

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIDAD ACADÉMICA DE ARQUITECTURA DE PAISAJE

Metodología para la evaluación del arbolado urbano

Tesis para obtener el Título de Arquitecta Paisajista

Presenta
KAREN JIMENA ROBLES PARDO

Asesores:
Arq. Lilia Margarita Guzmán y García
M. en C. Ma. del Carmen Meza Aguilar
M. en Urb. Claudia Reyes Ayala
Dr. Héctor Mario Benavides Meza



Ciudad Universitaria, México, 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ARBOLADO URBANO

KAREN JIMENA ROBLES PARDO



DEDICATORIAS

A MI MAMÁ, para ti con todo mi amor y gratitud, por ser una mujer luchadora y admirable, por ser mi mejor ejemplo, por ser el gran pilar, por darme la vida y entregarme tu vida. “A ti te dedico mis versos, mis ser, mis victorias, a ti mis respetos señora, señora, señora.”

A MI PAPÁ, por creer en mí, por hacerme soñar y creer en mis sueños, por enseñarme que si tienes clara una meta, no importa lo que se ponga en tu camino, llegarás a ella. Por transmitirme las ganas de hacer de este mundo un lugar mejor. “Pueden decir que somos unos soñadores, pero no somos los únicos.”

MAMÁ, PAPÁ, por hacer de mí una mujer con valores y convicciones, pero sobre todo por permitirme crecer en una familia de gran corazón.

A MIS HERMANAS, Estefanía y Adriana, ustedes son mi fuerza y alegría. Por ser fieles, comprensivas y entrañables. Adjetivos que parecen tópicos a los extraños, insuficientes a un hermano.

A MI GRAN AMOR, Christian, por estar conmigo no solo en las buenas, sino en las peores, por tu paciencia en los casi inagotables días de “tengo que hacer tesis”, por las por ser mi motor para crecer en todos los sentidos, por las mariposas que se meten por debajo de mi piel cuando estoy contigo.

AGRADECIMIENTOS

A mi querida universidad, por ser el lugar donde los sueños se convierten en realidad, por ofrecerme en estos años invaluable aprendizaje y crecimiento.

A mis asesoras Maricarmen, Lilia y Claudia, por su apoyo, por cada asesoría llena de conocimiento, sabiduría, y cultura. Por dejarme con ganas de seguir aprendiendo.

Gracias Fany, por tu gran ayuda con esta tesis.

Gracias a Dios, por acompañarme siempre.



Imagen 1. Flor de árbol de cabellito (*Pseudobombax ellipticum*)

“Hay árboles que señalan al cielo, otros que se inclinan hacia las profundidades, hay árboles de fuego y los hay de agua, hay algunos venenosos, egoístas, y otros generosos que abren las ramas para ofrecernos sus dádivas con deleite. Pero los que más me gustan son los árboles con memoria, los que han vivido episodios turbulentos, los que esconden el recuerdo de la magia que un día domino el mundo y que otro día desapareció para siempre”.

(Newman, 2009)

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES EN LA EVALUACIÓN DEL ARBOLADO

- p. 16 Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2012
- p. 17 Norma Granada
- p. 22 Comentarios
- p. 23 Fórmulas chilenas y fórmulas internacionales
- p. 27 Comentarios

EL ÁRBOL

- p. 30 Anatomía y fisiología del árbol
- p. 37 Arquitectura del árbol
- p. 42 Fases de la vida del árbol

CRITERIOS TEÓRICOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ARBOLADO

- p. 46 Valor cultural
- p. 52 Valor estético del árbol en el espacio
- p. 54 Valor funcional del árbol en el espacio
- p. 56 Elementos ambientales que inciden en el arbolado
- p. 58 Afectaciones a la infraestructura
- p. 61 Percepción seguridad en relación al delito

METODOLOGÍA

- p. 66 Introducción
- p. 67 Base del análisis
- p. 71 Manual de uso en áreas verdes
- p. 75 Valor de cada aspecto en áreas verdes
- p. 76 Criterios y variables en áreas verdes
- p. 83 Tabla de levantamiento de arbolado urbano en áreas verdes
- p. 85 Puntuación para conservar o retirar el árbol
- p. 86 Manual de uso en arbolado de alineación
- p. 90 Valor de cada aspecto en arbolado de alineación
- p. 91 Criterios y variables en arb. de alineación
- p. 99 Tabla de levantamiento de arbolado de alineación
- p. 101 Puntuación para conservar o retirar el árbol

CONCLUSIONES

ANEXO

- p. 106 Glosario
- p. 107 Cuadrícula para medir altura de árboles

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN



Imagen 2. Árboles de Banyan en los templos de Angkor Wat, Camboya.



INTRODUCCIÓN

Los árboles urbanos son el elemento fundamental en los entornos urbanos, ya que conforman y caracterizan el paisaje de las ciudades y pueblos, son referentes simbólicos y fuente de inagotables beneficios frente al hostil ambiente de lo construido. Regular y armonizan al microclima y otros aspectos ambientales significativos como los relacionados con la movilidad y la industria y al fin con la dinámica propia de las ciudades y centros urbanos. (Llanos, 2009)

En la actualidad lamentablemente, los árboles son considerados, por muchas personas, como un componente más del mobiliario urbano y no como seres vivos, expresión de la naturaleza, con gran potencial de ayuda al desarrollo humano. Es inaudito que la vegetación sea el último elemento que se considera en las intervenciones urbanas, pues se proyecta como si fueran terrenos baldíos y no áreas verdes establecidas.

Existen diferentes métodos en el mundo para la evaluación del arbolado, sin embargo en México estas metodologías no se aplican, ya que no se cuenta con la información necesaria, a causa de que no se le ha

dado la importancia que merece. La mayoría de las metodologías en el extranjero, a pesar de que incluyen diversos valores, se enfocan en el valor económico del árbol, como la Norma Granada y distintas fórmulas de municipalidades de Chile.

Las únicas evaluaciones que se realizan en México, para valorar el arbolado de parques y jardines son realizadas por biólogos, quienes consideran solamente el aspecto fitosanitario y estructural, dejando de lado otros aspectos como el cultural o estético que son de suma importancia, pues son el reflejo de la condición del árbol así como de su significado para la sociedad.

Es necesario considerar estos aspectos con el fin de tener más elementos para defender a los árboles, que muchas veces se encuentran en un estado fitosanitario bueno y son derribados “por proyecto”, sin ninguna otra consideración.

Sería muy conveniente que se valorará el arbolado urbano desde otros caracteres (paisajístico, estructural, cultural, de seguridad); lo que daría un mayor número

de elementos para la toma de decisiones.

El objetivo de esta tesis fue el de desarrollar una metodología para la evaluación del arbolado urbano que pueda ser utilizada por arquitectos paisajistas, tratando de que fuera una herramienta completa y eficaz, fácil de usar en campo para interpretar el valor real que tienen los árboles, aportando así mayor número de argumentos a favor del árbol para impedir su derribo de manera impune o certera.

Estructura del documento

La primera parte del documento está conformada por la revisión de casos análogos de valoraciones al arbolado que se dan en otros países, para tener referencia y analizar que es lo que se puede aplicar en México.

La segunda parte se enfoca en la anatomía y fisiología del árbol, así como sus fases de vida y su arquitectura.

El tercer capítulo nos da un panorama sobre los aspectos que son importantes considerar en la evaluación

del arbolado y se escribe cada uno de estos criterios.

Finalmente se llega a la metodología propuesta, la cual incluye una tabla de levantamiento y su respectivo manual para uso. A lo largo del documento se encontrarán palabras resaltadas, las cuales están al final del documento a manera de glosario.

Soy un árbol.
No, perdón, soy un árbol urbano.
Si fuera tan solo un árbol, viviría en un bosque, o en una selva,
y entonces mi vida estaría íntimamente ligada
a los ciclos de la vida.

Pero soy un árbol urbano

Fragmento - Manifiesto del árbol urbano, AMA

ANTECEDENTES EN LA EVALUACIÓN DEL ARBOLADO



Imagen 3. Trees and lawns. In the park during the night.



ANTECEDENTES EN LA EVALUACIÓN DEL ARBOLADO

Como punto de partida, es importante conocer y analizar los métodos que se han utilizado en otros países, para evaluar al arbolado en sus diferentes aspectos.

La disciplina forestal que se relaciona con el estudio, conservación, protección y manejo de los árboles y vegetación asociada que se encuentra dentro y en la periferia de las ciudades se le denomina dasonomía urbana. Las bases de esta disciplina se fundamentan en la aplicación de conocimientos derivados de la biología forestal, dendrología, ingeniería forestal y otras áreas afines (Jorgensen, 1970; Benavides, 1989).

La dasonomía urbana es el estudio de la comunidad vegetal urbana en su conjunto como una masa. Uno de los aspectos que estudia la dasonomía urbana es el estado fitosanitario de los árboles. En México la evaluación del arbolado tiene pocos años y estas valoraciones son de carácter fitosanitario y estructural únicamente.

Con el objetivo de conocer que se hace en otros países, a continuación se describirán las metodologías

revisadas. En cada una de las metodologías, la primera parte es una síntesis textual de la misma y la segunda parte se refiere a su factibilidad de aplicación en México.

Es importante mencionar la Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2012 de recién publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal (Febrero, 2014), ya que su contenido está relacionado al arbolado de la ciudad, por lo que antes de describir y comentar las metodologías revisadas en otros países, se hará una breve reseña sobre el contenido de esta norma.

NORMA AMBIENTAL NADF-001-RNAT-2012

País: México

La Norma Ambiental para el Distrito Federal tiene por objeto establecer los requisitos y las especificaciones técnicas que deberán aplicarse en la realización de actividades de poda, derribo, trasplante y restitución de árboles en el Distrito Federal.

El contenido se enfoca a los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autori-

dades, personas físicas y morales que realicen actividades relacionadas al arbolado.

La norma menciona sin profundizar en el tema, alternativas para evitar el derribo de un árbol, como la adecuación de el diseño constructivo, lo que promueve y favorece la permanencia de los árboles existentes.

El anexo de la norma contiene un formato para realizar el dictámen técnico del árbol, el cual considera dentro de la valoración del árbol, un concepto denominado "otros valores" que incluyen: estético, científico, histórico y socio-cultural.

La Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2012, siendo un documento de carácter técnico principalmente, tiene un gran acierto, que es comenzar a valorar los árboles existentes más allá de su estado fitosanitario y estructural.

NORMA GRANADA

País: España

La valoración de árboles de interés paisajístico debe aspirar a reflejar una función de utilidad de contenido económico, pero a través de cierto equilibrio entre los procedimientos estrictamente econométricos y los componentes de significación simbólica, paisajística, histórica, estética o de bienestar, que son valores de afección que completan el cuadro. La valoración pretende brindar una solución cifrada y un apoyo objetivo a las decisiones o al análisis de cualquiera de los siguientes supuestos en los que aparece arbolado de interés paisajístico, tanto en órbita pública como privada.

La Norma Granada es un sistema de valoración económica del arbolado, enfocada en árboles y arbustos ornamentales. Fue redactada por la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP) en 1990.

La primera revisión fue publicada en 1999 y la segunda en el 2006.

La Norma considera tres grandes grupos con varia-



ciones en el procedimiento de valoración:

- a) Frondosas.
- b) Coníferas.
- c) Palmeras y similares.

A lo largo de la descripción del método, se utilizan los siguientes conceptos:

- Calibre característico

Tamaño del árbol cuyo precio medio en vivero va a servir como base de la valoración. Va referido, por tanto, a un precio de catálogo, y se fija en un perímetro de 10-12 centímetros. Para las frondosas (tomado a 130 centímetros sobre el nivel del suelo), y en una altura de 100-125 centímetros para las coníferas.

- Valor básico

Tiene un carácter objetivo por obtenerse de las ecuaciones o funciones tamaño-precio y se da en términos monetarios. Es un punto de partida mínimo, con el que se puede continuar el proceso de valoración. Si el árbol está vivo, ya tiene un valor mínimo, el valor básico. Las circunstancias de estado, singularidad, sanidad, etc.,

sólo pueden considerarse para aumentar, nunca reducirán el valor básico.

- Valor de reposición

Es realmente un valor de compra (más los costos de trasplante y de mantenimiento, actualizados).

El método hace una diferenciación entre la valoración de árboles considerados como sustituibles y aquellos que no son sustituibles. Los árboles sustituibles, son aquellos que se pueden comprar y replantar, y los no sustituibles, son los que no es posible conseguir en el mercado de los viveros ornamentales.

Valoración para árboles sustituibles

Para los árboles sustituibles, se buscaría el precio de compra del árbol en los catálogos de viveros ornamentales, o bien se buscaría en la curva o función de regresión correspondiente al grupo de especies de similar comportamiento. Una vez obtenido el precio de mercado, se le sumarían los gastos de plantación y arranque y los gastos anuales de mantenimiento, capitalizados con interés compuesto durante el tiempo que

ha vivido el árbol. Se ha considerado la probabilidad de éxito en el trasplante. La fórmula sería:

$$\text{Valor Básico} = \frac{(Pm + Ct)}{\alpha} (1+r)^t + (Ccn+1)(1+r)^t + (Ccn+2)(1+r)^{t-1} + \dots + (Cct-1)(1+r) + Cct$$

Donde:

- n = año de plantación.
- Pm = precio de mercado para un calibre (y edad determinado). Los árboles históricos también se sitúan en este rubro
- Ct = Coste de arranque y plantación.
- r = Probabilidad de éxito en trasplante
- t = Edad del árbol arrancado (año de la valoración).
- Cc = Costes de cultivo y mantenimiento al año n+1

Valoración para árboles no sustituibles, frondosas y coníferas

El camino en este caso es la pauta de precios existentes en el mercado de árboles (viveros ornamentales) en función de los valores de circunferencia para las frondosas, y de altura para las coníferas.

Para los árboles no sustituibles habría que suponer que

la función de regresión, conocida en el tramo en que hay precios de compra en los viveros comerciales, se mantiene y se traslada fuera de dicho tramo y, por lo tanto, para obtener el valor básico podemos extrapolar como si tuviera el precio virtual que nos da la curva para el tamaño real observado.

La función, se acomoda al modo de comportamiento del árbol en su evolución; a semejanza de lo que ocurre con éste, la función logística presenta un punto de inflexión, a partir del cual comienza a disminuir el crecimiento relativo, y tiende a un valor máximo.

$$\text{La ecuación es } y = \frac{k}{[1 + V \text{eb}(x.xi)]^v}$$

Donde:

- V = es un coeficiente fijado en 0,01 para todos
- X = punto de inflexión, que cambia según la longevidad y el hábito decrecimiento
- b = es un parámetro para el precio de partida.
- K = valor máximo, el parámetro más independiente del comportamiento del árbol. Es el multiplicador



máximo del precio estándar en vivero para un calibre característico (tamaño 10-12 centímetros de circunferencia en frondosas, y 100-125 centímetros de altura en coníferas). Se toman tres valores de k , que cambia con la longevidad de las especies: 1000, 750 y 500.

La fórmula es:

$$v_{\text{básico}} = v_{\text{característico}} \times \left(\frac{h}{k}\right)^2$$

Donde:

- h/k = expresión de la edad
- donde h = altura en centímetros del tronco
- k = constante de crecimiento.

Se patentiza en este cociente h/k la relación entre la altura del ejemplar (en centímetros), como resultante de la edad del mismo y su respuesta fisiológica. En la fórmula final aparecería este cociente elevado al cuadrado por la gran importancia del mismo en el cómputo del valor final.

Índices correctores

A partir de disponer del valor básico, entran en juego unos índices correctores que se agrupan en dos bloques:

Bloque I: Factores intrínsecos
(Propios de la especie y del individuo).

Valoración para árboles no sustituibles, palmeras y similares

La distinta configuración morfológica de las palmeras, su sensible diferencia fisiológica respecto a los árboles frondosos y coníferas, hace tener presentes, a la hora de establecer un método de valoración objetivo, ciertos elementos de diferenciación:

- Sus variados y a la vez anárquicos modos de presentación, venta y expedición.
- La escasa representatividad de viveros especializados, en comparación con el resto del conjunto de viveros ornamentales
- El costo característico representaría en estos ejemplares el precio medio teórico de mercado de ese individuo para el mínimo tamaño comercial (habitualmente posible) que se debe revisar y actualizar periódicamente.

1. Tamaño fotosintéticamente activo (Volumen y superficie de copa), por comparación con la copa hipotéticamente ideal para su tamaño y edad.
2. Estado sanitario. Referencia al vigor o grado de decrepitud, presencia de alteraciones sanitarias, ataques de parásitos, podredumbres, etcétera.
3. Expectativa de vida útil. Es la supuesta por el tasador, con relación a los dos valores tabulados, de vida ornamental y de vida total máxima esperada.

Bloque 2: Factores extrínsecos
(Correspondiendo al medio que le rodea).

1. Estético y funcional. Apreciación del interés estético del árbol, como parte de una alineación o grupo, y de su papel funcional (cortavientos, pantalla visual o sonora, acompañamiento de sombra).
2. Representatividad y rareza. Índice relativo a consideraciones de mayor o menor abundancia en la zona, y aprecio o cualidades históricas, culturales o simbólicas del ejemplar.
3. Situación. Índice relativo del interés del árbol en el entorno que le rodea, y su contribución a la mejora ambiental, plástica o urbana. La fórmula de

aplicación de los índices descritos sería:

$$Vf = Vb (1 + \sum Ii + \sum Ie)$$

Donde:

- Vf = Valor final
- Vb = Valor básico
- \sum = Sumatorio de los índices de factores intrínsecos
- \sum = Sumatorio de los índices de factores extrínsecos

Troncos múltiples

Para el caso de árboles con troncos múltiples, si se puede descubrir el cuello del árbol, medir el perímetro envolvente inmediatamente por encima del cuello, que sería el valor de circunferencia con el que se entra en las ecuaciones o curvas de regresión.

Si el árbol tiene fuerte engrosamiento en el cuello o no se puede descubrir éste, tomar las circunferencias de todos los troncos que existan, a una altura de 80 cm. del suelo, y tomar como perímetro virtual el de una circunferencia que circunscriba como envolvente todas las de los troncos existentes, tangentes entre sí.



Daños parciales

Cuando se analizan los daños parciales de un árbol, en muchas ocasiones no es cuestión de valoración, sino de considerar la especie y la estación del año, elementos fundamentales a la hora de estimar si los daños parciales son de consideración para el ejemplar o no.

En este caso de daños parciales, por desgracia muy habitual en el medio urbano, puede tratarse de una situación en la que lo procedente para el técnico no sea emitir una valoración, sino un informe en cuanto al riesgo de supervivencia, riesgo de estabilidad, seguridad para el peatón y tráfico, medidas de restauración y de actuación en consecuencia.

El valor de los daños que se causen a un árbol se cifrará en un tanto por ciento del valor total de éste, calculado con las anteriores normas. Al causar daños a un árbol en cualquiera de sus partes, éste pierde valor en sus cualidades estéticas, sanitarias, etc., y esta pérdida debe ser compensada por medio de una indemnización.

Los daños parciales se clasifican en :

- Heridas en el tronco
- Pérdida de ramas
- Destrucción de raíces

El cálculo de las indemnizaciones a que haya lugar por estas tres causas se hará separadamente, sumando luego los porcentajes obtenidos para obtener el valor total de la indemnización. Si este total resultara mayor del 100%, se tomará, lógicamente, el valor total del árbol.

COMENTARIOS

La Norma Granada valora diferentes aspectos del arbolado y si bien toma en cuenta, aspectos estéticos, funcionales, esperanza de vida y estado sanitario, entre otros, estos aspectos solo entran en los índices correctores, que vienen después de otros valores con más relevancia, pues el objetivo principal de la norma es reflejar una función de utilidad económica, por lo que se miden aspectos que responden a este objetivo como el año de plantación, el precio en el mercado, los costos de plantación y mantenimiento, la edad del individuo, entre otros.

En México no es factible aplicar la Norma Granada, ya que no se cuenta con datos precisos pues no se tiene un control en viveros, incluso de datos básicos como la edad exacta de cada árbol y los precios que existen actualmente en diferentes viveros tienen gran variación.

Es importante la revisión de esta norma, ya que hay variables que son posibles de medir en México, los factores intrínsecos (propios de la especie) y los factores extrínsecos (correspondientes al medio que rodea al árbol).

