

San Antonio de Belén, 3 de noviembre de 2017

Informe final de la contratación por servicios profesionales

N° 2017CD-000043-0002600001

Plan de manejo silvicultural del arbolado urbano en vía pública en el cantón de Belén.

Elaborado por:

Roberto Rodríguez Sánchez

2017

Tabla de contenidos

Índice de cuadros	ii
Índice de figuras	iii
Índice de anexos	iii
1. Introducción	1
2. Evaluación del nivel de riesgo asociado al arbolado urbano	2
2.1. Matrices de evaluación del riesgo	2
2.2. Matriz de evaluación de la vulnerabilidad	9
3. Método de priorización de los individuos a intervenir	12
4. Nivel de riesgo de los individuos que componen el arbolado urbano	14
5. Plan General de Manejo	17
5.1. Zonas prioritarias de intervención	17
5.2. Intervenciones propuestas	19
5.2.1. Intervenciones en el corto plazo	19
5.2.2. Intervenciones a medio plazo	30
5.2.3. Intervenciones a largo plazo	30
6. Plan Operativo Anual.....	31
6.1. Consideraciones específicas	32
6.1.1. Podas	32
6.1.2. Sustituciones	34
6.1.3. Trasplantes	36
6.1.4. Deshija de brotes tiernos y tallos maduros de palmas.....	37
6.1.5. Corta de racimos con frutos y flores de palmas	37
6.1.6. Monitoreo constante	37
6.1.7. Información	38
6.1.8. Manejo de la fertilidad del suelo	38
6.1.9. Manejo de plagas, enfermedades y daños mecánicos	38
6.1.10. Aumentar el área de desarrollo del fuste.	39
6.1.11. Análisis jurídico	40
6.1.12. Aumento de la altura del tendido eléctrico	40
7. Manejo Integral del arbolado	40
7.1.1. Biodiversidad	41
7.1.2. Educación y comunicación	41

7.1.3.	Visibilidad de conductores	42
7.1.4.	Reservorio de carbono.....	43
7.1.5.	Relación entre el arbolado urbano y el plan de desarrollo	44
7.1.6.	Control de las nuevas arborizaciones	45
7.1.7.	Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	46
8.	Referencias	47
9.	Anexos.....	49

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Matriz de evaluación del riesgo por volcamiento de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.	3
Cuadro 2.	Matriz de evaluación del riesgo por caída de ramas de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.	4
Cuadro 3.	Matriz de evaluación del riesgo por daño al tendido eléctrico de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.	5
Cuadro 4.	Matriz de evaluación del riesgo por daño a la infraestructura subterránea, aceras y alcantarillado de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.....	6
Cuadro 5.	Matriz de evaluación del riesgo por caída de hojas peligrosas de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.	7
Cuadro 6.	Matriz de evaluación del riesgo por caída de frutos peligrosos de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.	8
Cuadro 7.	Matriz de evaluación del riesgo por caída de flores peligrosas de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.	8
Cuadro 8.	Matriz de evaluación de riesgo por presencia de espinas o aguijones de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.....	9
Cuadro 9.	Matriz de evaluación del riesgo por toxicidad humana de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.	9
Cuadro 10.	Matriz de evaluación del grado de vulnerabilidad de las personas, los vehículos, las construcciones y el tendido eléctrico con respecto al arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017....	11
Cuadro 11.	Distribución del número de individuos del arbolado urbano por categoría de riesgo según su clasificación en riesgo alta, medio-alta, medio-baja, baja y muy baja, Municipalidad de Belén, 2017,	15

Cuadro 12. Individuos con alta prioridad de intervención.....	17
Cuadro 13. Medidas de acción recomendadas en el corto plazo para los individuos que presenta un grado de prioridad muy alto.	20

Índice de figuras

Figura 1. Interpolación de la afluencia vehicular en el cantón de Belén, según los registros de la Unidad de Obras de la Municipalidad. 2017.....	10
Figura 2. Distribución geográfica de los individuos visitados en el proceso de validación de campo de las matrices utilizadas, Municipalidad de Belén, 2017.	13
Figura 3. Distribución geográfica de las nueve zonas prioritarias de intervención según el grado de riesgo que presentan los individuos del arbolado urbano del cantón. Municipalidad de Belén, 2017.	19
Figura 4. A) corta de ramas mayores a 5 cm de diámetro. B) ángulo sugerido de corte de ramas.....	33
Figura 5. Imagen del cuchillo malayo recomendado para hacer podas de hojas en palmas altas. Fuente: Distribuidor Malayo S.A.S. 2017.....	34
Figura 6. Individuos a remover según la dirección de vía de las carreteras.	43
Figura 7. Distribución de árboles y arbustos según la extensión del parque. A) Parques pequeños donde debe dejarse libre el centro; B) Parque con extensión para sembrar árboles al fondo del terreno,	45

Índice de anexos

Anexo 1. Especies exóticas arbóreas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén.	49
Anexo 2. Especies arbustivas exóticas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén.	50
Anexo 3. Castos, enredaderas y hierbas exóticas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén. ..	51
Anexo 4. Palmas exóticas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén.	52
Anexo 5. Especies recomendadas para plantar en eventuales substituciones y nuevas arborizaciones.	53

1. Introducción

Los árboles urbanos representan un elemento fundamental en el paisaje de las ciudades, debido a que poseen la capacidad de brindar beneficios y servicios que son aprovechados por las poblaciones humanas (Tovar 2007; Roy et al. 2012; FAO 2016). Los beneficios brindados pueden agruparse en sociales, económicos, visuales, estéticos, y de salud; además, destacan entre los servicios aquellos asociados a la reducción de la temperatura, al secuestro de carbono, el mejoramiento de la calidad del aire, el mejoramiento de las condiciones para la vida silvestre, entre otros (Roy et al. 2012; FAO 2016). Sin embargo, gran parte del arbolado en zonas urbanas crece en áreas reducidas y bajo entornos hostiles que dificultan su desarrollo, lo cual favorece la aparición de daños físicos y fitosanitarios en los árboles (Tovar 2007). Daños que podrían generar repercusiones negativas sobre la infraestructura y los peatones (La Nación 2016a, 2016b y 2016c).

