal al precio en urbanos que fija la Ordenanza (art. 7).
- Una vez extraídos, los árboles deben depositarse en la Dirección de Espacios Verdes o el lugar que ésta indique (art. 9).
- Certificado del Registro de Patrimonio Vegetal. La Ordenanza 3.488/04 establece la obligatoriedad de su presentación para todo trámite municipal de aprobación de planos de obra nueva, refacción, ampliación o modificación como así también para la realización de obras en la vía pública y para el otorgamiento del final de obra. Es emitido por el Registro del Patrimonio Vegetal del Municipio y debe constar en él la existencia de arbolado público en la vereda, su estado y si hay interferencia con la obra proyectada. Si se trata de un conforme obra, debe indicar además de la existencia de especies arbóreas, la necesidad de recambio. Las disposiciones de la Ordenanza 3.488/04 sobre este certificado derogan implícitamente las contenidas en la Ordenanza 2.432/94 que establecía un trámite similar pero menos específico (art. 6).

Técnicas de fomento

Consisten en medios a través de los cuales se incentiva a los particulares a plantar y cuidar especies arbóreas. Estas son:

Promoción Económica: La Ordenanza 3.487/04 autoriza al Intendente municipal para otorgar mecanismos promocionales a empresas privadas para que provean vallas de protección de árboles a cambio de publicidad en el domino público (art 6 inc. a).

Incentivos honoríficos: La Ordenanza 3.487/04 establece el padrinazgo del arbolado para incentivar la participación ciudadana en el cuidado, reposición y mantenimiento de los árboles(art. 6 inc. c).

Promoción educativa: La Ordenanza 3.487/04 faculta al Intendente para realizar campañas de educación y concientización de la ciudadanía sobre la importancia de la preservación ambiental y arbolado (art. 6 inc b). La Ordenanza 2.432/96 establece también la obligatoriedad de publicación de dicha norma en forma anual en la primera quincena de marzo (art. 16).

Plantación de especies: cuando se constata inexistencia de árboles en la vía pública al momento de emitir el certificado exigido por la Ordenanza 3.488/04 en forma previa a la autorización o habilitación de obras (art. 4).

Técnicas represivas

Consisten en un régimen de sanciones que se establecen de modo general en el Código de Faltas Municipal y de modo específico en la Ordenanza 2.432/96.

De modo general, el Código de Faltas de la Municipalidad de San Miguel de Tucumán prevé que "el que infringiere las normas sobre parques, jardines y forestación, será sancionado con multa" (art. 99). La Ordenanza 2432/96 enumera las infracciones y las sanciones que se aplican para cada una de ellas (Art. 14). Establece los montos de las multas y su agravamiento por extracción no autorizada, extracción por obra nueva o remodelaciones de tres o más plantas, poda no autorizada o que deja al árbol irrecuperable o muerto, obras nuevas o remodelaciones, por muerte intencional de árboles, trabajos no autorizados, incumplimiento de cuidados. También sanciona con el decomiso la plantación o reemplazo no autorizado. Agrega que los funcionarios públicos serán pasibles de iguales sanciones por infracción a la Ordenanza.

El procedimiento sancionatorio se inicia con un acta de comprobación y se sustancia para el ejercicio del derecho de defensa del supuesto infractor ante el Tribunal de Faltas (art. 13) conforme las normas del Código de Faltas. La Ordenanza 2.432/96 agrega que la resolución que adopte el Juez de Faltas debe ser comunicada a la Dirección de Espacios Verdes dentro de los 3 días hábiles (art. 13).

La actuación de los particulares y el árbol público urbano. Los particulares cuentan también con mecanismos para proteger el arbolado público. Así, la Ordenanza 2432/96 establece que pueden interponer denuncias administrativas ante la Dirección de Espacios Verdes (art. 10). Las Organizaciones No Gubernamentales están facultadas para plantear amparos individuales o colectivos por cuestiones ambientales ante el Poder Judicial conforme a la Constitución Nacional (art. 41) y el Código Procesal Constitucional de Tucumán. Estas acciones también pueden ser entabladas por el Defensor del Pueblo.

Finalmente, cuando los árboles provoquen daños a los bienes de los particulares éstos pueden demandar a la Municipalidad como titular del bien. Así lo han resuelto los tribunales provinciales por aplicación del art. 1.113 del Código Civil.