Otro de los puntos importantes de la Norma Granada son los daños parciales, los cuales se refieren a heridas en tronco, pérdida de ramas y destrucción de raíces ocasionadas al árbol y que repercuten indemnizaciones, puesto que el árbol pierde valor en sus cualidades estéticas y sanitarias. Estos daños son factibles de aplicar en México, durante el proceso de obra, que es cuando se producen heridas en el arbolado existente debido a la falta de cultura y conocimiento por parte de constructores, arquitectos y trabajadores.

Es importante la revisión de esta norma, pues es una referencia, ya que aunque su objetivo es tener el valor económico, considera variables que se pueden aplicar de acuerdo a los requerimientos necesarios en nuestro país y los objetivos de esta metodología.

FÓRMULAS CHILENAS Y FÓRMULAS INTERNACIONALES

FÓRMULAS CHILENAS

País: Chile

La valoración del arbolado es una práctica adoptada por aquellas ciudades más preocupadas por sus espacios verdes, especialmente en sectores de mayor poder adquisitivo o activa participación ciudadana.

Chile es uno de los países más enfocados en la evaluación del arbolado urbano, pues 30 % de las municipalidades pertenecientes a este país han desarrollado metodologías basadas en fórmulas que tienen al menos un componente multiplicativo.

La valoración se realiza por lo general mediante la



aplicación de fórmulas, que se componen principalmente por variables cuantitativas y cualitativas.

El método más común para establecer el valor de árboles es la aplicación de fórmulas, estableciendo un valor inicial, ningún árbol puede empezar teniendo menos de cero, las variables que destacan son la edad del árbol y su costo relacionado con el mantenimiento del árbol, extracción o reemplazo por árbol nuevo. La valoración del daño del arbolado urbano puede realizarse siguiendo aspectos legales y aplicando metodologías que cuantifican el valor del daño, que en última instancia se deben regir por un marco legal.

Otras de las variables que más influyen en la valoración del arbolado urbano son tamaño de copa, expectativa de vida, amenidades, mantenimiento y valor de la especie en vivero.

Ejemplos de fórmulas en municipalidades de Chile:

a) Municipalidades de Concepción, La Pintana y Maipú

$$\text{Valor (US\$)} = (A * B * C * D) / 10$$

Donde:

- A = corresponde al precio de la especie en el

mercado minorista. Las especies deben tener entre 12 a 14 centímetros de perímetro a la altura del cuello. La altura considerada para las especies de hoja persistente es de 3,5 a 4,0 metros y para coníferas y palmeras de 2,0 a 2,5 metros.

- B = valor estético y de sanidad del árbol. El rango va de 1 a 10 y considera, dependiendo de la belleza del árbol, la relación con otros árboles, protección, sanidad, vigor y valor dendrológico. El coeficiente será el siguiente: 10 para sano, vigoroso, solitario y destacable; 9 para sano, vigoroso, en grupo de 2 a 5 destacables; 8 para sano vigoroso, en grupo, en cortina o alineación (hilera); 7 para sano, vegetación mediana, solitario; 6 para sano, vegetación mediana, en grupo de 2 a 5; 5 para sano, vegetación mediana, en grupo, cortina o alineación (hilera); 4 para poco vigoroso, envejecido, solitario en su alineación (hilera); 3 para sin vigor, en grupo, mal formado; 2 para sin vigor, enfermo, sólo en alineación (hilera); y 1 para sin valor.
- C = índice de situación. Aspecto relacionado con la evaluación ambiental y la urbanización. Puede alcanzar valores de 6 para zonas rurales o agrí-

colas; 8 en barrios y 10 en el centro urbano.

- D = índice de dimensión. Perímetro del árbol medido a 1,3 metros sobre el nivel del suelo. Los valores son: 1 hasta 30 centímetros; 3 desde 30,1 a los 60 centímetros; 6 desde 60,1 a los 100 centímetros; 9 desde 100,1 a los 140 centímetros; 12 desde 140,1 a los 190 centímetros; 15 desde 190,1 a los 240 centímetros; 18 desde 240,1 a los 300 centímetros; y 20 mayor de 300 centímetros.

b) Municipalidad de Ñuñoa

$$\text{Valor (UTM)} = VA * DO * (1 - DP)$$

Donde:

- *UTM (Unidad Tributaria Mensual)
- VA = precio de la especie en el mercado expresada en UTM, de acuerdo con el rango de edad y el grupo de especie a la que pertenece-
- DO = daño causado. Valor que va entre 0 y 1, y es interpretado como la pérdida de los atributos estéticos, funcionales y fisiológicos.
- DP = daño presente. Valor entre 0 y 1, representa el deterioro presente del estado estructural y fisiológico del árbol, causado por agentes físicos

y biológicos.

c) Municipalidad de Peñalolén

$$\text{Valor (UTM)} = (0,20 \text{ UTM} * e) + (A * B * VA)$$

Donde:

- *UTM (Unidad Tributaria Mensual)
- 0,20 UTM = costos de mantenimiento anual del árbol.
- e = edad de la especie en años
- A = factor de ubicación. Relaciona la ubicación del árbol en las distintas áreas de la ciudad. Para plazas, parques o áreas verdes 200 %; calles o avenidas 100 % del valor del árbol.
- B = estado del árbol. Definido como el porcentaje de daño del árbol, con daño entre el 20 al 80%, el factor de ponderación es 0,8.
- VA = valor del árbol. Acorde con la especie y su edad, la que se multiplica por un factor.

Comparación de fórmulas chilenas con fórmulas internacionales

Se utilizaron las fórmulas de Chile como punto de partida, para tener una referencia de las variables que se miden en otros países y que han funcionado, siendo uno de los países donde se encontró mayor variedad de



fórmulas en relación a la evaluación del arbolado urbano. A continuación se muestran fórmulas de distintos países.

a) Estados Unidos

$$\text{Valor (US\$)} = (\text{área del tronco (cm}^2\text{)} * \text{precio básico/cm}^2\text{)} * \text{especie} * \text{condición} * \text{localización}$$

El método considera el área de la sección transversal del tronco a 1,4 m sobre el nivel del suelo, multiplicado por un valor basado en el costo de la disponibilidad de la especie en viveros regionales. El valor es multiplicado por factores tales como condición, ubicación y calidad, usando una ponderación entre 0,0 a 1,0 para cada factor.

b) Australia

$$\text{Valor (US\$)} = \text{volumen del árbol} * \text{valor base} * \text{expectativa de vida} * \text{forma y vigor} * \text{localización}$$

El método utiliza el tamaño del árbol (medido como el volumen de un cono invertido) y un valor monetario, denominado valor base. El volumen del árbol es multiplicado por el costo por metro cúbico en viveros minoristas, de la misma especie preferentemente. El valor es modificado por factores que podrían reducir el valor

base: expectativa de vida (0,5 a 1,0); forma y vigor (0,0 a 1,0); y ubicación (0,4 a 1,0).

c) Gran Bretaña

$$\text{Valor (US\$)} = \text{tamaño del árbol} * \text{expectativa de vida} * \text{importancia en el espacio} * \text{presencia de otros árboles} * \text{relación de otros factores} * \text{forma especial} * \text{monto en dinero}$$

Este método valoriza las amenidades visuales y usa puntos de 1,0 a 4,0 para siete factores, a saber: tamaño del árbol, expectativa del vida, importancia en el espacio, presencia de otros árboles, relación con el entorno, forma y factores especiales (en algunos casos puede ser menor que 1,0), que son en conjunto multiplicados por un valor monetario determinado (£ 14, catorce libras esterlinas).

d) Nueva Zelanda

$$\text{Valor (US\$)} = [\text{total de puntos (540 posibles)} * \text{costo mayorista} + \text{costo plantación} + \text{costo manutención}] * \text{factor de conversión minorista}$$

Esta fórmula utiliza un sistema de puntos a base de veinte atributos (3 a 27 puntos para cada uno) en tres campos: condición, amenidad y características especia-

les de notabilidad. Los atributos son: condición (forma, frecuencia, vigor y vitalidad, función, y edad); amenidades (estatura, visibilidad, presencia de otros árboles, papel, y clima); notabilidad, solo para los árboles que tengan más de 50 años de edad (estatura: aspecto, y forma; historia: edad, asociación, conmemoración, remanente, y relicto; y científico: fuente, rareza, y riesgo). El total de puntos es multiplicado por el precio mayorista en vivero de un árbol de cinco años de edad preferiblemente, más el costo mayorista de plantación y mantenimiento del árbol a la misma edad que éste se hubiera perdido, de esta manera, esto se multiplica por un factor de conversión desde mayorista a minorista, para lo cual se recomienda un valor 2.

COMENTARIOS

La mayoría de las fórmulas, tanto en Chile, que es donde existe mayor variedad, como en otros países, se enfocan en el valor económico del árbol, que abarca desde su precio en vivero y disponibilidad, la indemnización por daños ocasionados al arbolado, hasta el costo de mantenimiento anual del árbol.

Al igual que se mencionó en la Norma Granada, el valor

económico es difícil de medir en México, ya que no hay un estándar, ni un control en precios de vivero.

El valor de sanidad y vigor del arbolado que aparece tanto en la Norma Granada, como fórmulas chilenas y de otros países, ya se mide en México, a través de levantamientos y diagnósticos fitosanitarios del arbolado. Un ejemplo es la metodología utilizada por el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), que se abordará en capítulos subsecuentes de este documento.

Las fórmulas, a pesar de ser elementos aislados, ya que no son parte de una metodología, contienen valores importantes y medibles, que hasta la fecha no se han considerado en México, como el valor estético, la ubicación, su importancia en el espacio y la relación con otros factores.

El hacer la revisión de los casos análogos, nos permite visualizar los diferentes aspectos que se pueden tomar para la valoración del arbolado en función de los aspectos y datos con que se cuentan.

No es fácil vivir en la ciudad.
Y sin embargo, les obsequiamos
todas las maravillas de las cuales somos capaces.

Sólo quisiéramos que en medio del infinito tráfico,
ellos, los seres que se dicen humanos,
hicieran un alto en su vida,
que en verdad sería triste y árida sin nosotros.

Que piensaran en nosotros, los árboles,
que estamos vivos,
y que nos dieran a cambio de lo que reciben
la dignidad que nos merecemos.

Fragmento - Manifiesto del árbol urbano, AMA

EL ÁRBOL



Imagen 4. Urban runner and tree.



EL ÁRBOL

El árbol es el protagonista de este trabajo de investigación, por lo que es indispensable conocer su estructura y entender su funcionamiento, para comprender su forma de vida y su importancia.

Las partes que conforman el árbol y el funcionamiento de cada una de ellas son elementos que tienen que quedar totalmente claros, para comprender situaciones a las que se enfrenta en el ambiente urbano.

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

Definición de árbol

Plantas que presentan un eje principal desde la base, denominado tronco, en los que se observa un proceso de crecimiento secundario que produce una lignificación, que da lugar a la formación de madera.

La característica singular de esta forma biológica, es que este tronco forma un solo eje que se ramifica hasta una altura determinada, dando lugar a la formación de la copa. Regularmente alcanza grandes portes y por la tanto conforma el estrato vegetal más alto en una

comunidad vegetal.

Los árboles al igual que las demás plantas tienen un crecimiento vertical, a través del aumento del tamaño en la punta, por la división y elongación de las células del **meristemo** apical o primario, a este proceso se le denomina crecimiento apical. Pero en el caso de los árboles no es éste el único crecimiento, también se observa un aumento en talla del grosor del tronco, el cual sucede por la división y crecimiento celular en la zona del **cambium y felógeno**, que son meristemos laterales o secundarios. Este crecimiento secundario genera el leño o madera del árbol.

Para lograr que los árboles tengan prácticas culturales que coadyuven a cumplir con una adecuada función ambiental es necesario conocer la anatomía y fisiología de los mismos.

Partes del árbol

Anatómicamente podemos distinguir tres partes del árbol.

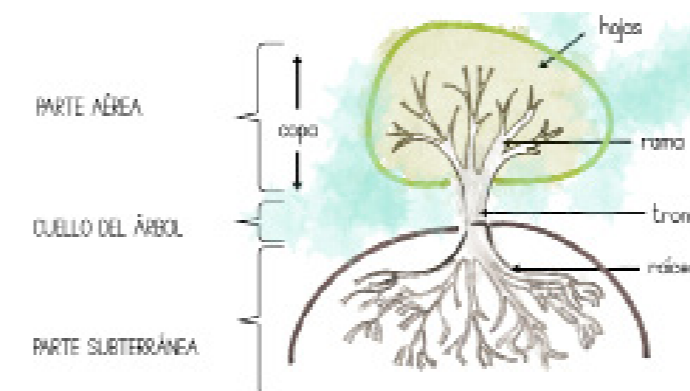


Imagen 5. Partes del árbol

• Parte subterránea

Constituida por el conjunto de raíces. La raíz constituye la parte subterránea del eje del árbol, especializado, en la absorción de sustancias y como órgano de sostén, se extiende a partir del tronco y rara vez alcanza una profundidad mayor a 1.5 metros. Hay algunas especies en las que en un suelo rico y húmedo, el sistema de raíces no crece más allá de la llamada **línea de goteo**

de la fronda, en cambio en un suelo seco, las raíces se desarrollan a distancias mayores en búsqueda de humedad. En algunas ocasiones una sola raíz se extiende a gran profundidad en busca de agua.

Tipos de raíces

- **Pivotante:** Raíz única vertical de la que salen raíces más delgadas -secundarias, terciarias- que constituyen el sistema de sostén y absorción (cabellera radical).
- **Fasciculadas:** Órgano constituido por varias raíces gruesas que nacen en la base del cuello. Pueden ser oblicuas o horizontales. A partir de ellas crecen raíces secundarias más delgadas conformando el sistema radical

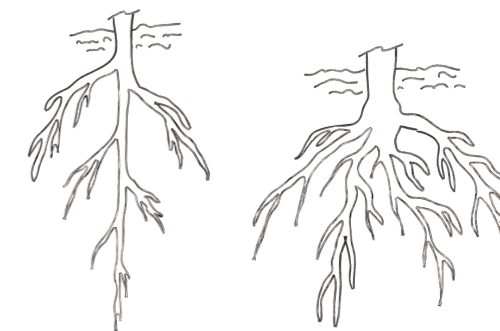


Imagen 6. Raíz pivotante y raíz fasciculada



Las funciones que desempeñan las raíces son:

- Mecánica: anclaje y sujeción del árbol al suelo.
- Fisiológicas: absorción del agua y de los nutrientes, translocación a la parte aérea de los nutrientes y almacenamiento de reservas en sus tejidos.
- Biológicas: respiración y crecimiento (longitudinal a partir del extremo, ramificado por multiplicación de las raíces laterales y en grosor).

• **Cuello del árbol:**

Está constituido por los primeros 15-20 centímetros aéreos de la planta. Es la parte más sensible a las bajas temperaturas y la que más tarda en adquirir la resistencia a éstas. El cuello de la planta es de suma importancia ya que es la unión del sistema radicular con el tronco y por lo tanto es el paso a los nutrientes y el agua. Por ello, es frecuente realizar el **aporcado** con tierra para protegerlo.

• **Parte aérea:**

En ella se pueden diferenciar el esqueleto (tronco o tallo) y la copa (ramas, nudos, yemas y hojas).

Tronco: Elemento axial del esqueleto, generalmente derecho y vertical que crece en dirección opuesta a la raíz. Las partes que lo componen son las siguientes:

- Corteza: Tejido que forma una capa exterior del tronco y funciona como protector de los árboles.
- Liber o corteza interna o secundaria: Es una capa constituida por elementos leñosos de consistencia blanda, por él desciende la savia elaborada de la copa de las raíces.
- Cambium: Capa microscópicamente delgada que crea nuevas células permitiendo que el árbol sea mas grueso cada año. Sin cesar está produciendo células liberianas (**floema**), que constituye el liber, y células leñosas (**xilema**) que constituye el leño (la albura y el duramen).
- Albura: Es la parte recién formada del leño y se compone por los anillos de crecimiento (En la mayoría de las especies). En la albura se encuentran los vasos conductores leñosos (traqueidas). Por ellos circula, desde las raíces a la copa, la **savia bruta** ascendente, compuesta por el agua y sales minerales absorbidas por las raíces. La albura sirve

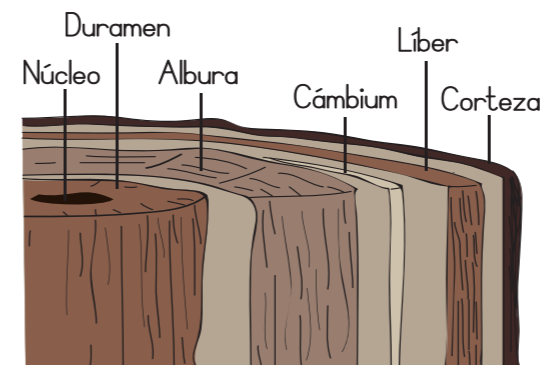


Imagen 7. Partes que componen el tronco

además como almacén de sustancias de reserva durante el período de reposo o vegetativo.

- Duramen: Es la parte antigua del leño y es de consistencia mas dura y de color mas oscuro que la albura. Su única, pero muy importante función es la de sostén estructural del árbol.

El conocimiento de las funciones del cambium vascular, presente en el tronco es importante, ya que es el tejido que permite la cicatrización de las heridas, mediante la producción del callo, que terminara por recubrirlas.

Ramas: Elementos axiales de dos o más años de edad

insertos directamente en el tronco o sobre otras ramas. Proviene del engrosamiento y lignificación de los ramos. Existen dos tipos:

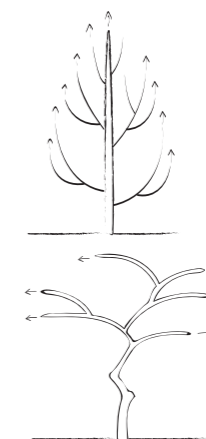


Imagen 8. Tipos de ramas

- Monopódica: El crecimiento de organización del ramaje queda al mando del eje principal.
- Simpódica: El eje principal deja de crecer y el extremo del tallo se bifurca y da origen a dos ramas, normalmente la rama principal proviene de yemas axilares o laterales.

Nudos

- Nudos: Es la región en la que se originan las hojas y las ramas.
- Entrenudos: Porción del tallo o tronco situada entre dos nudos consecutivos, se desarrollan por crecimiento intercalar. A veces los entrenudos no se desarrollan y las hojas permanecen apretadas sobre el eje.

Yemas o meristemas



- Las yemas son pequeños núcleos meristemáticos con cubierta protectora (borra, escamas, brácteas). Determinan el crecimiento y formación del árbol.
- El término meristemo (del griego meristo - divisible) indica la actividad característica del tejido que lleva este nombre. Los meristemas no sólo aumentan el número de células de las plantas, sino que se perpetúan también por si mismos, esto es, algunas de las divisiones de los meristemas no dan lugar a células adultas, si no que permanecen meristemáticas.
- Según su posición, las yemas se clasifican en:
 - Terminal o apical: Situados en **ápices** de brotes y raíces principales y laterales. (En los extremos)
 - Axilar o lateral: Dispuestos paralelamente a los lados del órgano donde se presentan. A lo largo de los brotes, ocupan la axila de una hoja.
- Según su estructura o naturaleza, las yemas se clasifican en:
 - Vegetativas o de madera: Dan lugar a un brote.
 - Fructíferas o de flor: Dan lugar a flores o inflorescencias.
 - Mixtas: Dan brotes y flores.

Las hojas

Las hojas son los apéndices u órganos laterales más importantes del tallo, ya que en ellas se lleva a cabo la fotosíntesis.

Las hojas están formadas por el **pecíolo**, que en algunos casos está ausente; y la lámina presenta dos caras: la adaxial o haz que es la parte superior y la abaxial o envés que es la parte inferior. A veces en la base del pecíolo aparecen unas estructuras denominadas **estípulas**.

Por la organización de la lámina o limbo se clasifican en :

- Hojas simples: Se caracteriza por la presencia de una sola lámina o **limbo** la cual no se divide.
- Hojas compuestas: No posee una sola lámina, se divide en **folíolos**.