El cantón de Belén no está exento de los beneficios y servicios mencionado, ya que en él existen poco más de 14 mil individuos entre palmas, árboles, arbustos, hierbas, enredaderas y cactus, solo en las áreas públicas administradas por el gobierno local (Municipalidad de belén, 2015). No obstante, una considerable parte de estos individuos presentan condiciones que representan un riesgo potencial para la infraestructura y sus usuarios.

El presente documento tiene como objetivo desarrollar un plan de manejo silvicultural del arbolado urbano ubicado en vía pública del cantón de Belén orientado a reducir el riesgo sobre las personas, los vehículos y las infraestructuras. Para ello, evaluó el riesgo de cada uno de los individuos, en función de nueve categorías de riesgo. El análisis de los individuos partió del concepto de riesgo entendido como la probabilidad de que se presenten pérdidas, daños o consecuencias negativas en el ámbito económico, social o ambiental en un sitio particular, producto de la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Costa Rica 2006; CNE 2017). Donde amenaza se refiere al “peligro latente representado por la posible ocurrencia de un fenómeno peligroso” (e.g. caída de árboles o ramas) y vulnerabilidad como el grado de exposición y la fragilidad a ser impactado por un proceso debido a un conjunto de condiciones (e.g. presencia de construcciones, tránsito vehicular y peatonal, entre otros; Costa Rica 2006; Área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Nacional de Colombia 2015; CNE 2017).

A partir del análisis de riesgo, se establecen recomendaciones de manejo silvicultural para reducir el nivel de riesgo del arbolado urbano en el corto, mediano y largo plazo. Así mismo, se señalan algunas consideraciones operativas importantes de tomar en cuenta en la ejecución de las medidas propuestas. Por esta razón, el documento se estructura en dos grandes secciones: Plan General de Manejo (PGM) y Plan Operativo (PO). En el PGM se detalla el tipo de medida silvicultura según el nivel de riesgo de los individuos y tomando en cuenta la dimensión

temporal; mientras que en el PO se indican las consideraciones operativas más relevante para la ejecución de las medidas silviculturales propuestas.

Transversalmente se vincularon otros objetivos relacionados a la biodiversidad y cambio climático, los cuales, junto al objetivo de la presente propuesta, fungirán como complemento para hacer de Belén una ciudad sustentable.

2. Evaluación del nivel de riesgo asociado al arbolado urbano

Se realizó un análisis de las variables registradas y los resultados obtenidos en el inventario forestal del arbolado urbano de la Municipalidad (Municipalidad de Belén 2015). Con ello y realizando una adaptación de los parámetros de evaluación del riesgo empleados en el bosque urbano del Valle de Aburrá (Área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Nacional de Colombia 2015) se elaboraron diferentes matrices que permitieron la valoración del riesgo. En términos matemáticos la valoración del riesgo se determinó como el producto entre el nivel de y el grado de vulnerabilidad (ecuación 1).

Ecuación 1. Determinación del grado de riesgo de los individuos del arbolado urbano según categoría de riesgo.

$$R_n = A_n * V$$

Dónde: R_n es el riesgo asociado a la categoría n , A_n es la amenaza del individuo según las variables de riesgo asociadas a la categoría n ; y V es la vulnerabilidad de las personas, los vehículos y la infraestructura.

2.1. Matrices de evaluación del riesgo

Se desarrollaron nueve matrices de evaluación del riesgo (Cuadros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9), para priorizar las mediadas silviculturales según el riesgo de: 1) volcamiento, 2) caída de ramas, 3) daño al tendido eléctrico, 4) daño a la infraestructura subterránea, 5) caída de frutos peligrosos, 6) caída de hojas peligrosas, 7) caída de flores peligrosas, 8) toxicidad y 9) probabilidad de afectación por espinas y aguijones. Además, se tomó en cuenta una categoría de *riesgo general*, obtenida como el promedio de los valores de riesgo de cada una de las categorías, según se describe en la ecuación 2.

Ecuación 2. Obtención del Riesgo General de los individuos para determinar el grado de amenaza

$$RG = \frac{RV + RCR + RCH + RCFr + RCFI + RTE + REA + RTH + RIA}{NCR}$$

Dónde: RV: riesgo de volcamiento, RCR: riesgo de caída de ramas, RCH: riesgo de caída de hojas peligrosas, RCFr: riesgo de caída de frutos peligrosos, RCFI: riesgo de caída de flores peligrosas, RTE: riesgo de daño al tendido eléctrico, REA: riesgo de daño por espinas y aguijones, RTH: riesgo por toxicidad humana, RIA: riesgo por daño a la infraestructura subterránea y aceras, y NCR: número de categorías de riesgo.

Cuadro 1. Matriz de evaluación del riesgo por volcamiento de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de riesgo	VARIABLES DE RIESGO	Descripción	Parámetros	Puntaje
1. Amenaza de volcamiento	Altura (m)	A mayor altura incrementa el riesgo de volcamiento del individuo	Menor a 3 m	0,25
			3 a 6,99	0,50
			7 a 9,99 m	0,75
			Mayor o igual a 10 m	1
	Dap (cm)	A mayor dap incrementa la masa del individuo y el riesgo de volcamiento	Menor a 10 cm	0,33
			10 a 49,99 cm	0,67
			Mayor o igual a 50 cm	1
	Clasificación morfológica	Se refiere a la clasificación según sea árbol, palma, arbusto, hierba, enredadera o cacto	Hierba, enredadera o cacto	0,33
			Arbusto y no identificado ^a	0,67
			Árbol y palma	1
	Especie (Sp)	La sp es susceptible a volcarse sin mostrar síntomas	Se vuelca	0,33
			Sin información	0,67
			No se vuelca	1
	Estado general	Afectación del árbol por plagas, enfermedades y daño mecánico	Sano o no registrado	0
Enfermo			1	
Inclinación	Inclinación del fuste con respecto al plano vertical	Sin inclinación o palmera phenix ^b	0,33	
		Menos de 45°	0,67	
		Más de 45°	1	

^a. A los individuos *no identificados* se le asigna un puntaje de 0.67 para ser conservadores en la evaluación del riesgo.