CONCLUSIONES

El árbol público urbano cuenta en la Municipalidad de San Miguel de Tucumán con una normativa de protección que se sustenta en la Constitución Nacional, la Constitución Provincial, la Ley Orgánica de Municipalidades, la Ley de Medio Ambiente de la Provincia, el Código Civil y el Código Procesal Constitucional. Sobre estas bases se articula un régimen específico a través de las Ordenanzas 2.432/96, 3.487/04, 3.488/04 y el Código de Faltas que establecen un catálogo de actuaciones municipales y de imposición a los particulares de prohibiciones, cargas, técnicas de fomento y sancionatorias que, más allá de algunas imprecisiones terminológicas, complementa y amplia las regula-

ciones ambientales nacionales y provinciales. Este sistema de ordenanzas configura un auténtico ejercicio de la autonomía municipal por cuanto es el orden de gobierno titular del bien del dominio público quien regula en plenitud y detalle, dentro del marco normativo superior, todos los aspectos relativos al uso, goce y conservación de su propiedad.

LITERATURA Y REFERENCIAS

AAVV, Articulación de las competencias ambientales en la Nación y en las Provincias del NOA, Director: Raúl Díaz Ricci, Compiladora: Ana de la Vega de Díaz Ricci, EDUNT, Tucumán, 2008.

Abalos, María Gabriela, "Expropiación y recursos naturales en clave iuspublicista: algunos interrogantes," LA LEY 2008-C , 418.

Botassi, Carlos, "Dominio y Jurisdicción. Competencia nacional, provincial y municipal" en VVAA, Organización Administrativa, Función Pública y Dominio Público, RAP, Buenos Aires, 2005

De la Vega de Díaz Ricci, Ana, La autonomía municipal y el bloque constitucional local, Ciudad Argentina, Madrid-Buenos Aires, 2006.

Díez, Manuel María, Derecho Administrativo, Bibliográfica OMEBA, Buenos Aires, 1969, T. IV.

Fiorini, Bartolomé A., Derecho Administrativo, Abeledo Perrot, Buenos Aires, 1997, 2° Reedición Actualizada, Reimpresión, T. II.

Iribarren, Federico, "Acerca del Comino originario de los recursos naturales", Revista de Derecho Ambiental n° 5, Lexis Nexis, Buenos Aires, Marzo 2006, pp. 55 a 65.

Marienhoff, Miguel S., Tratado de Derecho Administrativo, Abeledo Perrot, Buenos Aires, 1998, 4° Ed. Actualizada, T.V.

Rosatti, Horacio, "Dominio y aprovechamiento de los recursos naturales en la Argentina", en Revista de Derecho Público-Derecho Ambiental I, 2009-1, Rubinzal Culzoni, Buenos Aires, 2009.

Salomoni, Jorge Luis, "Uso del Dominio Público. Uso común, permisos, concesiones La prescripción", en VVAA, Organización Administrativa, Función Pública y Dominio Público, RAP, Buenos Aires, 2005.

Salomoni, Jorge Luis, "Uso del Dominio Público. Uso común, permisos, concesiones La prescripción", en VVAA, Organización Administrativa, Función Pública y Dominio Público, RAP, Buenos Aires, 2005.

Referencias en el texto

1- Diccionario de la Real Academia Española, 22° Edición.

2- Conforme la tesis que venimos sosteniendo en La autonomía municipal y el bloque constitucional local, Ciudad Argentina, Madrid-Buenos Aires, 2006, entre otras publicaciones, el bloque constitucional local regulatorio de la autonomía municipal está integrado por normas propiamente constitucionales como la Constitución Nacional y Provincial y por normas con función constitucional como la Ley Orgánica Municipal y la Carta Orgánica Municipal que prevalecen sobre otras normas para la regulación de los municipios de provincia.

3- La Corte Suprema de Justicia de la Nación en la causa "Campo del Cielo S.R.L. c/Provincia del Chaco" de fecha 24 de mayo de 2011, señaló que la expresión del art. 124 CN debe ser interpretada atendiendo a la letra de la norma y los debates de la Convención Constituyente. Según éstos, la Convención reformadora tuvo en cuenta a los recursos ictícolas o hidrocarburos. El dictamen de la mayoría señaló la diferencia entre los "bienes naturales" que componen el patrimonio natural cuya preservación se exige en el art. 41 CN y los "recursos naturales" que en el mismo artículo encomienda proteger a las autoridades.

4- Iribarren, Federico, "Acerca del Dominio originario de los recursos naturales", Revista de Derecho Ambiental n° 5, Lexis Nexis, Buenos Aires, Marzo 2006, pp. 55 a 65.

5- Rosatti, Horacio, "Dominio y aprovechamiento de los recursos naturales en la Argentina", en Revista de Derecho Público-Derecho Ambiental I, 2009-1, Rubinzal Culzoni, Buenos Aires, 2009, pp. 108/109; Ibarguren, Federico, ob. cit.