Por su disposición en el tallo las hojas se clasifican en:

- Hojas alternas: Nace una sola hoja en cada nudo y se alternan el lado en el que aparecen

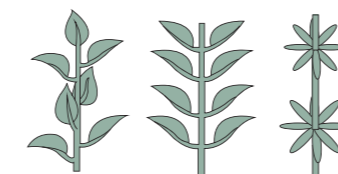


Imagen 9. Hojas alternas, hojas opuestas y hojas verticiladas (de izq. a der.)

- Hojas opuestas: Nacen dos hojas en cada nudo, una opuesta a la otra.
- Hoja verticiladas: Nacen mas de dos hojas en cada nudo a intervalo regulares.

La copa

Presenta distintas formas que responden a la organización del ramaje en cada especie (en las que influyen el laboreo y la propia edad del árbol) y en ella se encuentran los elementos más activos (ramas, , hojas, yemas...)

Las ramas y el follaje son las partes del árbol que conforman la copa, incluyendo ramas principales, como secundarias y/o terciarias.

El Follaje

El follaje es la cubierta protectora de los rigores del clima que ofrecen los árboles, compuesto del conjunto de hojas. Las características de éste en cuanto a su forma y espesura dependen del patrón de ramificación

y del tipo de hoja. El follaje será más o menos denso dependiendo de si el patrón de ramificación es extendido, abierto o cerrado.

Los árboles con un patrón de ramificación simpódico, cuyo desarrollo es predominantemente horizontal presentan el follaje más denso a diferencia de los monopódicos cuya tendencia de desarrollo es predominantemente vertical.

FORMA TIPO	FORMA EQUIVALENTE	ESTRUCTURA
Esferica	Extendida Parasol Ovoidal Semiovoidal Elíptica	Expandidas
Colum. Fusiforme	Colum. Ancha Flamigera	Recogida
Palmiforme	Abanico	Tronco

Imagen 10. Formas de copa



El follaje, como síntesis de la combinación del patrón de ramificación con las hojas, es el elemento, de la morfología del árbol, más decisivo o incidente en la generación de la sensación térmica agradable que se experimenta debajo de los árboles. De esto se deduce que a mayor densidad del follaje, mayor protección a la penetración de la radiación solar y por lo tanto mejores condiciones ambientales a los usuarios.

El color del follaje se puede deber a las hojas o a la floración. Los cambios de color del follaje se relacionan principalmente con la época del año y la especie. Es importante hacer notar que la copa lucirá de manera distinta si el árbol es caducifolio o perennifolio.

Los árboles por el cambio y perduración de su follaje se dividen en:

- Caducifolio: árboles que pierden su hoja en una o mas temporadas del año.
- Perennifolio: árboles que conservan sus hojas todo el año.

Flores

La flor es un tallo corto y especializado con hojas modificadas que forman y protegen las estructuras reproductores sexuales. Los órganos reproductores originan el fruto y las semillas, siendo esta su función esencial.

La estructura de las flores son las características mas confiables para la identificación taxonómica de las plantas.

Fruto.

El fruto se forma a través de la maduración del ovario que en algunas ocasiones se une con otras estructuras para formar este órgano. En el fruto están contenidas las semillas que provienen de los óvulos una vez fecundados y es característico de las angiospermas.

La formación del fruto se debe a la fecundación que el polen realiza sobre los óvulos que se encuentran dentro del ovario, en este proceso se efectúa una doble fecundación: la del óvulo para formar las semillas y la del ovario para formar el fruto.

ARQUITECTURA DEL ÁRBOL

Es importante conocer la arquitectura del árbol, pues cada planta tiene su propio programa de desarrollo.

La forma tridimensional de un árbol puede ser compleja, pero nunca es aleatoria; cada árbol tiene un programa específico de desarrollo, controlado por genes, desde la germinación. La forma del árbol adulto puede ser modificada por factores ecológicos, pero siempre persisten las reglas de desarrollo; analizar estas reglas nos lleva al «modelo arquitectural».

El estudio de la arquitectura de los árboles se inició en Francia y en Holanda hace 40 años y se desarrolló en Europa, Estados Unidos, y ahora en China.

La importancia de estos modelos radica en conocer la variedad y combinación de estructuras que podemos encontrar en los árboles, para que al aplicar la metodología de evaluación se pueda identificar el modelo arquitectural del árbol y saber, dependiendo de la edad del árbol, si la forma que tiene es la definitiva o no.

Es importante hacer notar que en el arbolado urbano

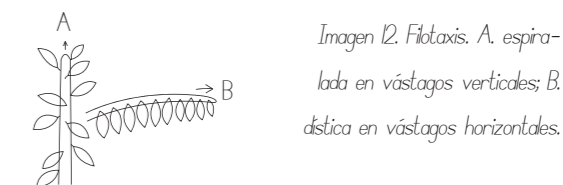
debido a la influencia humana y a las condiciones del entorno, muchas veces los árboles no siguen el programa de desarrollo de su especie.

• Claves

a) Primera clave: Ejes verticales u horizontales



una filotaxis espiralada, mientras que un eje que crece horizontalmente tiene una **filotaxis** dística.



b) Segunda clave: Ramificación continua o rítmica



La ramificación puede ser continua sin grandes espacios entre cada rama o rítmica en la que encontramos espacios vacíos y espacios con ramas secuencialmente.

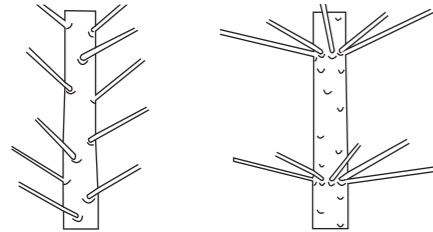


Imagen 13. Tipo de ramificación. Continúa y rítmica.

c) Tercera clave: floración terminal o lateral

En la floración terminal el **vástago** no puede crecer más, y tiene que ramificarse. La floración terminal impone una ramificación.

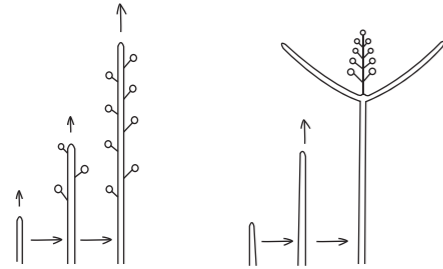


Imagen 14. Posición de las estructuras reproductivas laterales y terminales.
Combinación de vástagos verticales (tronco) y horizontales.

tales (ramas) en el mismo individuo

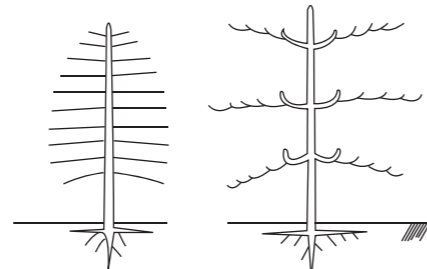


Imagen 15. Combinación de vástagos

MODELO ARQUITECTURAL

A continuación se muestran los modelos que podemos encontrar comúnmente en los árboles urbanos, los cuales son combinaciones de las tres claves explicadas anteriormente.

1. Modelo LEEUWENBERG

Fue dedicado a un botánico holandés. Todos los vástagos son verticales, y la floración terminal.

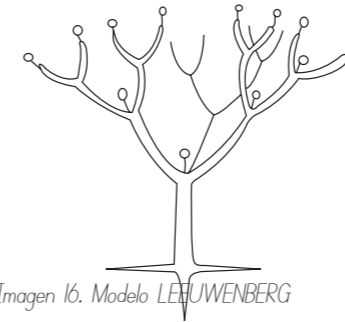


Imagen 16. Modelo LEEUWENBERG

2. Modelo RAUH

Tronco y ramas verticales, ramificación rítmica, y floración lateral.

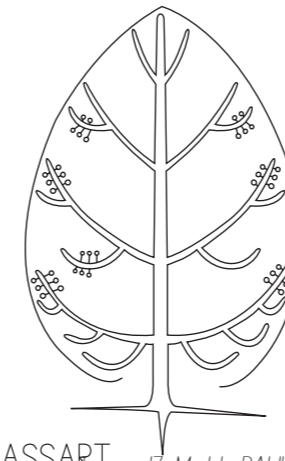


Imagen 17. Modelo RAUH

Tronco vertical, ramificación rítmica, y sexualidad lateral. En la figura se aprecia un verticilo (o un piso) de ramas, visto desde arriba.

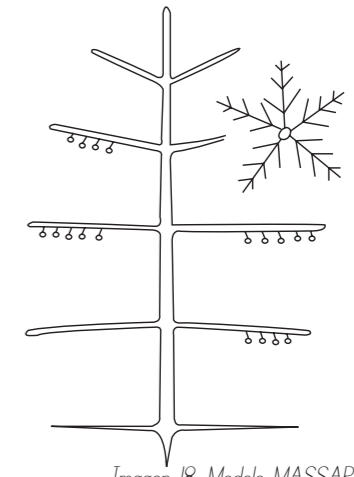


Imagen 18. Modelo MASSART

4. Modelo TROLL

Cuando todavía joven, cada vástago crece horizontalmente y, después de la caída de las hojas, la base del vástago se vuelve vertical. Por eso, el árbol crece como una sumatoria de dichos vástagos. La floración puede ser terminal como o lateral. Este modelo es sumamente común. Puede ser que este modelo sea la cumbre de la



evolución arquitectural.

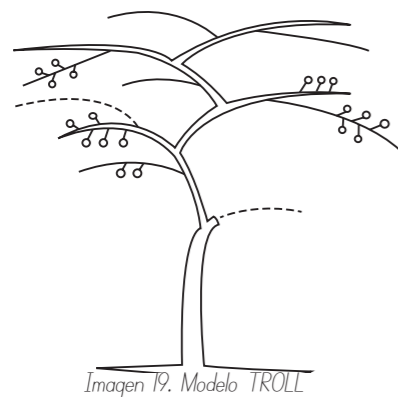


Imagen 19. Modelo TROLL

Se refiere al modelo de arquitectura que presenta un árbol en sus diferentes fases de vida.

En un árbol unitario, el modelo arquitectural tiene una expresión única, que permanece durante toda la vida.

Cualquiera sea su edad, el árbol unitario conserva la misma silueta. Por eso, los árboles unitarios son hermosos y muy utilizados como ornamentales. Pero tienen una limitación: una vida bastante corta.

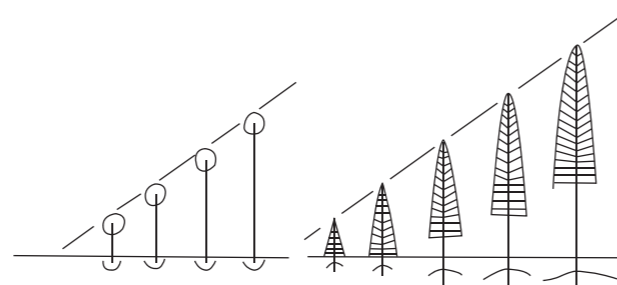


Imagen 20. Árbol unitario

El árbol colonial modifica su silueta durante su vida. Agudo cuando joven, esférico cuando adulto. En el árbol viejo de muchas especies, la copa se vuelve plana, con pocas capas de hojas. Con el tiempo, este tipo de árbol

se vuelve cada vez más eficaz para captar la energía luminosa: reiterar es un progreso porque significa aumentar la fotosíntesis, y aumentar también la longevidad del árbol.

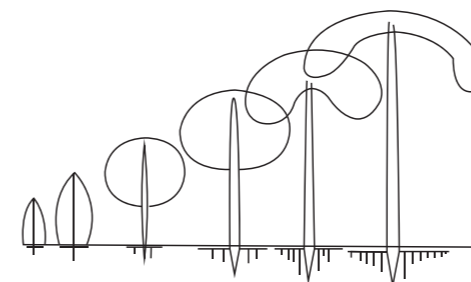


Imagen 21. Árbol colonial

Reiteración del modelo:



FASES DE LA VIDA DEL ÁRBOL

Brinzal	Individuos arbóreos menores de 5cm de diámetro de tronco normal y altura no mayor de 2.5 m
Juvenil	Árboles con medidas mayores de 5 cm y hasta 20 cm de diámetro normal. La altura del árbol frecuentemente estará ubicada entre 6 y 10 m dependiendo de la especie. En especies o individuos precoces pueden presentarse estructuras reproductivas.
Maduro	Diámetro de tronco normal mayor a 20 cm y altura mayor de 10 m dependiendo de la especie. Los individuos presentan estructuras reproductivas.
Senil	Árboles maduros que presentan una disminución de su vigor como respuesta a un proceso natural o por el hecho de algún factor abiótico o biótico. Las copas presentan ausencia parcial o total del follaje. Esta situación se asocia por lo regular con diámetros normales de tamaño considerable.

Tabla. Curso áreas verdes e inventario de arbolado urbano, Benavides, 2012.

¿Por qué los árboles nos fascinan tanto? Quizás porque para nosotros los seres humanos, representan “el centro” de la creación: el árbol es parte de una “naturaleza” perfecta, pero de algún modo también está en camino de convertirse en un ser autónomo. Es posible encontrarse con un árbol, es posible comunicarse con él. Y, a la vez, estarle agradecido por permanecer en silencio o, mejor dicho, por hablarnos con su presencia. Cansados de las palabrerías humanas, nos gusta sentarnos bajo un viejo roble, o tal vez bajo un olivo todavía más anciano para escuchar su silencio elocuente.

Tomas Micek

CRITERIOS TEÓRICOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ARBOLADO



Imagen 22: Ahuehuete (*Taxodium mucronatum*)



CRITERIOS TEÓRICOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ARBOLADO

Actualmente en México, la decisión de derribar, podar o trasplantar un árbol responde a una evaluación fitosanitaria y estructural del individuo y en muchas otras ocasiones a pesar de que un árbol está en condiciones óptimas, se decide derribarlo o trasplantarlo, debido a los requerimientos del proyecto en el que se encuentra inmerso dicho árbol.

Debido a esta situación, árboles a los que les ha tomado años o décadas llegar a cierto tamaño y que se encuentran en condiciones fitosanitarias óptimas, además de contar con buena estructura y otros valores, son derribados, por lo cual a continuación se describen cualidades que poseen los árboles y que les confieren un valor agregado, con el objetivo de que al sumarlos todos nos den el valor real del árbol.

-VALOR CULTURAL-

“No toda la magia ha desaparecido del mundo. Hay algo en la tierra que emerge y llena el aire donde las hojas de los árboles se confunden con la niebla o refulgen bajo el sol ardiente. Algo que se transmitió en los primeros seres humanos cuando bajaron de las ramas y empezaron a andar, algo que se llevaron con ellos cuando volvieron a los bosques primigenios.”

Alex Newman

La historia de los árboles es la historia de los cambios climáticos y geológicos, pero también es la historia del alma humana, de sus creencias, de sus miedos, de sus avances y retrocesos (Newman, 2009). El valor cultural del árbol radica en el significado que éste tiene para la sociedad, respondiendo a las costumbres, las ideas, la historia, la estética y las tradiciones del sitio, este valor cultural se relaciona con los rasgos tangibles e intangibles que identifican a los habitantes en su medio.

Como arquitectos paisajistas es imprescindible tomar en cuenta el valor cultural que tienen los árboles y para comprenderlo mejor, se harán breves descrip-

ciones de esta importancia tanto en México, como en el mundo, para comprender lo que representa el árbol en diferentes civilizaciones y porque la importancia de su valor cultural.

Los ejemplos van del panorama general al particular, empezando con árboles con valor cultural en otros países, para concluir con ejemplos en México.

Árboles con valor cultural

• Baobab, África

“Su crecimiento es extremadamente lento, pero por otro lado, estos árboles alcanzan frecuentemente edades milenarias”. (Tomáš Míček, 2011)

Es uno de los árboles emblemáticos de África y como muchas especies vegetales, su origen encierra una leyenda.

“Cuentan en África que el baobab era uno de los árboles más bellos del continente, admirado por todos por su follaje y flores. Su vanidad creció tanto que los dioses lo castigaron, enterrando sus ramas y dejando a la vista sus raíces.” (Leyenda africana)



Imagen 23. Baobabs en África

Su aspecto impresionó a Antoine de Saint-Exupéry, de tal forma que lo convirtió en protagonista de uno de los capítulos de su obra maestra, “El Principito”.

Además, la extraordinaria longevidad de estos árboles es una de sus notas características: pueden alcanzar hasta los 3.000 años de vida.

“Siguiendo las indicaciones del principito, dibujé dicho planeta. Aunque no me gusta el papel de moralista, el peligro de los baobabs es tan desconocido y los peligros que puede correr quien llegue a perderse en un asteroide son tan grandes, que no vacilo en hacer una

En efecto, parece un árbol invertido que, con sus ramas extendidas en orden anárquico, pretende implorar el perdón de los dioses.



Imagen 24. Baobabs en "El Principito"

excepción y exclamar: "¡Niños, atención a los baobabs!" Y sólo con el fin de advertir a mis amigos de estos peligros a que se exponen desde hace ya tiempo sin saberlo, es por lo que trabajé y puse tanto empeño en realizar este dibujo. La lección que con él podía dar, valía la pena. Es muy

posible que alguien me pregunte por qué no hay en este libro otros dibujos tan grandiosos como el dibujo de los baobabs. La respuesta es muy sencilla: he tratado de hacerlos, pero no lo he logrado. Cuando dibujé los baobabs estaba animado por un sentimiento de urgencia." (Saint-Exupéry, 1943)

• **El árbol de Guernica, España**

El Árbol de Guernica es un roble situado delante de la Casa de Juntas en la localidad vizcaína de Guernica (Vizcaya, España).

Este árbol se convierte en un símbolo después de so-

portar el bombardeo de 1937, durante la Guerra Civil Española, simboliza las libertades tradicionales de Viz-

caya y los vizcaínos, y por extensión las de los vascos, pues a pesar de que la ciudad quedó destruida el árbol siguió en pie. No siempre ha estado allí el mismo árbol, han pasado por el lugar varios, siendo 3 los más importantes, el árbol padre, el árbol viejo y el árbol hijo.



Imagen 25. Árbol de Guernica

En la actualidad el icono es formado por uno de los retoños del árbol hijo, aunque aun podemos ver en el recinto de la Casa de Juntas el tronco muerto del árbol viejo.

• **Mesoamérica**

En Mesoamérica la imagen arbórea es parte del simbolismo sobre los orígenes de la vida, del recuerdo de la creación del universo y como símbolo de la fertilidad.

La imagen del árbol no sólo fue el medio de la creación del espacio natural y del tiempo, la vida del hombre también partió de este mismo objeto, el árbol fue en el pensamiento mesoamericano el padre y ancestro de los seres humanos.

En el pensamiento prehispánico se dotó de alma a los árboles y se creía que debajo del objeto vegetal se encontraba una entidad oculta, asimismo, también creían que anteriormente habían existido otros hombres, que después de la creación de la nueva raza humana, habían tomado forma de árboles y, finalmente, en las ideas cósmicas mesoamericanas se pensaba que las dinastías como las mixtecas y mayas había nacido a partir del primer árbol del mundo. La simbología del árbol sirvió para señalar el origen y el funcionamiento de las fuerzas cósmicas entre la sociedad, así mismo estas imágenes, realizadas a petición de los gobernan-

tes, transmitían a la mayoría de la población el vínculo que existía entre los gobernantes y los orígenes del cosmos.

En Mesoamérica, el árbol conjuga los planos cósmicos: cielo, tierra e inframundo. La copa es el espacio aéreo, ámbito de las aves sagradas y de los monos creadores; las raíces indican el mundo acuático e inferior, sitio sobre el que descansa el lagarto telúrico, la vasija vientre de la tierra. EL tronco entonces es el conducto que une los diversos niveles que constituye la realidad.

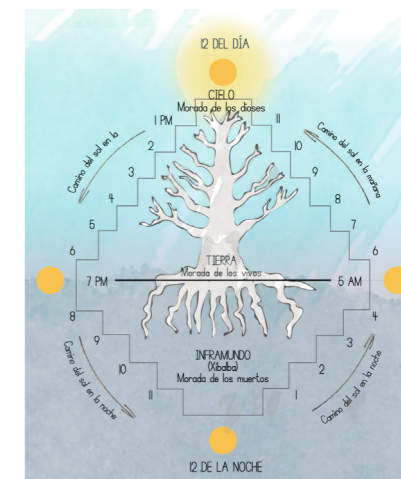


Imagen 26. Cosmogonía en Mesoamerica



- **La ceiba, el árbol sagrado, México**

“En cada punto cardinal una ceiba” (Barrera, 2005)

En el mundo mitológico de los mayas la ceiba es el árbol que une Xibalba, el mundo subterráneo, con el cielo y se extiende hasta los cuatro puntos cardinales.