^b. A las *palmeras phenix* se les asignó un puntaje de 0.67 dado que es una característica propia de esta especie desarrollar el fuste inclinado.

Cuadro 2. Matriz de evaluación del riesgo por *caída de ramas* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de riesgo	VARIABLES de riesgo	Descripción	Parámetros	Puntaje
2. Caída de ramas	Altura (m)	A mayor altura del individuo incrementa el riesgo de las ramas de causar daño al aumentar la energía cinética de las mismas.	Menor a 3 m	0,25
			3 a 6,99	0,50
			7 a 9,99 m	0,75
			Mayor o igual a 10 m	1
	Dap (cm)	A mayor dap incrementa la masa del individuo y de las ramas por lo que aumenta el riesgo de las ramas de causar daño	Menor a 10 cm	0,33
			10 a 49,99 cm	0,67
			Mayor o igual a 50 cm	1
	Clasificación morfológica	Se refiere a la clasificación según sea árbol, palma, arbusto, hierba, enredadera o cacto	Hierba, enredadera o cacto	0,33
			Arbusto y no identificado	0,67
			Árbol y palma	1
	Ramas	La especie es susceptible a perder las ramas	Sin autopoda	0,33
			No info.	0,67
Poda natural			1	
Estado general	Afectación del árbol por plagas, enfermedades y daño mecánico	Sano o no registrado	0	
		Enfermo	1	

Cuadro 3. Matriz de evaluación del riesgo por *daño al tendido eléctrico* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de riesgo	VARIABLES de riesgo	Descripción	Parámetros	Puntaje
3. Daño al tendido eléctrico	Altura (m)	A mayor altura el individuo incrementa el riesgo de afectar el tendido eléctrico	Menor a 3 m	0,25
		3 a 6,99	0,50	
		7 a 9,99 m	0,75	
		Mayor o igual a 10 m	1	
	Dap (cm)	A mayor dap incrementa el riesgo de generar daño sobre el tendido eléctrico	Menor a 10 cm	0,33
			10 a 49,99 cm	0,67
			Mayor o igual a 50 cm	1
	Cercanía al tendido eléctrico (m)	A menor distancia entre la copa de los individuos y el tendido eléctrico incrementa el riesgo de causar daño	No aplica	0,25
			Mayor a 1 m y no registrado	0,5
			Menor o igual a 1 m	0,75
			Pegando al tendido	1

Cuadro 4. Matriz de evaluación del riesgo por *daño a la infraestructura subterránea, aceras y alcantarillado* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de Riesgo	Variables de riesgo	Descripción	Parámetros	Puntaje
4. Daño a la infraestructura subterránea, aceras y alcantarillado	Daño en la acera	Se observa un daño en la acera donde se encuentra el individuo	No aplica	0
			Daño de aceras categoría "A" y "NR"	0,33
			Daño de aceras categoría "B"	0,67
			Daño de aceras categoría "C"	1
	Altura (m)	El sistema radicular de las plantas guarda una relación directa con la parte aérea. A mayor altura del individuo mayor desarrollo radicular.	Menor a 3 m	0,25
			3 a 6,99	0,50
			7 a 9,99 m	0,75
			Mayor o igual a 10 m	1
	Dap (cm)	El sistema radicular de las plantas guarda una relación directa con la parte aérea. A mayor dap del individuo mayor desarrollo radicular.	Menor a 10 cm	0,33
			10 a 49,99 cm	0,67
			Mayor o igual a 50 cm	1
	Clasificación morfológica	Se refiere a la clasificación según sea árbol, palma, arbusto, hierba, enredadera o cacto	Hierba, enredadera, cacto y no identificado	0
			Árbol, arbusto y palma	1

Cuadro 5. Matriz de evaluación del riesgo por *caída de hojas peligrosas* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de amenaza	VARIABLES DE RIESGO	Descripción	Parámetros	Puntaje
5. Caída de hojas peligrosas	Altura (m)	A mayor altura del individuo	Menor a 3 m	0,25
		incrementa el riesgo de las hojas peligrosas de causar daño al	3 a 6.99	0,50
		aumentar la energía cinética de las mismas.	7 a 9.99 m	0,75
			Mayor o igual a 10 m	1
	Dap (cm)	A mayor dap incrementa la masa del individuo y el riesgo de las hojas peligrosas de causar daño	Menor a 10 cm	0,33
			10 a 49.99 cm	0,67
			Mayor o igual a 50 cm	1
	Hojas	La especie se caracteriza por presentar grandes hojas que pudieran causar daño	Sin hojas que pudieran causar daño	0
		Presenta hojas que pudieran causar daño	1	

Cuadro 6. Matriz de evaluación del riesgo por *caída de frutos peligrosos* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de riesgo	VARIABLES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	PUNTAJE
6. Caída de frutos peligrosos	Altura (m)	A mayor altura del individuo incrementa el riesgo de los frutos de causar daño al aumentar la energía cinética de los mismos.	Menor a 3 m	0,25
			3 a 6.99	0,50
			7 a 9.99 m	0,75
			Mayor o igual a 10 m	1
	Dap (cm)	A mayor dap, mayor edad del individuo y mayor probabilidad de generar mayor cantidad de frutos	Menor a 10 cm	0,33
			10 a 49.99 cm	0,67
			Mayor o igual a 50 cm	1
	Frutos	La especie se caracteriza por presentar frutos grandes que pudieran causar daño	Sin frutos que pudieran causar daño	0
			Presenta frutos que pudieran causar daño	1

Cuadro 7. Matriz de evaluación del riesgo por *caída de flores peligrosas* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de riesgo	VARIABLES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	PUNTAJE
7. Caída de flores peligrosas	Altura (m)	A mayor altura del individuo incrementa el riesgo de las flores de causar daño al aumentar la energía cinética de las mismas.	Menor a 3 m	0,25
			3 a 6.99	0,50
			7 a 9.99 m	0,75
			Mayor o igual a 10 m	1
	Dap (cm)	A mayor dap, mayor edad del individuo y mayor probabilidad de generar flores que pudieran causar daño	Menor a 10 cm	0,33
			10 a 49.99 cm	0,67
			Mayor o igual a 50 cm	1
	Flores	La especie se caracteriza por presentar flores que pudieran causar daño	Sin flores que pudieran causar daño	0
			Presenta flores que pudieran causar daño	1