6- Abalos, María Gabriela, "Expropiación y recursos naturales en clave iuspublicista: algunos interrogantes," LA LEY 2008-C , 418. Una visión crítica de las enumeraciones constitucionales puede verse en Ibarguren, Federico, ob. cit.

7- Cabe aclarar que la única referencia a los bienes municipales se encuentra en el art. 135 inc. 9 según el cual forma parte del patrimonio municipal el producido de las "concesiones, venta o locación de bienes del dominio municipal"

8- Díez, Manuel María, Derecho Administrativo, Bibliográfica OMEBA, Buenos Aires, 1969, T. IV, p. 375. Disiente Salomoni, Jorge Luis, "Uso del Dominio Público. Uso común, permisos, concesiones La prescripción", en VVAA, Organización Administrativa, Función Pública y Dominio Público, RAP, Buenos Aires, 2005, pp. 940/941,para quien el sistema argentino sobre bienes de dominio público y privado del Estado en la Argentina está positivizado en la Constitución Nacional que lo configura como un título de intervención administrativa en los arts. 4 y 75 inc. 5 y 18. Critica el sistema implementado por el Código Civil que tomó como antecedentes los Códigos francés y chileno dictados para un sistema político unitario y no federal como es el argentino. Por ello la regulación del dominio estatal contenida en el Código argentino es de dudosa constitucionalidad, a menos que se los aplique únicamente a la jurisdicción federal y sólo de modo analógico al régimen dominial de los estados provinciales, o sólo para los bienes de dominio público natural. Estos artículos no son normas de fondo por su sola inclusión en el Código Civil, sino que debe estarse a la naturaleza de la materia.

9- Marienhoff, Miguel S., Tratado de Derecho Administrativo, Abeledo Perrot, Buenos Aires, 1998, 4° Ed. Actualizada, T.V, p. 103.

10- Marienhoff, Miguel S., ob. cit., p. 103..

11- Cámara en lo Contencioso Administrativo Sala 1, Sentencia 637 del 14/09/2009, causa "Manso Daniel Ricardo vs. Municipalidad de Yerba Buena s/ Daños y Perjuicios", Sentencia 319 del 28/08/2000, causa "Romero, Carlos Enrique vs municipalidad de San Miguel de Tucumán s/Daños y Perjuicios".

12- La distinción entre dominio público y privado del Estado no es uniforme en la doctrina. Para algunos, la distinción entre dominio público y privado resulta ya anacrónica como señalan Botassi, Carlos, "Dominio y Jurisdicción. Competencia nacional, provincial y municipal" en VVAA, Organización Administrativa, Función Pública y Dominio Público, RAP, Buenos Aires, 2005, pp. ob. cit., pp. 674/675, Salomoni, Jorge Luis, "Uso…", ob. cit. pp. 935 y ss. quienes siguen los lineamientos críticos explicitados por Fiorini, Bartolomé A., Derecho Administrativo, Abeledo Perrot, Buenos Aires, 1997, 2° Reedición Actualizada, Reimpresión, T. II, pp. 293 y ss. Para estos autores la diferencia entre los bienes estatales está dada por la mayor o menor protección del régimen jurídico aplicable en función de su directa vinculación a la utilidad común. Existen así diferentes categorías o grados de dominio estatal según la necesidad de protección legal que requieran los bienes mediante reglas distintas a las que rigen la propiedad privada y son materia de derecho público disponible por las Provincias. Los bienes estatales no se distinguen simplemente entre públicos y privados sino que hay bienes de uso común, bienes de uso limitado para un objeto público determinado y bienes que sirven para la actividad interna de la Administración. No en todos los casos se presentan las notas de inenajenabilidad e imprescriptibilidad.

13- Díez, Manuel M., ob cit. p. 363/364.

14- Marienhoff, Miguel S., ob. cit., pp. 105/106

15- Díez, Manuel M., ob. cit., p. 363/364.

16- Respecto de estos desafíos a la articulación normativa puede consultarse la obra colectiva Articulación de las competencias ambientales en la Nación y en las Provincias del NOA, Director: Raúl Díaz Ricci, Compiladora: Ana de la Vega de Díaz Ricci, EDUNT, Tucumán, 2008.

17- Cámara Civil y Comercial, Sala 3, Sentencia n° 387 del 14/12/1993, causa "Gómez Julio Alberto vs Municipalidad de San Miguel de Tucumán s/Daños y Perjuicios".

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto CIUNT 26/L472.