Los mayas imaginaban un paraíso refrescante a la sombra de una ceiba y siempre había una en el centro de los poblados, bajo la cual se celebran las reuniones importantes. En otros cultos es el único árbol que se salvó del diluvio universal convertido en el árbol de Dios.

- **El ahuehuete, México**

“El árbol mas ancho del mundo”

El ahuehuete, también conocido como “sabino” en algunas comunidades de México, es un árbol sagrado para los indígenas mesoamericanos, que ven en las formas retorcidas de su tronco figuras mitológicas que conectan la realidad con el mundo mágico de los dioses.

El árbol mas ancho del mundo es un ahuehuete y es conocido como el Gigante o el árbol del Tule, junto a la Iglesia de Santa María, Oaxaca, con una edad de mas de 2000 años.



Imagen 27. Árbol del tule, Oaxaca

- **El árbol de la noche triste, México**

Se dice que este fue el árbol, *Taxodium mucronatum* (ahuehuete) en el cual rompió en llanto el conquistador español Hernán Cortés, al ver sus tropas replegadas por la defensa mexicana.

“...Cortés, quien se había quedado en la calzada de Tacuba hasta el amanecer, tratando de rescatar a sus

compañeros, se sentó bajo un gran árbol, un ahuehuete, a llorar la pérdida de Tenochtitlan y de la mitad de su ejército. A esa noche los cronistas la llamaron con acierto la Noche Triste porque fue la más amarga de todas las noches pasadas por los conquistadores en estas tierras.” (Leyenda mexicana)



Imagen 28. Escultura de Hernán Cortés en el árbol de la Noche Triste (hijo)

Comentarios

Los árboles son seres vivos que han permeado, no solo a través de los años, si no a través de la historia, de las tradiciones, de la literatura, de la guerra y la paz humana.

¿Cómo han logrado tener un valor tan grande? Un árbol es mucho mas que el mero elemento físico, es

mas que hojas y raíces, mas que ramas y corteza, es mas de lo que vemos a simple vista, un árbol engloba el pasado, presente y futuro de una sociedad, pues nos da un sentido de pertenencia e identidad.

Son innumerables los ejemplos que se pueden citar de árboles con valor cultural; las reseñas mencionadas con anterioridad son ejemplos de que los árboles son elementos materiales y espirituales que forman parte de ideas, costumbres y tradiciones que caracterizan a una sociedad, los árboles son parte tangible e intangible de la cultura de un pueblo.

Árboles en peligro de extinción

Otro aspecto cultural a valorar en los árboles es su carácter de pertenencia, para ello es importante mencionar a las especies nativas de México que se encuentran en peligro de extinción, por lo que tienen un valor añadido.

Los árboles en peligro de extinción los podemos encontrar en la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nati-



vas de México de flora y fauna silvestres.

Las categorías de riesgo que contempla dicha norma son;

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E)
Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- En peligro de extinción (P)
Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- Amenazadas (A)
Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen

operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

- Sujetas a protección especial (Pr)
Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

-VALOR ESTÉTICO DEL ÁRBOL EN EL ESPACIO-

El término estética proviene del griego aistêtikos (de aesthesis), que significa “lo que afecta a los sentidos”, es decir la “sensibilidad”, la “sensación”, la “percepción”.

En una primera aproximación lo propiamente estético se relaciona con lo sensible, con la manera en que una persona percibe un objeto concreto por medio de los

sentidos y con las sensaciones que ese objeto le produce, ya sean de agrado o de desagrado.

Los árboles son percibidos o no de un modo estético ya sea por la conservación de sus cualidades o la pérdida de ellas. La textura, la forma, la dimensión y el color son las características físicas de los árboles que proporcionan interés, variedad y atractivo estético al paisaje.

Dependiendo de sus características físicas, los árboles pueden tener mas o menos valor como elementos visuales en relación a su entorno.

Es importante tener presentes las características físicas que están implícitas al percibir la belleza o fealdad de un árbol desde la perspectiva de la arquitectura de paisaje.

Aunque el color es el elemento mas llamativo, la forma y la textura son más duraderos, y son las características más utilizadas para identificar y clasificar los árboles.

• Forma

Se refiere a la forma tridimensional del árbol, dependiendo de la perspectiva desde donde lo visualizamos. Los árboles se distinguen por su gran tamaño, sus troncos y la forma de sus copas.

A menudo, las formas de los árboles son dominantes debido a su tamaño, por lo que a la hora de elegir una forma de árbol, es necesario considerar primero la función que va a desempeñar o desempeña.

• Textura

Textura se refieren a la forma gruesa o fina de la superficie individual y global del árbol (Percepción visual). La variedad de texturas proporciona interés y el contraste en el paisaje. Textura se puede encontrar en el follaje, flores, hojas, y la corteza del árbol, así como en el patrón global de ramificación. El tamaño y la forma de las hojas determina la textura más perceptible. La textura del árbol se puede clasificar en gruesa, media o fina, con base en el tamaño de las hojas.

- Textura gruesa: Por su alto contraste, la textura gruesa atrae la vista y la tendencia para sostenerlo, porque los contrastes de luz y oscuridad



de las sombras proporcionan mayor interés. Gran peso visual.

- **Textura media:** plantas que tienen hojas y ramas que no son ni demasiado grande ni pequeña y delicada, la mayoría de las plantas entran en esta categoría. Se caracterizan por su tamaño mediano hojas con bordes suaves y formas simples. Funcionan como telón de fondo para vincular y unificar las plantas gruesas y de textura fina. El peso visual es equilibrado.
- **Textura Fina:** Tienen bajo peso visual, que a menudo impide el paso de la luz o por el contrario traspasa la luz (como la jacaranda, jacaranda mimosifolia). Es la textura con menor peso visual.

• Dimensiones

Las dimensiones se refieren a la altura total y el ancho del árbol y su tamaño relativo o la escala en comparación con otros árboles o estructuras en el espacio. El tamaño puede modificar la sensación de espacio.

• COLOR

Elemento más característico y notorio en la primera

impresión, está presente principalmente en la floración, pero también en hojas y tronco.

-VALOR FUNCIONAL DEL ÁRBOL EN EL ESPACIO-

Ya sea que estén diseñados o no para cumplir cierto fin, cada árbol cumple una función en el espacio urbano. El valor funcional está relacionado con el papel que tiene un árbol y si este es adecuado.

Algunas de las funciones que con más frecuencia tiene un árbol son:

• Conducción

Pueden emplearse secuencias vegetales (árboles), que te guíen hacia un punto en específico, nos permite generar recorridos a través del juego con la luz y sombra.

a) Las líneas rectas tienden a ser forzadas, estructurales y estables. Dirigen la mirada.

b) Las curvas o formas orgánicas son suaves.

- **Crear visuales** Mostrar recorridos u ocultar espacios.

a) Ya sea en líneas o en macizos, los árboles pueden funcionar abriendo y cerrando visuales de puntos específicos.

b) Los árboles se pueden percibir como una sucesión, que nos muestra recorridos o nos oculta espacios.

c) Composición tridimensional basada en aspectos perceptivos: profundidad, amplitud de campo, nivel de detalle, legibilidad y memorabilidad.

d) Efectos visuales producidos por el entorno urbano y natural (teoría de Gordon Cullen).

• Punto focal

Es un árbol que percibimos como impacto, localizado en un punto de fuga o es el centro de un esquema radical o una secuencia lineal.

a) Es posible reforzarlo con el diseño de las circulaciones.

- **Crear transiciones en ambientes urbanos**

a) Los árboles generan un cambio gradual en un ambiente urbano, con el arreglo de objetos con diferentes texturas, formas o tamaños en un orden lógico secuencial, dando una transición tridimensional espacial.

- **Delimitar áreas para la realización de actividades a través del arbolado.**

• **Relacionar edificios con el emplazamiento y entre sí y enlazar espacios externos.**

- **Proporcionar aislamiento, protección y una barrera visual.**

- **Proteger del polvo, viento y fuerte insolación.**

• **Contrastar o complementar esculturas**

• **Proporcionar sombra y/o microclimas.**



-ELEMENTOS AMBIENTALES QUE INCIDEN EN EL ARBOLADO URBANO-

Es importante considerar los factores que inciden en el arbolado, ya que se relacionan directamente con el desarrollo que tiene el árbol.

• **Clima**

Se refiere al promedio de las condiciones atmosféricas en un área y está determinado por los diarios eventos del tiempo y sus patrones estacionales, describiéndose en términos de variabilidad de los elementos del clima.

Elementos del clima que inciden en el arbolado urbano

- **Temperatura:** Cantidad de calor en un lugar, se mide en grados °C, °K y °F.

El éxito en el establecimiento de la plantación y la velocidad de crecimiento del árbol se pueden ver afectados por la temperatura. Tiene su principal impacto en la copa y tronco del árbol. Las especies vegetales muestran su mejor desarrollo en su temperatura adecuada, pero también tienen un intervalo máximo y mínimo del cual, si se excede en cualquiera de sus extremos, da como resultado respuesta fisiológicas anormales.

- **Precipitación:** Se mide en milímetros, ya que se mide la cantidad de agua que llena una columna.

Si a un árbol le falta agua, no podrá llevar a cabo sus funciones fisiológicas de manera normal, lo que ocasiona su debilitamiento, declinación, marchitez, propensión al ataque de plagas y enfermedades e incluso su muerte.

- **Disponibilidad de agua:** En este caso, se refiere al riego, ya que aunque no es un factor natural, es un factor que influye en el desarrollo del árbol.

El agua es indispensable para el crecimiento de los árboles debido a que disuelve, transporta y dispersa los nutrientes en el suelo.

- **Humedad ambiental:** Cantidad de agua suspendida en el aire, la humedad absoluta es la cantidad de agua presente en un lm^3 de aire y la humedad relativa es la cantidad de agua presente en lm^3 de aire en relación a la cantidad máxima por temperatura. Se mide en porcentajes. La humedad ambiental ayuda a mantener humedad en el suelo.
- **Asoleamiento:** Cantidad de radiación solar directa que recibe un espacio.

La luz solar es un elemento importante para llevar el proceso de fotosíntesis. La actividad vegetativa y reproductiva de las plantas se ve influida por la duración diaria de las horas de luz y oscuridad (fotoperiodo): Influye en la formación de pigmentos, la forma de las hojas, la abscisión, pubescencia y desarrollo de raíces. Los árboles al no tener el asoleamiento necesario pueden tener como respuesta el fototropismo.

- **Altitud:** Factor mayor modificador del clima, es la distancia vertical que existe entre un punto de la tierra y el nivel del mar.

El árbol tendrá un mejor desarrollo si se encuentra en su altitud óptima, lo cual dependerá de cada especie.

• **El suelo**

Es importante conocer las propiedades del suelo, pues se relacionan con el desarrollo y las condiciones en las que se encuentra el arbolado urbano.

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, se conforma de materia orgánica, materia mineral, agua, aire y sustenta la vida vegetal. El suelo

presenta características físicas y químicas particulares dependiendo de los materiales que hayan contribuido en la formación de éste y la influencia de los factores ambientales que interactúan en su formación. Estas características se denominan parámetros y se dividen en físicos y químicos, estos determinan la calidad, potencialidad y fertilidad del suelo.

- **Parámetros físicos del suelo:** porosidad, humedad, estructura, textura, compactibilidad.
- **Parámetros químicos:** pH, salinidad, nutrimentos.

A continuación se hace mención de los parámetros físicos que pueden ser medidos en campo.

Parámetros Físicos

- **TEXTURA:** Se refiere a la proporción de arcillas, limos y arenas que lo conforman:
 - Arcilla: 0.001 mm (permite absorber iones del suelo, es un reservorio de nutrimentos)
 - Limos: .1 mm (tapan los hoyos entre las arenas)
 - Arenas: mayor a 0.1 mm (permiten el paso del agua y del aire)



- **ESTRUCTURA:** Se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arcilla, limo y arena. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados.
- **COMPACTACIÓN DE SUELO:** La compactación resulta de la compresión mecánica de partículas de suelo y agregados (muchas partículas de suelo juntas en un solo grupo o trozo). La compactación tiene como resultado el rompimiento de los agregados de suelo más grandes, y la reducción o eliminación de espacios (o poros) entre las partículas de suelo. Mientras más grandes y numerosos sean los agregados del suelo, mayores serán los espacios (poros) dentro del suelo. Esto facilita mayor movimiento de aire y agua, requerido tanto por las raíces de las plantas como por los organismos vivos en el suelo.

-AFECTACIONES DE LA INFRAESTRUCTURA-

Conflicto entre arbolado e infraestructura

El conflicto entre el arbolado y la infraestructura urbana obedece a varios factores: falta de planificación,

incorrecta selección de la especie y la no visualización del espacio donde se ubicará.

Los daños a estructuras urbanas por raíces de los árboles, principalmente aceras y guarniciones, son un problema muy frecuente en las ciudades. La inadecuada selección de la especie al sitio de plantación, el espacio disponible para el desarrollo de la planta y las condiciones del suelo son factores importantes que propician la problemática anterior. (Benavides, 2002)

El gran desafío de una ciudad es lograr la adecuada convivencia entre el desarrollo urbano y la naturaleza. Ello implica planificar el crecimiento de las ciudades de modo que, tanto la población como las especies vegetales, cuenten con el espacio adecuado para establecerse y lograr un correcto desarrollo.

Diversos estudios en la materia, mencionan que la principal problemática para las áreas verdes y árboles en la Ciudad es la falta de planeación en la materia y una ausencia de planes de manejo integral de la vegetación, que tiene como consecuencia la plantación de árboles

en lugares inapropiados, la selección inadecuada de especies vegetales, así como deficiencias en el mantenimiento de los árboles (Chacalo, 1997).

La presión por disponer árboles en las ciudades nos ha llevado a establecerlos en lugares inapropiados. El conflicto con la infraestructura para disminuir los efectos negativos generados por la expansión de la copa y raíces, implica a mediano plazo se tomen medidas de manejo como podas exageradas de ramas o raíces que deterioran fuertemente la condición sanitaria y de vigor del árbol, así como su valor estético.

Problemas con la Infraestructura urbana

Los problemas del arbolado con la infraestructura los podemos dividir en dos secciones: conflictos con la parte aérea y conflictos con la parte subterránea.

El conflicto de la parte aérea

- Uno de los principales conflictos entre la parte aérea del arbolado urbano y la infraestructura nace de la plantación de árboles bajo los cables eléctricos o de telefonía.
- Un segundo conflicto es la proyección de las ramas

hacia las calles, tapando la señalética, impidiendo una buena visibilidad o estorbando el libre tránsito de los vehículos.

Conflicto de la parte radical y la infraestructura

- La mayoría de los árboles tienen su sistema radical compuesto por raíces laterales que se ubican en los primeros 50 a 100 centímetros de profundidad.

Las raíces se pueden extender lateralmente tres veces el área de la copa o más, especialmente en suelos poco profundos o pobres. La mayoría de los árboles urbanos no requiere suelos más profundos que un metro, pero hay que tener claro que sus raíces se proyectarán a bastante distancia desde el tronco.

La interrelación entre los árboles y la infraestructura urbana, genera problemas que casi siempre terminan en la poda excesiva o el derribo de árboles. En general los problemas entre el arbolado urbano y la infraestructura se deben a la falta de planeación.

A continuación se mencionan algunos de estos problemas:



a) Banquetas. La cepa en las banquetas proporciona un espacio básico a la planta para su subsistencia, al permitir a la misma obtener agua y aire para que las raíces puedan mantener su actividad fisiológica; por lo que el espacio que se le proporcione a las mismas es de gran importancia para asegurar su mejor desarrollo.

Con base en lo anterior, la cepa puede describirse como aquella excavación en el suelo cuya superficie está descubierta de asfalto o concreto y a través de la cual el arbolado de alineación obtiene agua y aire.

La plantación de especies de árboles que alcanzan grandes dimensiones en cepas pequeñas es un problema muy habitual en las ciudades de México y a menudo se observa en las banquetas, especímenes de grandes dimensiones establecidos en cepas diminutas que ven limitado su desarrollo por las aceras, tuberías y ductos subterráneos, así como con edificios y casas o bardas aldañas.

Lo anterior es agravado por la utilización de especies de climas tropicales y subtropicales, como es el caso

de *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem, *Erythrina coralloides* D.C., *Jacaranda mimosifolia* D. Don y *Casuarina equisetifolia* L. ex J. R & G. Forst, que en muchas ocasiones presentan gruesos troncos, vigorosas raíces superficiales y grandes contrafuertes, necesarios para sostener las amplias y pesadas copas que los hacen atractivos para la gente que los planta y que frecuentemente no toman en cuenta las características del árbol a futuro. (Douglas, 1984; Benavides, 1990 como se cita en Benavides 2002)

b) Levantamiento de pavimento: Otro problema ocasionado por el arbolado urbano es el levantamiento y rompimiento de banquetas, guarniciones e incluso construcciones, que ocasiona su necesaria reparación pues pone en peligro la seguridad de los peatones.

c) Compactación del suelo: El cambio en la estructura de un suelo debido a factores físicos, se le conoce como compactación y ocurre cuando los conglomerados del suelo son fragmentados, lo que ocasiona la reducción de los poros que contienen aire o agua (Craul, 1992 como se cita en Benavides, 2002).

La zona de crecimiento de la raíz es una parte muy delicada y sensible a la dureza de los suelos, pues si un suelo está demasiado compactado para que la penetración de la raíz sea posible, hasta detendrá su crecimiento o se desviará (Harris, 1992 como se cita en Benavides 2002). Los árboles plantados en suelos poco compactados suelen tener buena aireación y desarrollar sistemas radicales adecuados y bien proporcionados (Douglas, 1984 como se cita en Benavides 2002).

d) Interferencias múltiples: Es común encontrar árboles que interfieren con las instalaciones aéreas como líneas eléctricas y telefónicas.

- Daño a instalaciones aéreas, telefónicas
- Cables de electricidad:
- Daño al pavimento, a la red de agua potable y al drenaje.
- Obstrucción de señalamientos de tránsito y vialidad.
-

e) Daños a equipamiento urbano: Existen daños en banquetas, jardineras y arriates, y obstrucción de luminarias y semáforos, debido a que se plantan árboles

demasiado cerca de estos elementos, sin dejar espacio para su óptimo crecimiento.

- Obstrucción de anuncios publicitarios.
- Obstrucción de la visibilidad de automovilistas y peatones.
- Daño al pavimento, a la red de agua potable y al drenaje

-PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD EN RELACIÓN AL DÉLITO-

Entre muchos de las ventajas o desventajas que el arbolado urbano nos proporciona se encuentra la percepción de seguridad ante el delito de la ciudadanía.

Las áreas verdes y el arbolado de alineación en algunas ocasiones propician condiciones de ausencia de mantenimiento o este es muy esporádico, lo cual se refleja en la percepción de seguridad por parte de los usuarios.

Hay lugares que por la densidad de los árboles pueden convertirse en lugares propicios para cometer delitos, porque no permiten la visibilidad a través de ellos



porque se vuelven lugares muy oscuros, que permiten el ocultamiento de alguien.

Los usuarios perceptualmente se sienten con mayor o menor seguridad dadas las condiciones en las que se encuentra organizado el arbolado, más denso o menos denso.

El concepto de seguridad

Desde una perspectiva conceptual, la seguridad cuenta con tantos matices que nos invita a presentarla como una realidad poliédrica (Ruiz y Vanderschueren, 2007 citado en Hernando, 2008), ya que no es sólo un valor jurídico, normativo o político, también lo es social, pues se asienta en la base del bien común de las sociedades para el desarrollo justo y equitativo de todos sus integrantes.

En el análisis de la relación entre espacio urbano y delincuencia se ha registrado que el fenómeno de la delincuencia está compuesto por dos principales coordenadas:

1. Victimización: Ocurrencia efectiva de un delito.

2. Temor: Emoción básica del ser humano que alerta en caso de amenaza o peligro concreto vinculada a la posibilidad de ser víctima de un delito o por variables del ambiente.

El diseño y la planeación son herramientas necesarias para prevenir la delincuencia, que, combinadas con acciones coordinadas con la comunidad y las autoridades, pueden contribuir significativamente en la reducción del crimen y en la creación de espacios donde la gente desea vivir.