Cuadro 8. Matriz de evaluación de riesgo por *presencia de espinas o aguijones* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de amenaza	VARIABLES DE RIESGO	Descripción	Parámetros	Puntaje
8. Amenaza por presencia de espinas o aguijones	Espinass y aguijones	La especie se caracteriza por presentar espinas o aguijones	Sin espinas o aguijones que pudieran causar daño	0
			Presenta espinas o aguijones que pudieran causar daño	1

Cuadro 9. Matriz de evaluación del riesgo por *toxicidad humana* de los individuos del arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría de amenaza	VARIABLES DE RIESGO	Descripción	Parámetros	Puntaje
9. Amenaza por toxicidad humana	Toxicidad humana	La especie se caracteriza por sustancias tóxicas	Sin sustancias tóxicas que pudieran causar daño	0
			Individuo no registrado o sin información	0,33
			Presenta sustancias tóxicas que pudieran causar daño leve	0,66
			Presenta sustancias tóxicas que pudieran causar daño grave	1

2.2. Matriz de evaluación de la vulnerabilidad

La matriz de vulnerabilidad se elaboró tomando en cuenta cuatro variables relacionadas a la presencia de personas, construcciones y tendido eléctrico, y la afluencia vehicular del cantón (Cuadro 10). En la variable “Persona” se definió que las aceras y parques poseen mayor presencia o tránsito de personas, esto debido a que son áreas dedicadas a la recreación como al traslado de las personas desde sus hogares a los sitios de trabajo, razón por la cual se les estableció un valor de 1. En el caso de las áreas verdes se les asignó un valor de 0,67, ya que son empleadas por varios vecinos como áreas recreacionales o para la realización de tareas del hogar, tal es el caso del área verde localizada en Calle El Ande, La Amistad, y el Centro Diurno del Adulto Mayor. Los pozos y plantas de tratamiento tendrán un valor de 0,33 debido a que la presencia de personas está relacionada a las labores de mantenimiento y vigilancia de la infraestructura presente. Estas áreas corresponden al Pozo de Alturas de Cariari, Los Tanques

Aéreos de Calle El Avión, y las plantas de tratamiento del Residencial Belén, Manantiales y Villa Sol.

La variable de vehículos fue categorizada según la afluencia vehicular reportada por los sitios de muestreo que dispone la Unidad de Obras de la Municipalidad de Belén. Los sitios de muestreo reportados se georeferenciaron en un sistema de información geográfica (SIG) y con los valores de vehículos diarios se realizó una interpolación utilizando el método de Kringing universal con ecuación logarítmica para extrapolar los valores a todo el cantón (Figura 1). A parte de dichas clases, se estableció que los parques, pozos, plantas de tratamiento y áreas verdes tendrían el menor puntaje de esta variable, ya que no poseen un tránsito sostenido de carros, el cual, cuando se da, es por razones de labores de mantenimiento de la infraestructura.

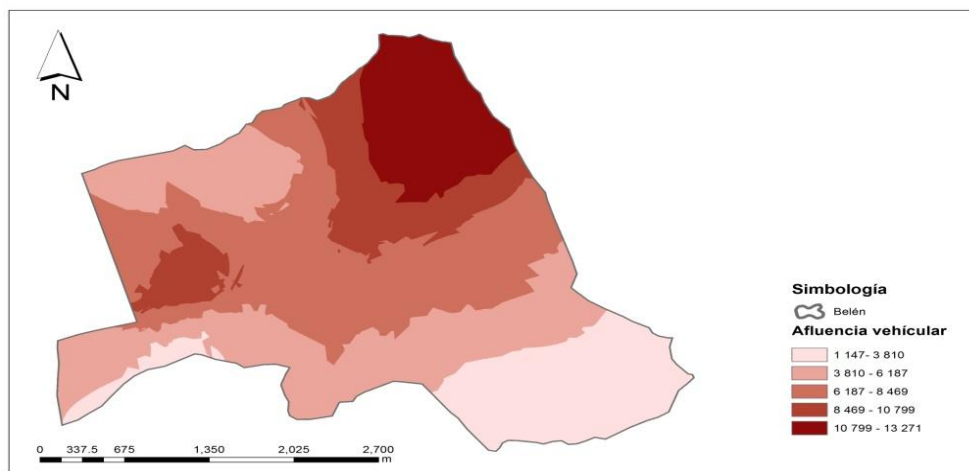


Figura 1. Interpolación de la afluencia vehicular en el cantón de Belén, según los registros de la Unidad de Obras de la Municipalidad. 2017.

Cuadro 10. Matriz de evaluación del *grado de vulnerabilidad* de las personas, los vehículos, las construcciones y el tendido eléctrico con respecto al arbolado urbano. Municipalidad de Belén. 2017.

Categoría	VARIABLES DE VULNERABILIDAD	Descripción	Parámetros	Puntaje
Vulnerabilidad	Persona	Tránsito o presencia de personas,	Pozos y planta de tratamiento	0,33
			Áreas verdes	0,67
			Aceras y parques	1
	Vehículos	Localización de los árboles con relación a la afluencia vehicular, A mayor afluencia vehicular mayor vulnerabilidad	Parques, pozos, planta de tratamiento y áreas verdes,	0,17
			Tránsito vehicular entre 1 447 - 3 810 vehículos/día,	0,33
			Tránsito vehicular entre 3 810 - 6 187 vehículos/día,	0,50
			Tránsito vehicular entre 6 187 - 8 469 vehículos/día,	0,67
			Tránsito vehicular entre 8 469 - 10 799 vehículos/día,	0,83
			Tránsito vehicular entre 10 799 - 13 271 vehículos/día	1,00
	Infraestructura	Presencia de construcciones que pudieran afectarse (tendido eléctrico, aceras, alcantarillado sanitario, edificaciones, infraestructura de parques),	Ausencia	0
			No registrado	0,5
			Presencia	1

Para la variable *vulnerabilidad de construcciones* se consideró sólo la presencia o ausencia de infraestructura que pudiera verse afectada. Por ello, se tomaron en cuenta las aceras, alcantarillado sanitario, edificaciones e infraestructura de parques. En cuanto a la variable de tendido eléctrico, sus categorías se establecieron según los registros de cercanía al tendido eléctrico de la base de datos del censo del arbolado urbano. De esta manera, la presencia se definió según se registrara o no en la base de datos del censo.