CPTED

La sigla CPTED corresponde a las iniciales en inglés de la fórmula: Crime Prevention Through Environmental Design, es decir, Prevención del Crimen mediante el Diseño Ambiental.

Este concepto se utiliza para definir al conjunto de estrategias de prevención del crimen orientadas a la reducción de los delitos de oportunidad y de la per-

cepción de inseguridad de la comunidad local. Para la aplicación de dichas estrategias, se manipulan variables del ambiente físico y social que inciden en la percepción de inseguridad y en la mayor localización espacial de delitos de oportunidad, entre las variables de dichas estrategias se incluye la vegetación.

APLICACIÓN DEL CPTED A TRAVÉS DEL ARBOLADO

Los árboles son un elemento importante en el atractivo de los espacios públicos. El problema con los árboles desde la perspectiva de CPTED es que a menudo se seleccionan especies muy grandes para espacios pequeños, carentes de mantenimiento, aspectos que reducen el campo visual y los niveles de luz, lo que propicia lugares que incitan al delito.

Un factor determinante en la percepción de seguridad por parte de los usuarios es la organización del arbolado en agrupaciones o macizos cerrados, es decir, al existir una distancia de plantación menor entre árboles, los usuarios perciben un nivel menor de seguridad.

El mantenimiento regular de la vegetación en general

y en específico de los árboles es un requisito imprescindible para propiciar la percepción de seguridad en un espacio público. (Principio de la metodología CPTED)

Ya se han perdido demasiados árboles por falta de cultura y sensibilidad, pero todavía estamos a tiempo de conservar el patrimonio arbóreo de nuestras ciudades no sólo para un disfrute estético, ya por sí importante, sino como algo imprescindible para el desarrollo de la humanidad, transmitiendo a las generaciones venideras un mensaje de prosperidad y calidad de vida.

José Elías Bonells

METODOLOGÍA PROPUESTA



Imagen 29. El hombre invisible



INTRODUCCIÓN

Los criterios teóricos descritos en el capítulo anterior hacen referencia a la importancia de los diferentes valores que poseen los árboles, a partir de los cuales se desarrolla la propuesta.

La presente propuesta tiene como objetivo definir y explicar cada uno de los valores que contempla la metodología para llevar a cabo el levantamiento de una manera precisa, eficaz y efectiva. Cada parámetro responde a criterios que explican la intención de la medición y el porcentaje de cada parámetro se sumará para lograr un valor total, que será un indicativo en la toma de decisiones.

En un principio se diseñó una tabla de levantamiento para todo el arbolado, tanto para el de alineación, como el de áreas verdes, sin embargo, después de poner en práctica la metodología en cuatro diferentes casos de estudio: Parque España, Parque México, Parque Buena-ventura y Calle Millet, aledaña al Parque México, en los cuales se levantó un cuadrante de 25 por 40 metros, se llegó a una versión final que propone dos formatos de levantamiento: uno para el arbolado de alineación y

uno para el de áreas verdes, debido a que los factores que inciden en los árboles, son distintos y por lo tanto la valoración de cada criterio cambia, dependiendo del impacto que tienen en cada caso.

Un ejemplo de esto es el criterio de “afectaciones a la infraestructura”, pues en áreas verdes estas son mínimas o nulas (-10%), mientras que en el arbolado de alineación las afectaciones se presentan en más del 60% de los árboles que se evaluaron, por esta razón en cada formato el criterio tiene un valor distinto.

La información en los dos formatos de levantamiento se divide en dos secciones:

- Información de gabinete: Debe ser recabada en diferentes fuentes de consulta confiables y se identificará con la letra (g).
- Información de campo: Debe ser levantada en el sitio de estudio y se identificará con la letra (c).

A pesar de que varios criterios a evaluar son cualitativos, para efectos prácticos de la metodología se generó un valor cuantitativo para facilitar la valoración, el cual se

asignará siguiendo ciertos parámetros que se describirán en cada criterio.

BASE DE ANALÍISIS

Hay un primer filtro que es la evaluación fitosanitaria del árbol, si el árbol se encuentra en condiciones óptimas según esta primera evaluación, se continuará con los demás aspectos.

El estado fitosanitario del árbol se refiere a la condición que presenta respecto a ramas muertas, plagadas y enfermas, plantas parásitas o trepadoras u otros obstáculos o materiales ajenos al árbol, así como ramas que entrecrucen su follaje con el de otros árboles. (Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2006).

Al final de evaluar el estado fitosanitario del árbol hay tres posibilidades de decisión: trasplante, poda o derribo.

La evaluación del estado fitosanitario del árbol, será el

primer filtro en la metodología.

Los criterios para la evaluación del estado fitosanitario se desprenden en primer lugar de la Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2006, Anexo I, así como del formato de levantamiento del Herbario Carlos Hank González, de la UAAP (Facultad de Arquitectura, UNAM) y finalmente y en su mayoría de los criterios de evaluación del arbolado del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el área de dasonomía urbana. (Benavides, 2013)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN FITOSANITARIOS DEL ÁRBOL

Criterios para determinar el vigor del arbolado

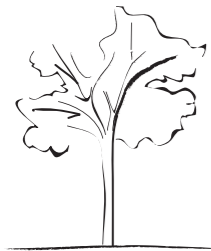


Imagen 30. Vigoroso

- Vigoroso: Desarrollo y color uniforme de acuerdo a la especie, con tronco y follaje en condiciones físicas y sanitarias óptimas.
- Declinante incipiente: Ausencia de follaje en no más de 30%. Se observan puntas muertas y ramas

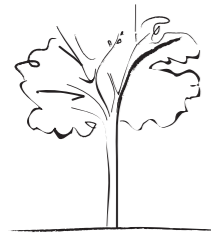


Imagen 31. Declinante incipiente
Imagen 32. Declinante moderado
Imagen 33. Declinante avanzado



terciarias con ausencia moderada de hojas.

- Declinante moderado: Ausencia de follaje entre 30 y 60% de la copa, así como pérdida de hojas en ramas terciarias, hojas escasas en ramas secundarias. Ramas terciarias y puntas de las ramas secundarias muertas.



- Declinante avanzado: Ausencia de follaje entre 60 y 90% de la copa, así como pérdida de hojas en ramas secundarias y terciarias. Hojas escasas en ramas primarias. Ramas secundarias, terciarias y puntas de ramas primarias muertas. Brotes de follaje en el tronco provenientes de yemas epicórmicas y en ramas primarias de yemas adventicias.



Imagen 34. Declinante severo



Declinante severo: Follaje muy ralo en la copa, entre 5 y 10 % de la misma, asociado a brotes de yemas **epicórmicas** en la parte media y baja del tronco. Ramas terciarias, secundarias y primarias muertas.

Condición sanitaria de la copa

- Bueno: No hay presencia o evidencia de ataque o invasión de plagas y organismos patógenos en el follaje o ramas de la copa.
- Regular: Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente de plagas u organismos patógenos del follaje o ramas, mayor al 10% del mismo, pero menor al 50%.
- Malo: Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente de plagas u organismos patógenos en follaje o ramas, mayor al 50% del mismo, pero menor al 80%.
- Pésimo: Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente de plagas u organismos patógenos en follaje o ramas, mayor al 10% del mismo, mayor a 80%.

Condición de estructura de la copa

Imagen 35. Bueno



- Bueno: Copa con balance adecuado e inclinación menor a 10°. Distribución equitativa y adecuada de las ramas e inserción correcta. No se presentan ramas con desmoche. No se presentan rebrotes múltiples en ramas previamente podadas. Presencia de follaje en su interior y no se observan o es muy escasa la presencia de objetos ajenos (cables aéreos, anuncios, cuerdas, etc)

Imagen 36. Regular



- Regular: Copa con desbalance mayor a 10° y menor a 30°. Distribución equitativa y adecuada de las ramas e inserción correcta. Pocas ramas con desmoche y rebrotes múltiples. Pequeños huecos en la copa debido a ausencia de follaje (menor a 10%)
- Malo: Copa con desbalance ma-

Imagen 37. Malo



yor a 30° y menor a 45°. Distribución poco adecuada y equitativa de las ramas así como de su ángulo de inserción. Varias ramas con desmoche y rebrotes múltiples. Huecos en la copa por ausencia del follaje (menor a 50%)

- Pésimo: Copa con desbalance mayor a 45°. Distribución muy poco equitativa de la mayoría de las ramas y su ángulo de inserción. Muchas ramas con desmoche y rebrotes múltiples. Huecos en la copa mayores a 50%.

Imagen 38. Pésimo



Condición de estructura en el tronco



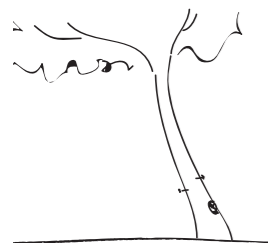
Imagen 39. Bueno

- Bueno: Fuste recto o con ligera inclinación menor a 10°. No se observan objetos ajenos al árbol (alambres, clavos, cuerdas, etc). No se presentan áreas muertas en el tronco con ausencia de corteza.
- Regular: Fuste con inclinación



MANUAL DE USO EN ÁREAS VERDES

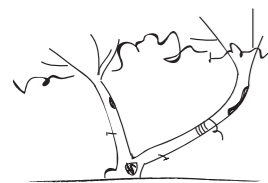
Imagen 40. Regular



mayor de 10ª y menor de 30ª. Se pueden observar algunos objetos ajenos al árbol (no mas de 3), ya insertados al mismo. Se presentan pequeñas áreas muertas en el tronco relacionadas con daños mecánicos.

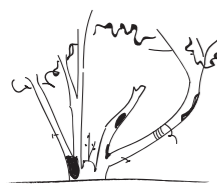
- **Malo:** El fuste presenta inclinación mayor a 30ª y menor a 45ª. Dos troncos múltiples desde la base o parte baja. Se observan varios objetos ajenos al árbol. Se presentan varias áreas pequeñas o una de mayor tamaño relacionadas con daños mecánicos.

Imagen 41. Malo



- **Pésimo:** Fuste con inclinación mayor a 45ª, tres o mas troncos desde la base o parte baja, troncos mutilados por desmoches severos. Áreas muertas o con ausencia de corteza relacionadas con daños mecánicos

Imagen 42. Pésimo



Condición sanitaria del tronco

- **Bueno:** No hay presencia o evidencia de ataque o invasión de plagas y organismos patógenos.
- **Regular:** Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente de plagas u organismos patógenos en la superficie del tronco, mayor al 10% del mismo, pero menor al 50%.
- **Malo:** Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente de plagas u organismos patógenos en la superficie del tronco, mayor al 50% del mismo, pero menor al 80%.
- **Pésimo:** Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente de plagas u organismos patógenos en la superficie del tronco, mayor al 10% del mismo, mayor a 80%.

ÁRBOLES DE ALTO RIESGO

Los árboles pueden ser peligrosos ya sea por daños en su estructura completa o en alguna de sus partes, que pueden caer y lesionar a personas o dañar los bienes muebles o inmuebles. Un árbol en estas situaciones se consideran factores de riesgo (Matheny y Clark, 1994). Una vez que se ha pasado el filtro fitosanitario y si el árbol por su condición es candidato

a quedarse en el sitio, se dará paso a la metodología.

ASPECTOS A EVALUAR EN EL ÁRBOL

1. Evaluación cultural
2. Evaluación estética
3. Evaluación funcional
4. Evaluación de la adaptación del árbol a factores ambientales
5. Evaluación de esperanza de vida
6. Evaluación de afectaciones a la infraestructura
7. Evaluación de percepción de seguridad

CRITERIOS Y VARIABLES

Cada criterio para su evaluación se subdivide en variables, por ejemplo:

I. Evaluación cultural	}	Aspectos
Presencia espectacular		
Connotación en el sitio	}	Variables
Árbol longevo		
Connotación histórica		
Especie nativa		
Especie protegida		
Hito		

PUNTUACIÓN

La puntuación que se da en el manual a las variables de cada aspecto, son puntuaciones máximas, sin embargo estas pueden tener un valor menor, lo cual significaría que carecen de elementos suficientes para tener un valor máximo en esa variable. Los valores siempre se pondrán con números enteros. Cualquier árbol que en su total tenga mas de 50 puntos será candidato a quedarse en el sitio.

Número (C)

Se refiere al número que se le da a cada árbol, el cual debe de ser único. En caso de ser un área de gran tamaño, se puede dividir en cuadrantes o zonas.

Se sigue un orden secuencial ascendente en cada área, cuadrante o zona.

Para numerar los árboles se empezará por uno de los extremos del área delimitada y se harán líneas en "zigzag". Cada árbol debe de ser etiquetado y ubicado en un plano levantado en campo. Se puede hacer con posición de geoposicionador geográfico (gps) y dar coordenadas si fuera necesario.

La información de posición de los árboles define la ubicación de cada árbol.

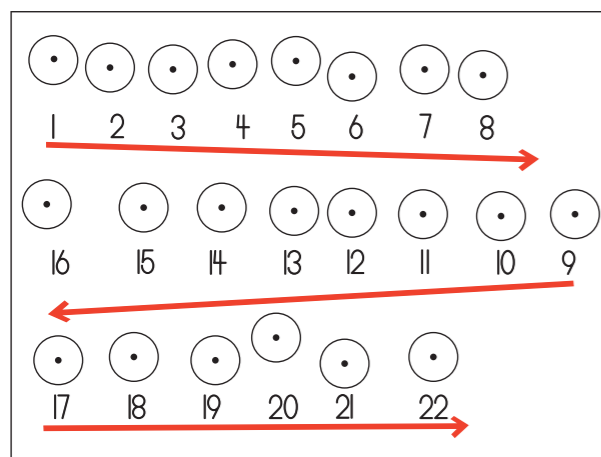


Imagen 43. Numeración arbolado

Croquis en planta (C):

Se refiere a un croquis rápido que se realizará en campo, de la forma en planta del árbol, resaltando características importantes como forma y densidad de la copa, y ubicación del tronco.

Croquis alzado (C):

Se refiere a un croquis rápido que se realizará en campo, de la forma en alzado del árbol, resaltando características importantes como forma general, zonas dañadas del árbol o interferencia con otros objetos. Se dibujará en todo el espacio destinado y al final se encerrará la escala humana que mejor corresponda.

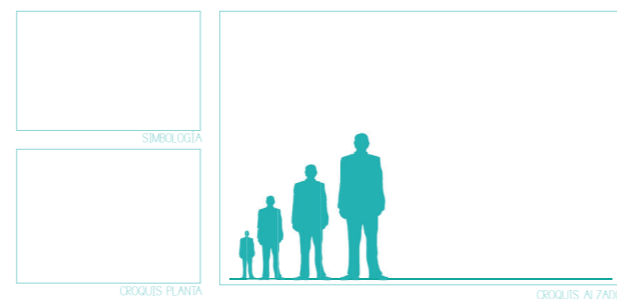


Imagen 44. Simbología y croquis

Localización(C)

Se refiere al nombre del parque o área y la ubicación con calle, colonia y delegación.

Fecha (C)

Se refiere a la fecha en la que se efectúa el levantamiento. Deberá anotarse la fecha de evaluación del árbol. El orden será el siguiente: mes/día/año.

Simbología (C) (G)

Se refiere a la simbología en planta que se usará para identificar el árbol según la especie y poder ubicarlo en el plano.

Nombre común (C) (G)

Se refiere al nombre popular que se le da a una especie, si no es identificada en campo, se deberá de tomar una muestra de aproximadamente 30 a 40 cm que incluya hojas y de ser posible floración o fruto, para su determinación posterior. Cada árbol, debe ser identificado con su nombre científico. Para ello deben usarse claves de especies arbóreas.

Nombre científico (G)

Se refiere al nombre de una especie conocido mundialmente, está en latín, consta de dos partes, género y especie. El género va con mayúscula y la especie con minúscula, se escribe en letra cursiva.

Dimensiones en metros (C)

- **Altura del árbol:** Se refiere a la altura total del árbol, desde la base del tronco, a la altura máxima de la copa, la cual se medirá con la cuadrícula incluida. (Página 103)
- **Diámetro basal:** Se refiere al diámetro del tronco a 10 cm del suelo.
- **Diámetro a la altura del pecho:** Se mide con cinta diamétrica. Se refiere al diámetro del tronco a 1.30 m sobre el suelo, es importante notar que algunas

veces no debe hacerse en ese punto por razones de daños, bifurcaciones, defectos de nudos, etc. En cual quiera de estos casos, el diámetro debe medirse en una parte libre de daños y defectos, o 30 cm arriba de donde terminan las estas diferencias. En la imagen se observan algunas recomendaciones para medir el diámetro cuando nos encontramos con alguna de las situaciones antes mencionadas:

- **Diámetro de la copa:** Se mide con cinta métrica. Se refiere a la proyección de la copa, la cual será medida por dos personas de extremo a extremo de la copa.

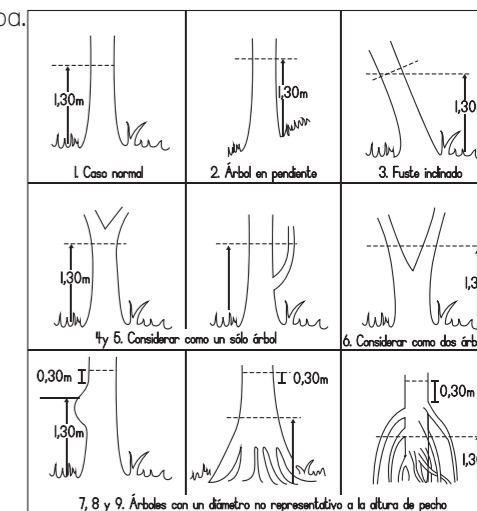


Imagen 45. Alternativas para medir diámetro a la altura del pecho según condiciones del árbol



Crecimiento (G):

Lento, medio o rápido: Se refiere a datos recabados en bibliografía confiable que nos indiquen si el crecimiento del árbol, según la especie de que se trate..

Caducifolio (C) (G):

Se refiere a los árboles que pierden sus hojas en alguna época del año. Se debe conocer la época de pérdida de follaje para no confundir con algún evento especial.

Perennifolia(C) (G):

Se refiere a los árboles que mantienen sus hojas en durante todo el año.

Resistencia a viento (G):

Se refiere a datos recabados en bibliografía confiable que nos indiquen si la resistencia a vientos del árbol, según su especie es : alta o baja y ésta se relaciona con la densidad del follaje y el tipo de crecimiento. Árboles de rápido crecimiento como el eucalipto generan leño muy poroso y por lo tanto frágil.

VALOR DE CADA ASPECTO EN ÁREAS VERDES

ÁRBOLES EN ÁREAS VERDES

ASPECTO	VALOR
Evaluación cultural	30
Evaluación estética	20
Evaluación funcional	20
Evaluación de la adaptación del árbol a factores ambientales	10
Evaluación de esperanza de vida	10
Evaluación de afectaciones a la infraestructura	5
Evaluación de percepción de seguridad	5
VALOR MÁXIMO TOTAL	100



CRITERIOS Y VARIABLES EN ÁREAS VERDES

Criterios para determinar el puntaje de cada rubro

Se asignó un valor cuantitativo a cada aspecto a evaluar que responde a la importancia de los árboles desde la perspectiva del arquitecto paisajista y a la factibilidad de evaluar el árbol de la manera más real.

Evaluación cultural – (30 puntos)

La evaluación cultural toma en cuenta rasgos tangibles e intangibles, que responden a valores relacionados a las costumbres, las ideas, la historia, la estética y las tradiciones del sitio, que se convierten en signos identitarios que reflejan cómo un grupo de usuarios y/o habitantes vive, piensa, siente y se relaciona con su medio.

Los criterios establecidos para realizar la evaluación envuelven el conjunto de aspectos que se atañen al árbol y confieren la identidad que el mismo tiene para los usuarios, aspecto que puede y debe ser aprovechado y disfrutado por otras generaciones.

Es importante en esta evaluación tanto el levantamiento que se hace en campo, como investigar el contexto cultural en el que están inmersos los árboles que se evaluarán.

Las variables que se evalúan en este criterio son:

- Presencia espectacular (6 puntos) (C)

La variable de presencia espectacular del árbol responde a la forma, gran tamaño, estructura y conformación del follaje, así como los colores o texturas y la rareza o en caso contrario, el perfeccionismo del individuo.