3. Método de priorización de los individuos a intervenir

A partir de las matrices de riesgo y vulnerabilidad elaboradas se obtuvo un puntaje que determinó el nivel de riesgo de los individuos. Este puntaje varió en una escala de cero a uno (0-1), donde 0 representa un nivel de riesgo muy bajo y 1 un nivel de riesgo alto. Según el puntaje de cada individuo se agrupó la vegetación en cinco clases de prioridad: **prioridad alta**: para individuos con un nivel de riesgo entre 1-0,80; **prioridad medio-alta**: para individuos con un nivel de riesgo entre 0,79-0,60; **prioridad medio-baja**: para individuos con un nivel de riesgo entre 0,59-0,40; **prioridad baja**: para individuos con un nivel de riesgo entre 0,39-0,20; y **prioridad muy bajo**: para individuos con un nivel de riesgo menor a 0,19.

Los cálculos para determinar el grado de riesgo de los individuos se realizarán en Excel utilizando la base de datos presente en el documento “*Vegetación urbana del cantón de Belén*”, La asignación de los puntajes se efectuó de forma programada utilizando los operadores lógicos de Excel.

Antes de realizar la priorización final de los individuos, se realizó un proceso de validación de campo. Esta validación consistió en determinar si el puntaje asignado a cada uno de los individuos era congruente con las características que presentaban en campo. En la validación se muestrearon 281 individuos (1,9% de la vegetación total). La selección de los individuos se realizó al azar utilizando el programa ArcGis 10.1 (figura 1). En la selección se tomaron en cuenta árboles, arbustos, palmas, hierbas, cactus y enredaderas.

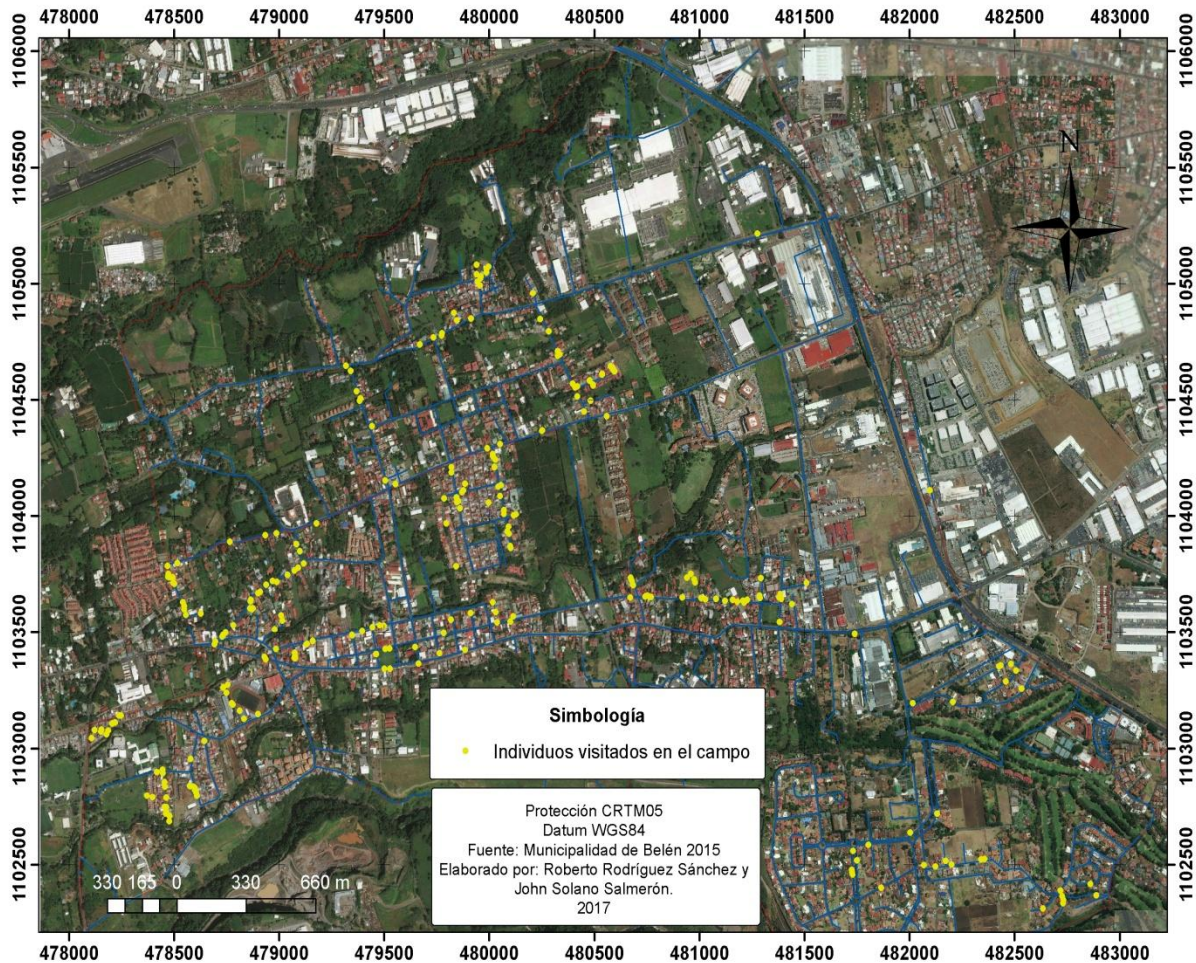


Figura 2. Distribución geográfica de los individuos visitados en el proceso de validación de campo de las matrices utilizadas, Municipalidad de Belén, 2017.