- Connotación en el sitio (6 puntos) (C) (G)

La variable de connotación en el sitio, es el valor que adquiere un árbol para los habitantes, usuarios o diseñadores en un sitio específico, debido a diferentes motivos como: sentimentales, religiosos, o bien, por tener alguna marcada diferencia de los demás árboles. Por ejemplo, en el Distrito Federal, la Ley de Salvaguarda del Patrimonio Urbanístico Arquitectónico, nos hace mención de cinco especies consideradas monumentos urbanísticos

- ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*); sauces (*Salix humboldtiana*); ahuejotes (*Salix bonplandiana*); fresnos (*Fraxinus uhdei*); cedros (*Cupressus lindleyi*),- las cuales adquieren un valor más alto en el Distrito Federal, sin embargo, en otros municipios o estados, incluso colonias, este valor cambia en función de la connotación específica que los árboles tengan en cada sitio.

Es importante contar con la información de este tipo, sobre los árboles que puedan ser importantes, dependiendo de la colonia, zona o estado del país en el que se encuentren.

- Árbol longevo (5 puntos) (C) (G)

La variable de árbol longevo, es el valor que se le da a árboles maduros, a los cuales les ha tomado años llegar al tamaño y condiciones en los que se encuentra.

El tiempo que tarda un árbol en alcanzar su máximo tamaño depende de la especie y otros factores.

5 puntos - 20 años en adelante

4 puntos - 15 a 20 años

3 puntos - 10 a 15 años

2 puntos - 5 a 10 años

1 punto - 1 a 5 años

- Connotación histórica (4 puntos) (G)

La variable responde al valor que le dan los usuarios o habitantes de un sitio a un árbol, resultado de un proceso histórico en donde la reproducción de las ideas se constituyen en factores que identifican y diferencian uno o varios árboles de los demás y lo/los identifican con hechos del pasado.

En este criterio se toman en cuenta hechos históricos, canciones, leyendas, literatura o cualquier otro elemento que le de identidad a un árbol en el marco histórico.

- Especie nativa (4 puntos) (G)

La variable se refiere a especies que pertenecen a su área de distribución original, en este caso especies mexicanas para distinguirlas de las exóticas.

En caso de ser especies endémicas de ese sitio tendrán un punto extra. En caso de ser ahuehuate, el árbol nacional de México, tendrá dos puntos extras.



- Especie protegida (3 puntos) (G)

La variable contempla aquellas especies identificadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.

3 puntos - En peligro de Extinción

2 puntos - Amenazadas

1 punto - Sujetas a protección especial

- Hito (2 puntos) (C) (G)

La variable se refiere a árboles que por su presencia o significado simbólico son significativos dentro de la trama urbana o de una zona específica. Esos hitos deben cumplir con una o con las dos condiciones previamente expuestas: ser físicamente destacados y tener una carga simbólica importante

Evaluación estética - (20 puntos)

La evaluación estética contempla las características físicas de los árboles que proporcionan interés, variedad y atractivo al paisaje.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Estructura correcta (8 puntos) (C)

Esta variable evalúa los elementos que estructuran visualmente un árbol en su conjunto, como la forma del tronco, la disposición de las ramas y hojas, los colores de la floración, del follaje o del tronco y ramas y la textura de la copa, así como de la corteza.

El acomodo y estructura de todos estos elementos nos dan como resultado una unidad, que es la imagen del árbol que evaluaremos.

Es importante mencionar que en esta variable entra la percepción de cada evaluador y es válido, pues dependiendo del proyecto, del contexto y del paisajista, para algunos la estructura correcta puede ser una forma completamente inusual y rara, mientras que para otros será un árbol acotado a ciertos criterios formales.

- Follaje llamativo (8 puntos) (C)

Esta variable evalúa la conformación del conjunto de hojas que por su textura, color, densidad, cantidad y penetración de luz, hacen del árbol un elemento visualmente atractivo. La textura y color de la floración se tomará en cuenta en el follaje llamativo.

- Adaptación en el espacio (4 puntos) (C)

Esta variable evalúa si el árbol es parte de la composición que forma el conjunto.

Evaluación funcional - (20 puntos)

La evaluación funcional contempla los valores del árbol que responden a las necesidades que se tienen en el espacio. Es importante mencionar que en esta valoración es fundamental la perspectiva del evaluador para comprender el espacio y distinguir las funciones de los árboles en el mismo.

Las variables que se evalúan en este aspecto son :

- Alineamiento (4 puntos) (C)

Esta variable evalúa si realmente hay un ritmo y una secuencia que conforma un alineamiento de árboles, ya sea orgánico o formal.

- Conduce (4 puntos) (C)

Esta variable evalúa si se logra que los árboles nos conduzcan hacia un punto específico.

- Punto focal (4 puntos) (C)

Esta variable evalúa si el árbol funciona como centro de un esquema radical o una secuencia lineal.

- Sombra (4 puntos) (C)

Esta variable evalúa si el árbol genera sombras que creen ambientes confortables para el usuario.

- Otro (4 puntos) (C)

En esta variable podemos evaluar cualquier otro aspecto funcional que cumpla el árbol y que no esté mencionado.

Evaluación de la adaptación del árbol a los factores ambientales - (10 puntos)

Esta valoración busca encontrar si los factores ambientales que inciden en el árbol son favorables o no para su desarrollo y si este se ha adaptado.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Adaptación del árbol al clima (6 puntos) (C)

En teoría cada especie se adapta mejor a ciertos



climas, sin embargo, en la ciudad nos encontramos una gran variedad de árboles, que a pesar de no pertenecer al clima idóneo se han adaptado y se encuentran en condiciones saludables .

Esta variable evalúa la adaptación del árbol en el clima en el que se encuentra.

6 puntos	Mucha	Responde a un árbol vigoroso
3 puntos	Regular	Responde a un árbol declinante moderado o declinante incipiente
1 punto	Poca	Responde a un árbol declinante incipiente
0 puntos	Nada	Responde a un árbol declinante avanzado

• Disponibilidad de agua (4 puntos) (C) (G)
Esta variable evalúa si la disponibilidad de agua con la que cuenta el árbol según su especie es suficiente para su desarrollo.

- 4 puntos - Disponibilidad de agua necesaria
- 2 puntos - Disponibilidad de agua media
- 0 puntos - Sin disponibilidad de agua

Evaluación de esperanza de vida - (10 puntos)

La evaluación de la esperanza de vida, tienen como objetivo darles un valor extra a los árboles con cierta edad, que han tenido que pasar por varios años de vida para llegar a las condiciones en las que se encuentran en la actualidad.

En esta evaluación solo se puede elegir una de las tres variables. Las variables que se evalúan en este criterio son (Elegir sólo una):

- Juvenil (7 puntos) (C) (G)
Árboles con diámetros mayores de 5 cm y hasta 20 cm de diámetro normal. La altura del árbol frecuentemente estará ubicada entre 6 y 10 m dependiendo de la especie.
- Maduro (10 puntos) (C) (G)

Diámetro normal en el fuste mayor a 20 cm y altura mayor de 10 m dependiendo de la especie. Los individuos presentan estructuras reproductivas.

- Senil (5 puntos) (C) (G)
Árboles maduros que presentan una disminución de su vigor como respuesta a un proceso natural de envejecimiento o por el acción de algún factor abiótico o biótico. Las copas presentan ausencia parcial o total del follaje.

Evaluación de afectaciones a la infraestructura - (5 puntos)

La evaluación de afectaciones a la infraestructura, valora los problemas que genera el encuentro de los árboles con la infraestructura.

En los levantamientos que se realizaron en los casos de estudio de áreas verdes, se observó las afectaciones son menores en comparación con el arbolado de alineamiento en banquetas y camellones.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Cualquier afectación (0 puntos) (C)
Esta variable toma en cuenta afectaciones causadas, ya sea por la parte radicular del árbol (en banquetas, andadores, registros, etc.) o por la parte aérea (cables, postes, señalamientos etc.) del árbol.

- Ninguna afectación (5 puntos) (C)
Esta variable registra el mayor porcentaje cuando el árbol no ha causado ninguna afectación ni con la parte radicular, ni con la parte aérea a la infraestructura urbana.

Evaluación de percepción de seguridad - (5 puntos)

La evaluación de percepción de seguridad, toma en cuenta características que se presentan en los árboles y que propician el delito, a través de disminuir el campo visual y reducción de los niveles de luz.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Visibilidad (2 puntos) (C)
Esta variable se refiere a que es posible ver hacia



TABLA DE LEVANTAMIENTO DE ARBOLADO EN ÁREAS VERDES

diferentes puntos del sitio sin que los árboles por su tamaño, forma o condiciones lo impidan.

2 puntos - visibilidad permeable

0 puntos - visibilidad impermeable

- Densidad del follaje (1 punto) (C)

Esta variable se refiere a la densidad del follaje, es decir, si el árbol se encuentra podado correctamente y no propicia la creación de sitios con sombras, escondites o que obstruyan la visibilidad permeable.

1 punto - densidad de follaje adecuada

0 puntos - densidad de follaje inadecuada

- Altura del tronco principal (1 punto) (C)

Esta variable determina la altura del tronco principal, antes de que empiecen las ramas o bifurcaciones, ya que si tenemos el tronco principal libre es posible tener una visibilidad permeable en el sitio que nos encontremos para tener seguridad ante un posible crimen.

La altura principal del tronco libre se determina en relación a la altura promedio de los mexicanos.

1 punto - menor de 1.70 metros

0 puntos - mayor de 1.70 metros

- Densidad del arbolado(1 punto) (C)

Este aspecto toma en cuenta una separación mínima

de 2 metros en árboles juveniles y 4 metros en árboles maduros, independientemente del tamaño de la especie de la que se trate.

1 punto - bien

0 puntos - mal



TABLA DE LEVANTAMIENTO EN ÁREAS VERDES

No. Fecha: Puntuación total: Conservar: Retirar:

Localización:

Observaciones:

SIMBOLOGÍA

CROQUIS PLANTA

CROQUIS ALZADO

CARACTERÍSTICAS DEL INDIVIDUO

Nombre común	<input type="text"/>
Nombre científico	<input type="text"/>
Dimensiones en metros	<input type="text"/>
Altura del árbol	<input type="text"/>
Diámetro basal (DB)	<input type="text"/>
Diámetro a la altura del pecho (DAP)	<input type="text"/>
Diámetro de la copa	<input type="text"/>
Crecimiento	<input type="text"/>
Lento	<input type="text"/>
Medio	<input type="text"/>
Rápido	<input type="text"/>
Tipo	<input type="text"/>
Caducifolio	<input type="text"/>
Perennifolio	<input type="text"/>
Resistencia a vientos	<input type="text"/>
Media	<input type="text"/>
Alta	<input type="text"/>

EVALUACIÓN FITOSANITARIA

Vigor del árbol	<input type="text"/>	Plaga	<input type="text"/>
Vigoroso	<input type="text"/>	Enfermedades	<input type="text"/>
Declinante incipiente	<input type="text"/>	Raíz Expuesta	<input type="text"/>
Declinante moderado:	<input type="text"/>	Dominado	<input type="text"/>
Declinante avanzado:	<input type="text"/>	Árbol de alto riesgo	<input type="text"/>
Declinante severo	<input type="text"/>	Bajo	<input type="text"/>
Muerto	<input type="text"/>	Medio	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Alto	<input type="text"/>
Estado sanitario de la copa	<input type="text"/>	Estado sanitario de la copa	<input type="text"/>
Bueno	<input type="text"/>	Bueno	<input type="text"/>
Regular	<input type="text"/>	Regular	<input type="text"/>
Malo	<input type="text"/>	Malo	<input type="text"/>
Pésimo	<input type="text"/>	Pésimo	<input type="text"/>
Estado sanitario del tronco	<input type="text"/>	Estado sanitario del tronco	<input type="text"/>
Bueno	<input type="text"/>	Bueno	<input type="text"/>
Regular	<input type="text"/>	Regular	<input type="text"/>
Malo	<input type="text"/>	Malo	<input type="text"/>
Pésimo	<input type="text"/>	Pésimo	<input type="text"/>

Recomendación Fitosanitaria:
Filtro aprobado:

EVALUACIÓN CULTURAL-30 puntos

Presencia espectacular	<input type="text"/>	6	<input type="text"/>
Connotación en el sitio	<input type="text"/>	6	<input type="text"/>
Árbol longevo	<input type="text"/>	5	<input type="text"/>
Connotación histórica	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
Especie nativa	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
Especie protegida	<input type="text"/>	3	<input type="text"/>
Hito	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>

EVALUACIÓN ESTÉTICA-20 puntos

Estructura correcta	<input type="text"/>	8	<input type="text"/>
Follaje llamativo	<input type="text"/>	8	<input type="text"/>
Adaptación en el sitio	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>

EVALUACIÓN FUNCIONAL-20 puntos

Alineamiento	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
Conduce	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
Punto focal	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
Sombra	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
Otro	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>

EVALUACIÓN DE AFECTACIONES A LA INFRAESTRUCTURA - 5 puntos

Cualquier afectación	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>
Ninguna afectación	<input type="text"/>	5	<input type="text"/>

EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DEL ÁRBOL A FACTORES AMBIENTALES - 10 puntos

Adaptación del árbol al clima	<input type="text"/>	6	<input type="text"/>
Disponibilidad de agua	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>

EVALUACIÓN DE ESPERANZA DE VIDA- 10 puntos

Juvenil	<input type="text"/>	7	<input type="text"/>
Maduro	<input type="text"/>	10	<input type="text"/>
Senil	<input type="text"/>	5	<input type="text"/>

EVALUACIÓN DE PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD- 5 puntos

Visibilidad	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>
Densidad de follaje	<input type="text"/>	1	<input type="text"/>
Altura principal del tronco	<input type="text"/>	1	<input type="text"/>
Densidad de arbolado	<input type="text"/>	1	<input type="text"/>



PUNTUACIÓN PARA CONSERVAR O RETIRAR EL ÁRBOL

La condición del arbolado urbano, en particular en el caso de la Ciudad de México, no es óptima, debido a la falta de planeación y mantenimiento.

Sin embargo, a pesar de estos factores negativos, muchos árboles logran adaptarse y desarrollarse de una manera satisfactoria, por lo que, siguiendo el objetivo de esta tesis, tener mayores argumentos para impedir derribos de manera impune, se sumará la puntuación obtenida en cada aspecto valorado, para llegar a un total.

Al analizar el levantamiento que se realizó de diversos árboles en los casos de estudio, es claro que no todos los árboles reúnen cada uno de los aspectos que considera la valoración, pero si algunos de estos aspectos, lo que les va sumando puntuación, por tanto, no importa si en algún aspecto tuvieron pocos puntos, se considerará la suma de todas las puntuaciones.

En áreas verdes con base a la puntuación total obtenida se tiene que:

- 60 a 100 puntos:
El árbol se conserva, no hay posibilidad alguna de derribo. En caso de algún proyecto en el sitio de ubicación del árbol se debe de tener especial cuidado con las raíces del árbol.
- 30 a 60 puntos:
Se considera el derribo, si el proyecto de diseño o reforestación así lo requiere. Se analizarán las posibilidades de modificación en el proyecto de diseño, para no afectar al árbol, en caso de que no sea posible se procede al derribo.
- 0 a 30 puntos:
Derribo directo, si fuera necesario por proyecto de diseño o reforestación.



MANUAL DE USO EN ARBOLADO DE ALINEACIÓN

ASPECTOS A EVALUAR EN EL ÁRBOL

1. Evaluación cultural
2. Evaluación estética
3. Evaluación funcional
4. Evaluación de la adaptación del árbol a factores ambientales
5. Evaluación de esperanza de vida
6. Evaluación de afectaciones a la infraestructura
7. Evaluación de percepción de seguridad

CRITERIOS Y VARIABLES

Cada criterio para su evaluación se subdivide en variables, por ejemplo:

I. Evaluación cultural	}	Aspectos
Presencia espectacular		
Connotación en el sitio	}	Variables
Árbol longevo		
Connotación histórica		
Especie nativa		
Especie protegida		
Hito		

PUNTUACIÓN

La puntuación que se da en el manual a las variables de cada aspecto, son puntuaciones máximas, sin embargo estas pueden tener un valor menor, lo cual significaría que carecen de elementos suficientes para tener un valor máximo en esa variable. Los valores siempre se pondrán con números enteros. Cualquier árbol que en su total tenga mas de 50 puntos será candidato a quedarse en el sitio.

Número (C)

Se refiere al número que se le da a cada árbol, el cual debe de ser único. En caso de ser un área de gran tamaño, se puede dividir en cuadrantes o zonas. Se sigue un orden secuencial ascendente en cada área, cuadrante o zona. Para numerar los árboles se empezará por uno de los extremos del área delimitada y se harán líneas en "zigzag". Cada árbol debe de ser etiquetado y ubicado en un plano levantado en campo. Se puede hacer con posición de gps y dar coordenadas si fuera necesario. La información de posición de los árboles define la ubicación de cada árbol.

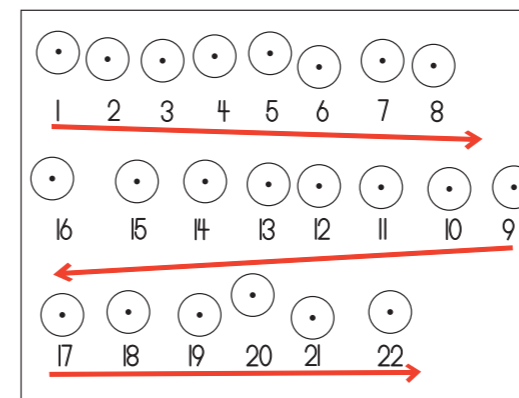


Imagen 46 Numeración arbolado

Localización(C)

Se refiere al nombre del parque o área y la ubicación con calle, colonia y delegación.

Fecha (C)

Se refiere a la fecha en la que se efectúa el levantamiento. Deberá anotarse la fecha de evaluación del árbol. El orden será el siguiente: mes/día/año.

Simbología (C) (G)

Se refiere a la simbología en planta que se usará para identificar el árbol según su especie y poder ubicarlo en el plano.

Croquis en planta (C):

Se refiere a un croquis rápido que se realizará en campo, de la forma en planta del árbol, resaltando características importantes como forma y densidad de la copa, y ubicación del tronco.

Croquis alzado (C):

Se refiere a un croquis rápido que se realizará en campo, de la forma en alzado del árbol, resaltando características importantes como forma general, zonas dañadas del árbol o interferencia con otros objetos. Se dibujará en todo el espacio destinado y al final se encerrará la escala humana que mejor corresponda.

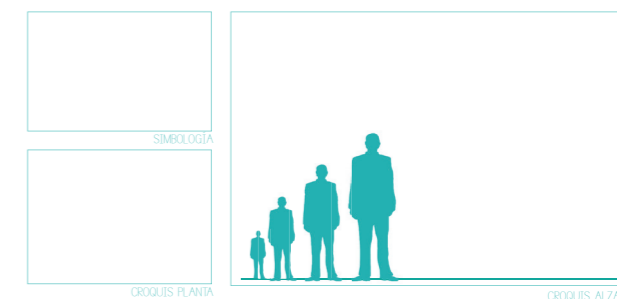


Imagen 47. Simbología y croquis



Nombre común (C) (G)

Se refiere al nombre popular que se le da a una especie, si no es identificada en campo, se deberá de tomar una muestra de aproximadamente 30 a 40 cm que incluya hojas y de ser posible floración o fruto, para su determinación posterior. Cada árbol, debe ser identificado con su nombre científico. Para ello deben usarse claves de especies arbóreas.

Nombre científico (G)

Se refiere al nombre de una especie conocido mundialmente, está en latín, consta de dos partes, género y especie. El género va con mayúscula y la especie con minúscula, se escribe en letra cursiva.

Dimensiones en metros (C)

- **Altura del árbol:** Se refiere a la altura total del árbol, desde la base del tronco, a la altura máxima de la copa, la cual se medirá con la cuadrícula incluida. (Página 107)
- **Diámetro basal:** Se refiere al diámetro del tronco a 10 cm del suelo.
- **Diámetro a la altura del pecho:** Se mide con cinta diamétrica. Se refiere al diámetro del tronco a 1.30 m sobre el suelo, es importante notar que algunas

veces no debe hacerse en ese punto por razones de daños, bifurcaciones, defectos de nudos, etc. En cual quiera de estos casos, el diámetro debe medirse en una parte libre de daños y defectos, o 30 cm arriba de donde terminan las estas diferencias. En la imagen se observan algunas recomendaciones para medir el diámetro cuando nos encontramos con alguna de las situaciones antes mencionadas:

- **Diámetro de la copa:** Se mide con cinta métrica. Se refiere a la proyección de la copa, la cual será medida por dos personas de extremo a extremo de la copa.

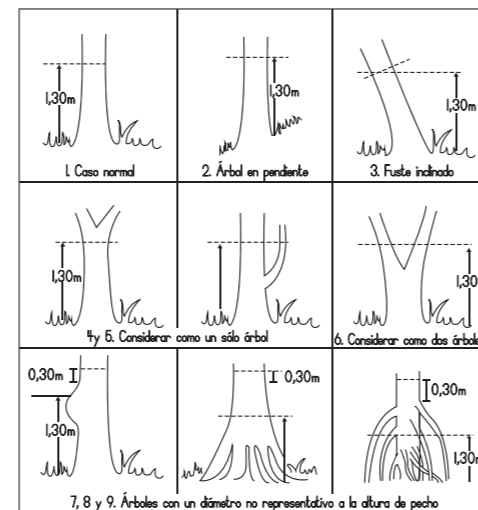


Imagen 48 Alternativas para medir diámetro a la altura del pecho según condiciones de árbol

Crecimiento (G):

Lento, medio o rápido: Se refiere a datos recabados en bibliografía confiable que nos indiquen si el crecimiento del árbol, según la especie de que se trate..

Caducifolio (C) (G):

Se refiere a los árboles que pierden sus hojas en alguna época del año. Se debe conocer la época de pérdida de follaje para no confundir con algún evento especial.

Perennifolio (C) (G):

Se refiere a los árboles que mantienen sus hojas en durante todo el año.

Resistencia a viento (G):

Se refiere a datos recabados en bibliografía confiable que nos indiquen si la resistencia a vientos del árbol, según su especie es : alta o baja y ésta se relaciona con la densidad del follaje y el tipo de crecimiento. Árboles de rápido crecimiento como el eucalipto generan leño muy poroso y por lo tanto frágil.



VALOR PARA CADA ASPECTO

ARBOLADO DE ALINEACIÓN

ASPECTO	VALOR
Evaluación cultural	30
Evaluación estética	20
Evaluación de afectaciones a la infraestructura	20
Evaluación funcional	10
Evaluación de la adaptación del árbol a factores ambientales	10
Evaluación de esperanza de vida	5
Evaluación de percepción de seguridad	5
VALOR MÁXIMO TOTAL	100

CRITERIOS Y VARIABLES EN ARBOLADO DE ALINEACIÓN

Criterios para determinar el puntaje de cada rubro

Se asignó un valor cuantitativo a cada aspecto a evaluar que responde a la importancia de los arboles desde la perspectiva del arquitecto paisajista y a la factibilidad de evaluar el árbol de la manera mas real.

Evaluación cultural - (30 puntos)

La evaluación cultural toma en cuenta rasgos tangibles e intangibles, que responden a valores relacionados a las costumbres, las ideas, la historia, la estética y las tradiciones del sitio, que se convierten en signos identitarios que reflejan cómo un grupo de usuarios y/o habitantes vive, piensa, siente y se relaciona con su medio.

Los criterios establecidos para realizar la evaluación envuelven el conjunto de aspectos que se atañen al árbol y confieren la identidad que el mismo tiene para los usuarios, aspecto que puede y debe ser aprovechado y disfrutado por otras generaciones.

Es importante para este evaluación tanto el levantamiento que se hace en campo, como investigar el contexto cultural en el que están inmersos los árboles que se evaluarán.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Presencia espectacular (6 puntos)(C)

La variable de presencia espectacular del árbol responde a la forma, gran tamaño, estructura y conformación del follaje, así como los colores o texturas y la rareza o en caso contrario, el perfeccionismo del individuo.

- Connotación en el sitio (6 puntos)(C)(G)

La variable de connotación en el sitio, es el valor que adquiere un árbol para los habitantes, usuarios o diseñadores en un sitio específico, debido a diferentes motivos como: sentimentales, religiosos, o bien, por tener alguna marcada diferencia de los demás árboles. Por ejemplo, en el Distrito Federal, la Ley de Salvaguarda del Patrimonio Urbanístico Arquitectónico, nos hace mención de cinco especies consideradas



monumentos urbanísticos - (ahuehetes (*Taxodium mucronatum*); sauces (*Salix humboldtiana*); ahuejotes (*Salix bonplandiana*); fresnos (*Fraxinus uhdei*); cedros (*Cupressus lindleyi*),- las cuales adquieren un valor mas alto en el Distrito Federal, sin embargo, en otros municipios o estados, incluso colonias, este valor cambia en función de la connotación específica que los árboles tengan en cada sitio.

Es importante contar con la información de este tipo, sobre los árboles que puedan ser importantes, dependiendo de la colonia, zona o estado del país en que se encuentren.

- Árbol longevo (5 puntos)(C)(G)

La variable de árbol longevo, es el valor que se le da a árboles maduros, a los cuales les ha tomado años llegar al tamaño y condiciones en los que se encuentra.

El tiempo que tarda un árbol en alcanzar su máximo tamaño depende de la especie y otras factores.

5 puntos - 20 años en adelante

4 puntos - 15 a 20 años

3 puntos - 10 a 15 años

2 puntos - 5 a 10 años

1 punto - 1 a 5 años

- Connotación histórica (4 puntos)(G)

La variable responde al valor que le dan los usuarios o habitantes de un sitio a un árbol, resultado de un proceso histórico en donde la reproducción de las ideas se constituyen en factores que identifican y diferencian uno o varios árboles de los demás y lo/los identifican con hechos del pasado.

En este criterio se toman en cuenta hechos históricos, canciones, leyendas, literatura o cualquier otro elemento que le de identidad a un árbol en el marco histórico.

- Especie nativa (4 puntos) (G)

La variable se refiere a especies que pertenecen a su área de distribución original, en este caso especies mexicana para distinguirlas de las exóticas.

En caso de ser especies endémicas de ese sitio ten-

drán un punto extra.

En caso de ser ahuehete, el árbol nacional de México, tendrá dos puntos extras.

- Especie protegida (3 puntos) (G)

La variable contempla aquellas especies identificadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.

3 puntos - En peligro de Extinción

2 puntos - Amenazadas

1 punto - Sujetas a protección especial

- Hito (2 puntos) (C) (G)

La variable se refiere a árboles que por su presencia o significado simbólico son significativos dentro de la trama urbana o de una zona específica. Esos hitos deben cumplir con una o con las dos condiciones previamente expuestas: ser físicamente destacados y tener una carga simbólica importante.

Evaluación estética - (20 puntos)

La evaluación estética contempla las características físicas de los árboles que proporcionan interés, variedad y atractivo al paisaje.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Estructura correcta (8 puntos) (C)

Esta variable evalúa los elementos que estructuran visualmente un árbol en su conjunto, como la forma del tronco, la disposición de las ramas y hojas, los colores de la floración, del follaje o del tronco y ramas y la textura de la copa, así como de la corteza.

El acomodo y estructura de todos estos elementos nos dan como resultado una unidad, que es la imagen del árbol que evaluaremos.

Es importante mencionar que en esta variable entra la precepción de cada evaluador y es válido, pues dependiendo del proyecto, del contexto y del paisajista, para algunos la estructura correcta puede ser



una forma completamente inusual y rara, mientras que para otros será un árbol acotado a ciertos criterios formales.

- Follaje llamativo (8 puntos) (C)

Esta variable evalúa la conformación del conjunto de hojas que por su textura, color, densidad, cantidad y penetración de luz, hacen del árbol un elemento visualmente atractivo.

- Adaptación en el espacio (4 puntos) (C)

Esta variable evalúa si el árbol se adapta visualmente de la manera correcta al espacio físico en el que se encuentra.

Evaluación de afectaciones a la infraestructura - (20 puntos)

La evaluación de afectaciones a la infraestructura, evalúa los problemas que genera la interrelación de los árboles con la infraestructura urbana.

En los levantamientos que se realizaron como casos de estudio de arbolado de alineación, se encontró que

las afectaciones a la infraestructura se encuentran presenten en la mayoría de ellos, por lo que fue necesario desglosar esta valoración.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

Parte radicular

- Banquetas (C)

El ancho de la banqueta en la que se encuentre el árbol, está relacionada directamente con las afectaciones, por lo que se darán los siguientes valores dependiendo el ancho de la banqueta. (Elegir solo una)

0 puntos - 0.60 m

1 punto - 0.90 m

2 puntos - 1.20 m

3 puntos - 1.50 -2.00 m

- Afectaciones a instalaciones subterráneas o registros (C)

Cualquier daño a registros o instalaciones subte-

rráneas como agua y drenaje, visible será tomado en cuenta.

0 puntos - Daño

4 puntos -Sin daño

- Pavimento (C)

Se evaluará si hay pavimento roto o levantado a causa de las raíces del árbol.

0 puntos - Daño

4 punto -Sin daño

Parte aérea (C)

Conflicto con:	SI	NO
Cables	0	2
Anuncios	0	2
Postes, semáforos, luminarias, etc.	0	2

Separación apropiada (C)

Se tomará como adecuada una separación mínima de 2 metros se cualquier inmueble, semáforo, poste u otro elemento a la línea de goteo del árbol.

0 puntos - Separación apropiada

3 punto - Separación inapropiada

Evaluación funcional - (10 puntos)

La evaluación funcional contempla los valores del árbol que responden a las necesidades que se tienen en el espacio. Es importante mencionar que en esta evaluación es fundamental la perspectiva del evaluador para comprender el espacio y distinguir las funciones de los árboles en el mismo.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Alineamiento (2 puntos) (C)

Esta variable evalúa si realmente hay un ritmo y una secuencia que conforma un alineamiento de árboles., ya sea orgánico o formal.

- Conduce (2 puntos) (C)



Esta variable evalúa si se logra que los árboles nos conduzcan hacia un punto específico.

- Punto focal (2 puntos) (C)

Esta variable evalúa si el árbol funciona como centro de un esquema radical o una secuencia lineal.

- Sombra (2 puntos) (C)

Esta variable evalúa si el árbol genera sombras que creen ambientes confortables para el usuario.

- Otro (2 puntos) (C)

En esta variable podemos evaluar cualquier otro aspecto funcional que cumpla el árbol y que no esté mencionado.

Evaluación de la adaptación del árbol a los factores ambientales - (10 puntos)

Esta evaluación busca encontrar si los factores ambientales que inciden en el árbol son favorables o no para su desarrollo y si este se ha adaptado.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Adaptación del árbol en el clima (6 puntos) (C)
En teoría cada especie se adapta mejor a ciertos climas, sin embargo, en la ciudad nos encontramos una gran variedad de árboles, que a pesar de no pertenecer al clima idóneo se han adaptado y se encuentran en condiciones saludables .

Esta variable evalúa la adaptación del árbol en el clima en el que se encuentra.

6 puntos	Mucha	Responde a un árbol vigoroso
3 puntos	Regular	Responde a un árbol declinante moderado o declinante incipiente
1 punto	Poca	Responde a un árbol declinante incipiente
0 puntos	Nada	Responde a un árbol declinante avanzado

- Disponibilidad de agua (4 puntos) (C) (G)
Esta variable evalúa si la disponibilidad de agua con la

que cuenta el árbol según su especie es suficiente para su desarrollo.

4 puntos - Disponibilidad de agua necesaria

2 puntos - Disponibilidad de agua media

0 puntos - Sin disponibilidad de agua

Evaluación de esperanza de vida - (5 puntos)

La evaluación de la esperanza de vida, tienen como objetivo darles un valor extra a los árboles con cierta edad, que han tenido que pasar por varios años de vida para llegar a las condiciones en las que se encuentran en la actualidad.

En esta evaluación solo se puede elegir una de las tres variables. Las variables que se evalúan en este criterio son (elegir solo una):

- Juvenil (3 puntos) (C) (G)
Árboles mayores de 5 cm y hasta 20 cm de diámetro normal. La altura del árbol frecuentemente estará ubicada entre 6 y 10 m dependiendo de la especie.

- Maduro (5 puntos) (C) (G)
Diámetro normal mayor a 20 cm y altura mayor de 10 m dependiendo de la especie. Los individuos presentan estructuras reproductivas.

- Senil (1 punto) (C) (G)
Árboles maduros que presentan una disminución de su vigor como respuesta a un proceso natural o por el hecho de algún factor abiótico o biótico. Las copas presentan ausencia parcial o total del follaje.

Evaluación de percepción de seguridad - (5 puntos)

La evaluación de percepción de seguridad, toma en cuenta elementos que se presentan en los árboles y que propician el delito, a través de disminuir el campo visual y reduciendo los niveles de luz.

Las variables que se evalúan en este criterio son :

- Visibilidad (2 puntos) (C)
Esta variable se refiere a que es posible ver hacia diferentes puntos del sitio sin que los árboles por su tamaño, forma o condiciones lo impidan



TABLA DE LEVANTAMIENTO DE ARBOLADO DE ALINEACIÓN

2 punto - visibilidad permeable

0 puntos - visibilidad impermeable

- Densidad del follaje (1 punto) (C)

Esta variable se refiere a la densidad del follaje, es decir, si el árbol se encuentra conformado o podado correctamente y no propicia la creación de sitios con sombras, escondites o que obstruyan la visibilidad permeable.

1 punto - densidad de follaje adecuada

0 puntos - densidad de follaje inadecuada

- Altura del tronco principal (1 punto) (C)

Esta variable toma en cuenta la altura del tronco principal, antes de que empiecen las ramas o bifurcaciones.

1 punto - menor de 1.70 metros

0 puntos - mayor de 1.70 metros

- Densidad del arbolado (1 punto) (C)

Esta variable toma en cuenta una separación mínima

de 2 metros en árboles juveniles y 4 metros en árboles maduros.

1 punto - bien

0 puntos - mal

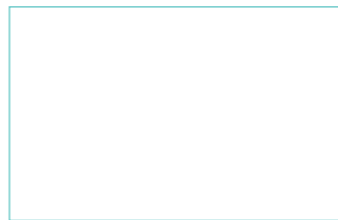
TABLA DE LEVANTAMIENTO EN ARBOLADO DE ALINEACIÓN



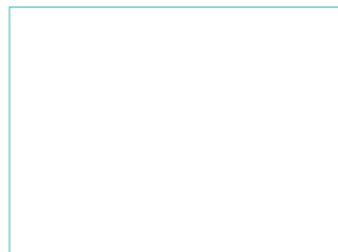
No. Fecha: Puntuación total: Conservar: Retirar:

Localización:

Observaciones:



SIMBOLOGÍA



CROQUIS PLANTA



CROQUIS ALZADO

CARACTERÍSTICAS DEL INDIVIDUO

Nombre común	<input type="text"/>
Nombre científico	<input type="text"/>
Dimensiones en metros	<input type="text"/>
Altura del árbol	<input type="text"/>
Diámetro basal (DB)	<input type="text"/>
Diámetro a la altura del pecho (DAP)	<input type="text"/>
Diámetro de la copa	<input type="text"/>
Crecimiento	<input type="text"/>
Lento	<input type="checkbox"/>
Medio	<input type="checkbox"/>
Rápido	<input type="checkbox"/>
Tipo	<input type="text"/>
Caducifolio	<input type="checkbox"/>
Perennifolio	<input type="checkbox"/>
Resistencia a vientos	<input type="text"/>
Medio	<input type="checkbox"/>
Alta	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN FITOSANITARIA

Vigor del árbol	<input type="text"/>	Plaga	<input type="text"/>
Vigoroso	<input type="checkbox"/>	Enfermedades	<input type="text"/>
Declinante incipiente	<input type="checkbox"/>	Raíz Expuesta	<input type="text"/>
Declinante moderado:	<input type="checkbox"/>	Dominado	<input type="text"/>
Declinante avanzado:	<input type="checkbox"/>	Árbol de alto riesgo	<input type="text"/>
Declinante severo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>
Muerto	<input type="checkbox"/>	Medio	<input type="checkbox"/>
Alto	<input type="checkbox"/>	Estado sanitario de la copa	<input type="text"/>
Estado sanitario de la copa	<input type="text"/>	Estado sanitario de la copa	<input type="text"/>
Bueno	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>
Malo	<input type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>
Pésimo	<input type="checkbox"/>	Pésimo	<input type="checkbox"/>
Estado sanitario del tronco	<input type="text"/>	Estado sanitario del tronco	<input type="text"/>
Bueno	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>
Malo	<input type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>
Pésimo	<input type="checkbox"/>	Pésimo	<input type="checkbox"/>

Recomendación Fitosanitaria:
Filtro aprobado:

EVALUACIÓN CULTURAL-30 puntos

Presencia espectacular	6	<input type="checkbox"/>
Connotación en el sitio	6	<input type="checkbox"/>
Árbol longevo	5	<input type="checkbox"/>
Connotación histórica	4	<input type="checkbox"/>
Especie nativa	4	<input type="checkbox"/>
Especie protegida	3	<input type="checkbox"/>
Hito	2	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN ESTÉTICA-20 puntos

Estructura conectada	8	<input type="checkbox"/>
Follaje llamativo	8	<input type="checkbox"/>
Adaptación en el sitio	4	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN FUNCIONAL-20 puntos

Alineamiento	4	<input type="checkbox"/>
Conduce	4	<input type="checkbox"/>
Punto focal	4	<input type="checkbox"/>
Sombra	4	<input type="checkbox"/>
Otro	4	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN DE AFECTACIONES A LA INFRAESTRUCTURA - 20 puntos

PARTE RADICAL		
Banqueta		
0.60 m	0	<input type="checkbox"/>
0.90 m	1	<input type="checkbox"/>
1.20 m	2	<input type="checkbox"/>
1.50-2.00 m	3	<input type="checkbox"/>
Afectaciones a instalaciones subterráneas o registros		
Daño	0	<input type="checkbox"/>
Sin daño	4	<input type="checkbox"/>
Pavimento		
Daño	0	<input type="checkbox"/>
Sin daño	4	<input type="checkbox"/>

PARTE AÉREA

Conflicto con:	SI	NO
Cables	0	2
Anuncios	0	2
Postes, semáforos, luminarias, etc	0	2

Separación apropiada

Separación apropiada	0	<input type="checkbox"/>
Separación inapropiada	3	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DEL ÁRBOL A FACTORES AMBIENTALES - 10 puntos

Adaptación del árbol al clima	6	<input type="checkbox"/>
Disponibilidad de agua	4	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN DE ESPERANZA DE VIDA- 5 puntos

Juvenil	3	<input type="checkbox"/>
Maduro	5	<input type="checkbox"/>
Senil	1	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN DE PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD- 5 puntos

Visibilidad	2	<input type="checkbox"/>
Densidad de follaje	1	<input type="checkbox"/>
Altura principal del tronco	1	<input type="checkbox"/>
Densidad de arbolado	1	<input type="checkbox"/>



PUNTUACIÓN PARA CONSERVAR O RETIRAR EL ÁRBOL

La condición del arbolado urbano, en particular en el caso de la Ciudad de México, no es óptima, debido a la falta de planeación y mantenimiento.

Sin embargo, a pesar de estos factores negativos, muchos árboles logran adaptarse y desarrollarse de una manera satisfactoria, por lo que, siguiendo el objetivo de esta tesis, tener mayores argumentos para impedir derribos de manera impune, se sumará la puntuación obtenida en cada aspecto valorado, para llegar a un total.

Al analizar el levantamiento que se realizó de diferentes árboles en los casos de estudio, es claro que no todos los árboles reúnen cada uno de los aspectos que considera la valoración, pero si algunos de estos aspectos, lo que les va sumando puntuación, por lo que lo no importa si en algún aspecto tuvieron pocos puntos, se considerará la suma de todas las puntuaciones.

El arbolado de alineación presenta una problemática diferente y más aguda al arbolado de áreas verdes, debido al escaso espacio que tienen para su desarrollo,

tanto en la parte radicular, como aérea; las condiciones en las que se encuentra este arbolado son peores, por lo que las puntuaciones que se consideran son las siguientes:

- 50 a 100 puntos:

El árbol se conserva, no hay posibilidad alguna de derribo. En caso de algún proyecto en el sitio donde se encuentra el arbolado, se debe de tener especial cuidado con las raíces del árbol.