De este proceso de validación, se obtuvo una importante cantidad de información que permitió afinar los valores, las variables y los parámetros de las matrices utilizadas. Con esto se logró que los puntajes obtenidos con las matrices se ajustaran a la realidad en 90% de los casos. El 10% restante no presentó un buen ajuste, debido a dos razones: 1) a que los individuos se habían cortado, esta situación se presentó en un 3% de los casos, y 2) a que los individuos presentaban condiciones locales muy específicas que no lograban ser capturadas en la matriz de grado de vulnerabilidad. Por ejemplo, las Casuarinas de Paseo Doña Rosa se localizan en área verde lo que genera dos condiciones. En primer lugar, que en la variable *personas* la matriz de vulnerabilidad le asigne un valor de 0,66; ya que el supuesto utilizado para elaborar esta matriz es que el tránsito de personas en las áreas verdes es menor al tránsito o presencia de personas en aceras y parques. En segundo lugar, que en la variable *infraestructura* la matriz asigne un valor de 0. Esto generó que se algunos casos en específico se sub-estimara el grado de vulnerabilidad de estos individuos y con ello el nivel de riesgo. Afortunadamente, situaciones como esta se presentaron en solo un 7% de los individuos muestreados.

Por ello, el ajuste de las matrices puede catalogarse como muy bueno. Sin embargo, tres recomendaciones para afinar aún más los resultados de las matrices son: 1) llevar un registro actualizado en una hoja Excel; o idealmente, en un sistema de información geográfica (SIG) de los individuos que son talados, 2) afinar más los parámetros de la variable *personas* en la matriz de vulnerabilidad a través de información más detallada, lo cual podría lograrse con mediciones de campo del flujo de personas y 3) afinar más los parámetros de la variable *infraestructura* en la matriz de vulnerabilidad, esto a través de levantamiento cartográficos en campo o a través de procesos de digitación de áreas, utilizando SIG.

4. Nivel de riesgo de los individuos que componen el arbolado urbano

Las diferentes categorías del arbolado se encuentran dominadas por individuos con un nivel de riesgo de medio-bajo a muy bajo (Cuadro 11), lo que presenta una condición favorable para el arbolado. Esto implica que bajo condiciones normales la gran mayoría de los individuos tienen una baja probabilidad de que ocurra una situación adversa. Sin embargo, para algunas categorías de riesgo existe una importante cantidad de individuos con un nivel de riesgo de alto a medio-alto.

De las categorías de riesgo evaluadas, la categoría por *presencia de espinas o aguijones* es la que tiene la mayor cantidad de individuos con riesgo alto, con un valor de 352 individuos. La relativamente alta abundancia de las especies *Phoenix roebelenii* (Palmera phenix), *Caesalpinia pulcherrima* (Malinchillo) y *Bougainvillea glabra* (Veranera) hace que esta categoría contenga la mayor cantidad de individuos en este nivel de riesgo. La distribución estos se da a lo largo de todo el cantón, con una mayor concentración en el Residencial Belén (ver mapa adjunto en Alto para los 3 distritos).

La categoría de riesgo por *toxicidad humana* es la segunda con mayor número de individuos con un riesgo alto (224 individuos). Esto se debe a la relativa alta abundancia de las especies *Plumeria rubra* (Flor blanca) y *Brunfelsia pauciflora* (Hoy, mañana y siempre); y a la presencia de 20 especies con sustancias tóxicas que pudieran causar daño grave en humanos. Entre estas 20 especies destaca, por su abundancia, *Jatropha multifida* (Peregina), *Tabernaemontana divaricata* (Jasmin crepé) y *Brunfelsia grandiflora* (San Juan). Estos individuos se encuentran en todo el cantón de Belén, con mayor concentración en el Residencial Belén. (ver mapa adjunto en Alto para los 3 distritos). La categoría *afectación a infraestructura subterránea y aceras* ocupa la posición número tres según la abundancia de individuos en grado de riesgo alto. Esta categoría se compone de seis individuos de Palmera real cubana (*Roystonea regia*), cinco Cedros (*Cedrela odorata*), tres Loritos (*Cojoba arborea*) y dos Robles Sabana (*Tabebuia rosea*). En este caso los individuos están distribuidos en Calle La Labor, el Residencial Belén, Barrio Fátima, frente a la Trimpot, y en la entrada del Parque Recreativo Ambiental de La Asunción (ver mapa adjunto en Altos). Cabe destacar que las casuarinas, eucaliptos y otras especies que se encuentran en las áreas verdes de la entrada de Paseo Doña Rosa, en Cariari, están clasificados como medio-bajo y

bajo a pesar de la existencia de la tubería del alcantarillado pluvial de dicha urbanización, que ya de por sí está obstruida según comentaron los encargados, situación que no debe desestimarse (ver mapa adjunto en Medio Bajo/ Aceras y Alcantarillado/ La Asunción).

Cuadro 11, Distribución del número de individuos del arbolado urbano por categoría de riesgo según su clasificación en riesgo alta, medio-alta, medio-baja, baja y muy baja, Municipalidad de Belén, 2017,

Categoría de riesgo	Número de individuos					TOTAL
	ALTA	MEDIO-ALTA	MEDIO-BAJA	BAJA	MUY BAJA	
<i>Volcamiento</i>	0	223	2 966	8 789	2 551	14 529
<i>Caída de ramas</i>	5	329	2 557	9 164	2 474	14 529
<i>Afectación al tendido eléctrico</i>	7	217	1 497	9 341	3 467	14 529
<i>Afectación a infraestructura subterránea y aceras</i>	16	282	5 126	6 425	2 680	14 529
<i>Caída de hojas peligrosas</i>	15	148	726	106	13 534	14 529
<i>Caída de frutos peligrosos</i>	15	278	904	314	13 018	14 529
<i>Caída de flores peligrosas</i>	2	15	33	26	14 453	14 529
<i>Daño por espinas y agujijones</i>	352	527	146	61	13 443	14 529
<i>Toxicidad</i>	224	308	1 949	428	11 620	14 529
<i>Riesgo general</i>	0	178	3 641	8 192	2 518	14 529

Las categorías de caída de hojas peligrosas y caída de frutos peligrosos se compone de 15 individuos de Palmera real cuba en riesgo alto, los cuales tienen la particularidad de que ellos presentan un grado de riesgo alto en ambas categorías. Estos individuos presentan diámetros entre 50 y 65 cm y alturas superiores a los 10 m y se localizan cerca de la Escuela Fidel Chaves y el centro de La Ribera, y en Calle La Labor (ver mapa adjunto en Altos). El resto de palmas con

posibilidad de generar conflictos bajo riesgos medio-bajo y medio-alto están distribuidas a lo largo de todo el cantón, tanto en aceras como en parques y áreas verdes. Estas se incluyeron ante las constantes quejas de vecinos por la posible afectación que las hojas de las palmeras en los parques podrían ocasionar a los niños que juegan en esas áreas (ver mapa adjunto en Media Alto/ Caída de hojas, y Medio Bajo/ Caída de hojas).