- 25 a 50 puntos:

Se considera el derribo, si el proyecto de diseño o reforestación así lo requiere. Se analizarán las posibilidades de modificación en el proyecto de diseño, para no afectar al árbol, en caso de que no sea posible se procede al derribo.

- 0 a 25 puntos:

Derribo directo, si fuera necesario por proyecto de diseño o reforestación.

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

Elegir el arbolado urbano como tema para esta tesis, surgió al darme cuenta que a pesar de que actualmente en la Ciudad de México se ha despertado el interés por mejorar, recuperar y mantener diferentes espacios públicos, principalmente áreas verdes urbanas, el árbol, elemento principal y más importante, es conceptualizado como un obstáculo.

Los árboles son considerados un componente más del mobiliario urbano y no como seres vivos, expresión de la naturaleza, con todo el potencial de ayuda al desarrollo humano y debiendo tener la caracterización de monumentos culturales, deben ser tomados en cuenta desde un principio para el desarrollo de proyectos integrales, diseñando sobre lo que ya existe.

Muchas veces árboles de decenas de años, no son tomados en cuenta por los diseñadores, quienes empiezan a proyectar como si los parques, camellones, glorietas y demás áreas verdes fueran terrenos baldíos, porque actualmente se hace un proyecto, proponiendo las especies por gusto propio, teniendo que derribar árboles de gran porte porque “no van con el proyec-

to”, porque no se hace un levantamiento y diagnóstico, de los árboles existentes antes de empezar a diseñar.

El realizar este proyecto me permitió ver que a pesar de que las condiciones en la ciudad no son óptimas para el desarrollo de los árboles, debido a la falta de planeación y mantenimiento, los árboles son seres que han luchado por sobrevivir y tener un lugar digno en medio de la urbanización y pese a las adversidades encontramos ejemplares dignos de conservación.

Esta metodología propone evaluar diferentes aspectos con los que cuenta el árbol para obtener como resultado un valor final que nos llevará a decidir si el árbol es candidato o no para un derribo.

La metodología es una herramienta para arquitectos del paisaje y personas que estén a cargo del diseño y rehabilitación de áreas verdes en la ciudad, para evaluar el arbolado existente, sin embargo, está en nosotros como arquitectos paisajistas, planificadores y gestores de nuestra ciudad, tener la responsabilidad de proponer especies que conciben un equilibrio con

el medio construido, especies con los requerimientos necesarios para desarrollarse y no para luchar por sobrevivir.

Plantar en la ciudad debe ser un componente del arte urbano, del urbanismo, del paisajismo, utilizado para crear lugares confortables que los ciudadanos harán suyos. Cada ciudad debe definir su cultura arbórea, donde el proyecto vegetal sea un elemento principal de esta cultura.

ANEXO

I. GLOSARIO

- **Ápice:** Extremo superior de una hoja.
- **Aporcado:** Consiste en amontonar tierra u otro medio de enraíce alrededor de los brotes nuevos, para estimular la formación de raíces en la base.
- **Cambium:** Meristemo lateral formado por un monocarpa cilíndrica de células, situado en aquellos tallos y raíces que van a sufrir engrosamiento secundario.
- **Epicormicas:** (Brote) El brote epicórmico es aquel que nace de yemas dormidas durante más de una estación.
- **Estípula:** Apéndice basal de un pecíolo: las tres partes completas de una hoja son: lámina, pecíolo y estípulas (por lo general dos).
- **Filotaxis:** Disposición de hojas sobre el tallo.
- **Floema:** Tejido vascular que conduce azúcares y otros nutrientes sintetizados desde los órganos que los producen hacia aquéllos en que se consumen y almacenan (en forma ascendente y descendente).
- **Folíolo:** Segmento individual de una hoja compuesta
- **Limbo:** Porción expandida y aplanada de la hoja
- **Línea de goteo:** Línea imaginaria creada por la circunferencia de las ramas mas largas del árbol.
- **Meristemo:** Tejido indiferenciado cuyas células son capaces de desarrollare en varios órganos o tejidos.
- **Pecíolo:** Eje de la hoja que la une con el tallo o la base foliar.
- **Savia bruta:** Lugo contenido en la planta.
- **Vástago:** Conjunto formado por tallo y hojas.
- **Xilema:** Conjunto de los vasos leñosos de las plantas a través de los cuales pasa la savia bruta.

ANEXO

2. CUADRÍCULA PARA MEDIR ALTURA DE ÁRBOLES

INSTRUCTIVO PARA USAR LA CUADRÍCULA

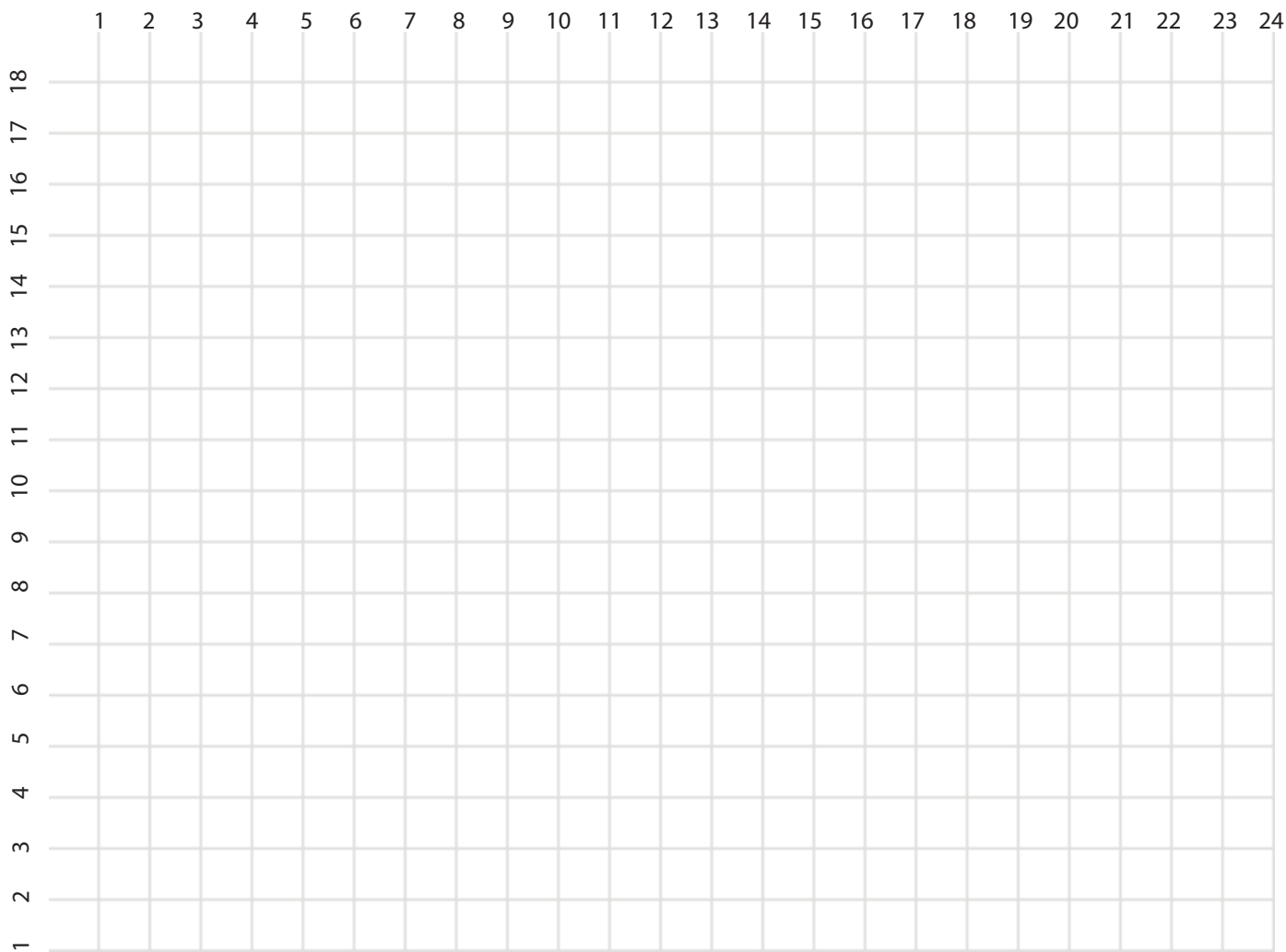
1.- Poner una marca (no permanente, se puede utilizar gis o un pañuelo amarrado al árbol) a la altura de 1.00 metro, contando a partir del nivel del suelo.

2.-Colocarse a una distancia en la que el árbol pueda ser observado completamente, desde su base, hasta la parte mas alta de la copa y en la que la marca quede dentro de uno de los cuadros.

3.-Extender ambas manos con la cuadrícula de manera vertical, tomando como base la marca, contar los cuadros que tenemos, es decir, los metros.

*Podemos hacer marcas a uno, dos o tres metros, lo que nos sea mas conveniente y utilizar el cuadro como unidad y referencia.

2. CUADRÍCULA PARA MEDIR ALTURA DE ÁRBOLES





BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PARQUES Y JARDINES. *Norma Granada. España, 2006*
- BARRERA, A & RENDÓN, S. *El libro de los Chilam Balam. México: Fondo de Cultura Económica, 2005*
- BENAVIDES, H. *Bosque urbano: la importancia de su inversión y correcto manejo. In: Memoria del Congreso Forestal Mexicano 1989. Tomo II. Toluca, Estado de México. 19 al 22 de julio de 1989. Gobierno del Estado de México y Academia Nacional de Ciencias Forestales.*
- BENAVIDES, H., LÓPEZ M. y FLORES H. *Daños a banquetas por arbolado de alineación establecido en cepas en la Delegación Coyoacán, Distrito Federal. Rev. Cien. For. en Mex. 2002.*
- BENAVIDES, H. *Notas: Curso - Taller "Metodología para el Diagnóstico de Áreas Verdes Urbanas e Inventario de su Arbolado". INIFAP. Octubre 2013*
- BESTARD, A. *Artículo: Suelo estructural. Revista Paisaje, Paisajismo, 2012*
- BILLINGS, W.D. *Las plantas y el ecosistema. Madrid: Editorial*
- HERREROS HERMANOS, 1968.
- CABALLER, V. *Valoración de árboles. España: Mundi prensa, 1999*
- CASTILLO, V. 2007. *Árboles de riesgo en tres áreas de la Universidad Autónoma de Chapingo. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Restauración Forestal. Universidad Autónoma De Chapingo, México, D.F.*
- CPTED. *Crime Prevention Through Environmental design. (www.cpted.net)*
- CHACALO, A., J. GRABINSKI, AND A. ALDAMA. *Site limitations for tree growth in Mexico City Ohio State University. 1997. Disponible en: <http://www.hcs.ohio-state.edu/METRIA/CHACALO/Chacalo.html*
- DAVIES, LI. *Safer Places. The Planning System and Crime Prevention. Office of the Deputy Prime Minister. London: Trend & Company Limited, Crown Copyright 2004. Disponible en: <http://www.securedbydesign.com/pdfs/safer_places.pdf*
- DE SAINT-EXUPÉRY. *El Principito. Editorial Latinamericana, México, 1998.*
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL. *Manual técnico de Poda. Secretaria del Medio Ambiente. 2008.*
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL. *Manual técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal. Tomo I Secretaria del Medio Ambiente. 2000.*
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL. *Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2006. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 8 de diciembre de 2006.*
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL. *Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2012 Gaceta Oficial del Distrito Federal, 14 de febrero de 2014.*
- ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. *Norma Oficial de salvaguarda NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial, 30 de diciembre de 2010.*
- HALLÉ, F. *La arquitectura de los árboles. Jornadas técnicas de la Asociación Iberomacaronésica de Jardines Botánicos. Francia, 2010.*
- JIMÉNEZ, O. *Índice de confort de la vegetación. Tesis de Licenciatura. Colombia: Facultad de Arquitectura, Universidad del Atlántico, 2008.*
- JORGENSEN E. 1970. *Urban forestry in Canada. The Shade Tree Research Laboratory, Faculty of Forestry, University of Toronto, 1970.*
- LLANOS, C. *Artículo: Elementos de manejo de árboles urbano, 2009. Disponible en: <http://www.cdmb.gov.co/web/index.php*
- LOPEZ R. & CABEZA. A. *La vegetación en el diseño de los espacios exteriores. México: Facultad de Arquitectura, 2000.*
- LOPEZ R. & MEZA M. *Los árboles en el diseño de los espacios exteriores. México: Facultad de Arquitectura, 2000.*
- MARTÍNEZ, L. & CHACALO A. *Los árboles de la ciudad de México. México: UAM, 1994*
- MANZANERO, M. *Guía metodológica para el levantamiento de parcelas permanentes en la concesión forestal de AFISAP. Santa Elena, Flores, Petén. 2003.*



REFERENCIAS DE IMÁGENES

- MICEK, T. *Árboles del mundo*. Austria: Slovart, 2011
- NEWMAN A. *Árboles guardianes de la magia*. Editorial Oceano Ambar, 2009
- TROWBRIDGE, P & BASSUK, N. *Trees in the urban lanscape. Site assessment, design and installation*. New Jersey: Editorial John Wiley, 2004w
- VARGAS, F. *Compendio de árboles históricos y notables de México*. México: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP.
- ZAMUDIO C. 2001. *Análisis del Comportamiento del arbolado urbano público durante el período de 1995 a 1999 en la ciudad de Linares, NL*. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias Forestales, UANL, Linares, Nuevo León
- TRUEBA, A. *El árbol de Guernica*. Revista *Euzkara*. Disponible en: <http://hedatuz.euskomedia.org/9145/1/05023032.pdf>
- VARGAS, F. *Compendio de árboles históricos y notables de México*. México: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP.
- ZAMUDIO, C. 2001. *Análisis del Comportamiento del arbolado*

urbano público durante el período de 1995 a 1999 en la ciudad de Linares, NL. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias Forestales, UANL, Linares, Nuevo León

Imagen 1. Flor de árbol de cabellito (*Pseudobombax ellipticum*). Fuente: <http://birdingtrekkingandnaturecom-luis.blogspot.mx/2013/04/birding-republica-dominicana.html>

Imagen 2. Árboles de Banyan en los templos de Angkor Wat, Camboya. Fuente: <http://www.viajesdesorganizados.com/actividad/arboles-de-banyan-en-los-templos-de-angkor-wat>

Imagen 3. Trees and lawns. In the park during the night. . Fuente: <https://www.flickr.com/photos/28407404@N08/10993843226/in/photolist-hKujz9-dmhvmr-4Fb9wr-di7w44-zYNvk-4sd9j-dkoExv-4FfmJG-9hyXiR-i2p6qV-ead4Cf-aJp9bR-drAdWg-ANZ5L-hfZETw-aSIWui-9XymmZ-ead4W9-7jN7zD-fGxnY5-pn9dW-gY3cDf-8pAjPy-zcHgH-7UKCwA-bATyk4-gj57kH-9yGL7N-kbXAMs-gDnWGr-jp3Gna-92VZpB-5MHxSu-fzGXr2-adnLdm-eeCJvr-aHA6nR-4FftAY-dkoix9-di7bEP-4Fbd9V-9hC3Us-b4DWV2-h6vPhn-6nwFe-j6PeWK-n6rXgr-egvytx-dSGsvD-4qE7Y8-ea7nnV>

Imagen 4. Urban runner and tree. . Fuente: <http://www.gdanmitchell.com/2009/09/04/urban-runner-and-tree>

Imagen 5. Partes del árbol. Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en: <http://www.dltk-ninos.com/educacional/ciencia/>

[arboles/](#)

Imagen 6. Raíz pivotante y raíz fasciculada. Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en: <http://elmundoyusplantas.blogspot.mx/2010/10/1a-raiz.html>

Imagen 7. Partes que componen el tronco. Fuente: Elaboración propia con base en la información en: http://www.google.com.mx/search?q=tipos+de+raices&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=m_hxU6u8GYL08AH-miIG4Ag&sqi=2&ved=0CCcQsAQ&biw=1280&bih=677#-q=partes+tronco+arbol&tbm=isch&facrc=_&imgdii=_&imgrc=oy6bN6ryl-dEGOM%253A%3BCIoDPCoMfvIM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.guitarraprofesional.com%252Fmaderas%252Ftronco%252520corte.jpg%-3Bhttp%253A%252F%252Fwww.guitarraprofesional.com%252Fmaderas%-252Fmaderas.htm%3B380%3B273

Imagen 8. Tipos de ramas. Fuente: http://www.cfeaguisamo.org/webcfe/images/documentacion_tecnica/arboricultura/BVA/DFH/arquitectura_de_los_arboles.pdf

Imagen 9. Hojas opuestas, hojas alternas y hojas verticiladas. Fuente: <http://planta2011.wikispaces.com/hoja>

Imagen 10. Formas de copa. Fuente: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ab-hrey.html>

Imagen 11. Ejes verticales u horizontales. Fuente: Elaboración propia con base en la información en: http://www.cfeaguisamo.org/webcfea/imagenes/documentacion_tecnica/arboricultura/BVA/DFH/arquitectura_de_los_arboles.pdf

Imagen 12. Filotaxis. Fuente: Ídem

Imagen 13. Tipo de ramificación. Continúa y rítmico. Fuente: Ídem

Imagen 14. Posición de las estructuras reproductivas terminales y laterales. Fuente: Ídem

Imagen 15. Combinación de vástagos. Fuente: Ídem

Imagen 16. Modelo LLeuwenberg. Fuente: Ídem

Imagen 17. Modelo Rauh. Fuente: Ídem

Imagen 18. Modelo Massart. Fuente: Ídem

Imagen 19. Modelo Troll. Fuente: Ídem

Imagen 20. Árbol unitario. Fuente: Ídem

Imagen 21. Árbol colonial. Fuente: Ídem

Imagen 22. Ahuehuete (*Taxodium mucronatum*). Fuente: <http://www.fundacionxochitla.org.mx/noticias/2011/dia-nacional-del-arbol-urbano-en-xochitla.html>

Imagen 23. Baobabs en África. Fuente: <http://www.taringa.net/posts/ecologia/15473385/Baobabs-Madagascar.html>

Imagen 24. Baobabs en “El Principito”. Fuente: <http://anaperezroble.wordpress.com/tag/el-principito/>

Imagen 25. Árbol de Guernica. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Bombardeo_de_Guernica

Imagen 26. Cosmogonía en Mesoamérica. Fuente: <http://victormaulh.wordpress.com/category/mitologia/>

Imagen 27. Árbol del Tule, Oaxaca. . Fuente: <http://www.mexicoenfotos.com/antiguas/oaxaca/santa-maria-del-tule/MX13229838202407>

Imagen 28. Escultura de Hernán Cortés en el árbol de la noche triste (hijo). Fuente: <http://www.mexicodesconocido.com.mx/dolores-hidalgo-pueblos-magicos-de-mexico.html>

Imagen 29. El hombre invisible. Fuente: <http://www.dtlux.com/dolcevita/arteyarquitectura/galeria/el-hombre-invisible/?th=l&pg=0>

Imagen 30 a Imagen 42. Condiciones sanitarias y estructurales de copas y troncos. . Fuente: Elaboración propia

Imagen 43. Numeración del arbolado. Fuente: Elaboración propia

Imagen 44. Simbología y croquis. Fuente: Elaboración propia

Imagen 45. Alternativas para medir diámetro a la altura del pecho según condiciones del árbol. Fuente: Elaboración propia

Imagen 46. Numeración del arbolado. Fuente: Elaboración propia

Imagen 47. Simbología y croquis. Fuente: Elaboración propia

Imagen 48. Alternativas para medir diámetro a la altura del pecho según condiciones del árbol. Fuente: Elaboración propia

Imagen 49. Abraza un árbol. Fuente: <http://granolawannabes.files.wordpress.com/2011/02/treehugger-love.jpg>

NOTAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIDAD ACADÉMICA DE ARQUITECTURA DE PAISAJE

Metodología para la evaluación del arbolado urbano
Tesis para obtener el Título de Arquitecta Paisajista

Presenta
KAREN JIMENA ROBLES PARDO

Asesores:
Arq. Lilia Margarita Guzmán y García
M. en C. Ma. del Carmen Meza Aguilar
M. en Urb. Claudia Reyes Ayala
Dr. Héctor Mario Benavides Meza

Mayo, 2014