En el caso de los medios-altos para la categoría de caída de frutos peligrosos, se presenta una mayor diversidad de especies arbóreas tales como mangos, cases, aguacates, cocos, papayas, caimitos que por dimensión de sus frutos podrían afectar a los usuarios. La distribución en el distrito de La Ribera se tiende a concentrar en las cuadras alrededor de la Iglesia Católica y la urbanización Joaquín Chavez; en el distrito de San Antonio se presentan más frecuentemente en el sector del Residencial Belén; y en el distrito de La Asunción cerca de la Urbanización Manantiales, cuadras de la Iglesia Católica, Bosques de Doña Rosa, y Avenida La Marina en Cariari (ver mapa adjunto en Medio Alto/ Caída de fruto).

La categoría por *afectación del tendido eléctrico* está integrada por siete individuos en grado de riesgo alto, de los cuales cuatro son Palmeras real cubana. Los tres individuos restantes son árboles de Casuarina (*Casuarina equisetifolia*), Lorito y Roble Sabana. Tanto las palmas como los árboles que presenta un grado de riesgo alto en esta categoría tienen más de 50 cm de dap y 10 o más metros de alto. Además, se encuentran a un metro de distancia del tendido eléctrico o está pegando al tendido. Estos individuos se encuentran en el sector de Calle La Labor, calle que baja La Asunción frente al Parque Recreativo Ambiental La Asunción, y un único árbol en La Ribera (ver mapa adjunto en Medio Alto/Caída de Ramas, y Medio Bajo/ Caída de Ramas). En relación a la categoría de riesgo por afectación del tendido eléctrico, se requiere analizar los individuos en riesgo medio-alto y medio-bajo para proponer las medidas más acordes y que no afecten en el futuro el tendido eléctrico del cantón. La distribución geográfica de los individuos con un nivel alto

La categoría de riesgo por *caída de ramas* es compone de cinco individuos con un grado de riesgo alto. Representados por dos individuos de Lorito y un individuo de las especies Cedro, Laurel de la india (*Ficus benjamina*) y Roble Sabana. En relación a la distribución geográfica, tres de ellos se distribuyen de forma agrupada en el sector de La Asunción y los tres restantes de forma dispersa en los distritos de La Ribera y San Antonio ver mapa adjunto en carpeta Altos Los individuos con un nivel medio-alto de riesgo se distribuyen a lo largo de todo el cantón, con mayor concentración en el Residencial Belén (ver mapa adjunto en Medio Alto/Caída de Ramas).

La categoría de riesgo por caída de flores peligrosas presenta dos individuos con un grado de riesgo alto. Representado por dos individuos de llama del bosque (*Spathodea campanulata*) ubicados cerca de la escuela Fidel Chávez, en La Ribera (ver mapa adjunto en Altos/ La Ribera), los cuales presentan diámetros superiores a los 50 cm y 10 o más metros de altura. Esta especie produce abundantes flores anaranjadas que en la mayoría de los casos quedan en las aceras y

parques, se pudren y son un potencial peligro para que algún usuario se resbale. Asimismo, se encuentran individuos con riesgo media-alta en el centro de San Antonio, Calle Flores, Residencial Belén y Cariari (ver mapa adjunto en Media Alto/ Caída de flores). El aumento de la cantidad de individuos en categorías inferiores, se debe tanto a la presencia de llamas del bosque más pequeños como otras especies que no presentan las características consideradas en esta categoría.

La categoría de riesgo por volcamiento fue la única categoría que no presentó individuos en un grado de riesgo alto. Sin embargo, existen 237 individuos clasificados con riesgo medio-alto que podrían generar eventualmente una situación adversa. Dichos individuos se concentran principalmente en el sector del Residencial Belén (ver mapa adjunto en Medio Alto/Volcamiento/San Antonio).

Finalmente, con respecto a la categoría de riesgo general solo un individuo presentó un grado alto de riesgo. Este es un árbol de Lorito que se encuentra en La Asunción, al frente del Parque Recreativo Ambiental. Aquellos clasificados como medio-alto y medio-bajo poseen una distribución más uniforme a nivel de todo el cantón (ver mapa adjunto en Alto/ La Asunción/ La Asunción Altos A).

5. Plan General de Manejo

5.1. Zonas prioritarias de intervención

Según los resultados obtenidos sobre el nivel de riesgo de los individuos se puede observar que existen 27 individuos con muy alta prioridad de intervención (Cuadro 12).

Cuadro 12. Individuos con alta prioridad de intervención.

IDEM	Especie	Categoría de Riesgo
6644	Lorito	Alto para las categorías <i>caída de ramas, tendido eléctrico y afectación a infraestructura subterránea y aceras</i>
6643	Lorito	Alto para las categorías <i>caída de ramas y afectación a infraestructura subterránea y aceras</i>
2517	Cedro	Alto para las categorías <i>caída de ramas y afectación a infraestructura subterránea y aceras</i>
11831	Roble Sabana	Alto para las categorías <i>caída de ramas y tendido eléctrico</i>

Continuación cuadro 12.

IDEM	Especie	Categoría de Riesgo
1366	Cedro	Alto para la categoría <i>afectación a infraestructura subterránea y aceras</i> ; y Medio-alto para las categorías <i>caída de ramas, daño al tendido eléctrico y riesgo general</i>
12056		
12116		
12128		
6597	Lorito	Alto para la categoría <i>afectación a infraestructura subterránea y aceras</i> ; y medio-alto para las categorías <i>volcamiento y caída de ramas</i>
1395	Laurel de la india	Alto para la categoría <i>caída de ramas</i> y medio-alto para las categorías <i>volcamiento, daño al tendido eléctrico y afectación a infraestructura subterránea y aceras</i>
1359	Roble Sabana	Alto para la categoría <i>afectación a infraestructura subterránea y aceras</i> y medio-alto para las categorías <i>caída de ramas, daño al tendido eléctrico y riesgo general</i>
1360		
1465	Palmera real cubana	Alto para las categorías <i>afectación a infraestructura subterránea y aceras, daño al tendido eléctrico, caída de hojas peligrosas y caída de frutos peligrosos</i>
1466		
1468		
1469		
1478	Palmera real cubana	Alto para las categorías <i>afectación a infraestructura subterránea y aceras, caída de hojas peligrosas y caída de frutos peligrosos</i>
1479		
548	Palmera real cubana	Alto para las categorías <i>caída de hojas peligrosas y caída de frutos peligrosos</i>
549		
550		
818		
820		
825		
828		
857		
904		

De acuerdo con la posición geográfica de estos individuos es posible identificar ocho zonas prioritarias de intervención, tal y como lo muestra la figura 3.

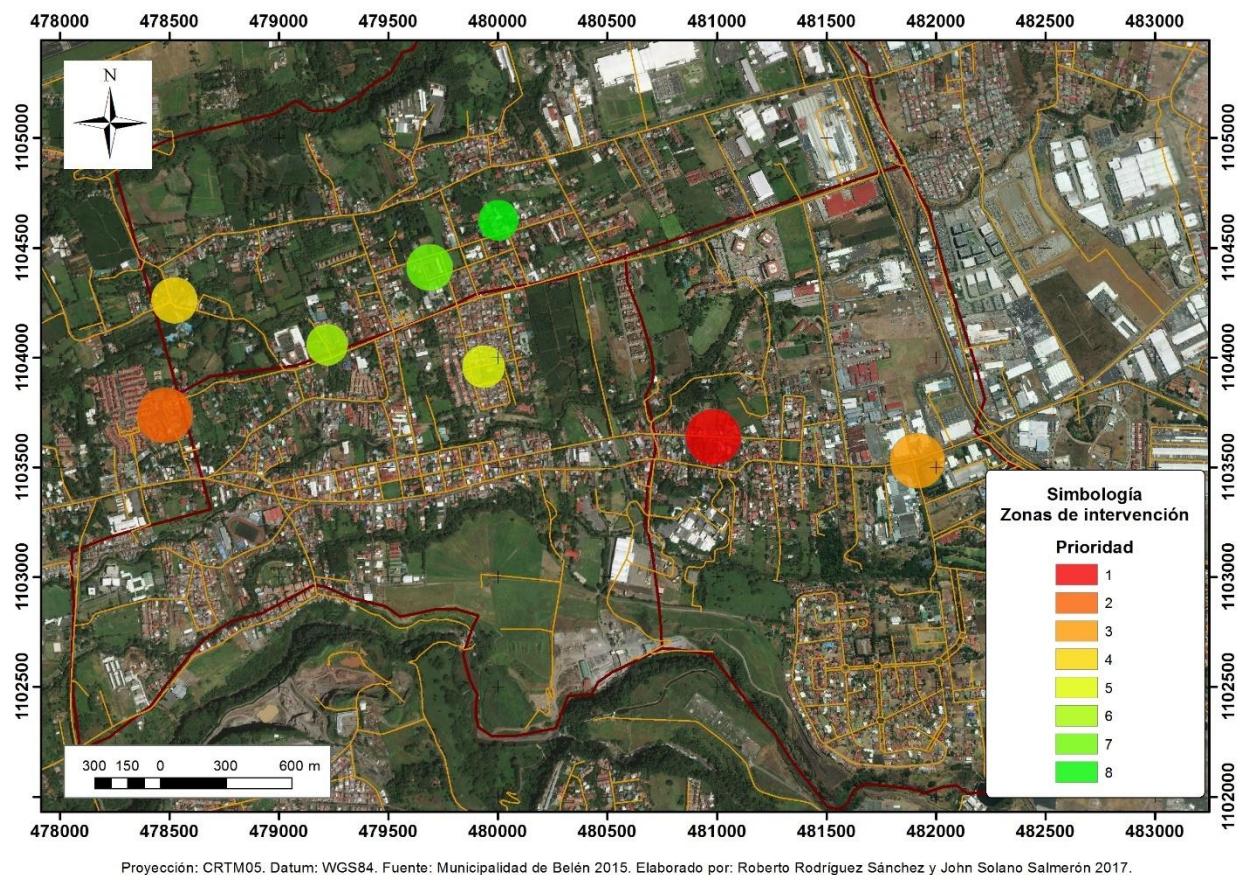


Figura 3. Distribución geográfica de las nueve zonas prioritarias de intervención según el grado de riesgo que presentan los individuos del arbolado urbano del cantón. Municipalidad de Belén, 2017.

5.2. Intervenciones propuestas

Las siguientes intervenciones se basan en los resultados de la evaluación del riesgo de los individuos. El planteamiento de estas intervenciones se realizó tomando en cuenta tres momentos: corto, mediano y largo plazo. El corto plazo se refiere a aquellas intervenciones que requieren acción en un horizonte de tiempo de uno a cinco años, el mediano plazo se refiere a aquellas acciones que requieren acción en un horizonte de tiempo de seis a diez años y el largo plazo se refiere a aquellas acciones que requieren acción en un horizonte de tiempo mayor a los diez años.

5.2.1. Intervenciones en el corto plazo

Estas medidas se concentran en los 27 individuos con muy alta prioridad que se mencionaron anteriormente, agrupados según las diferentes zonas de prioridad.

Cuadro 13. Medidas de acción recomendadas en el corto plazo para los individuos que presenta un grado de prioridad muy alto.

Zona de intervención	Composición	Medidas	
		Duras	Suaves
1	Esta zona de intervención se compone de los Loritos con ídem 6597, 6643, 6644 y el Roble Sabana 11831	Para eliminar los daños actuales, reducir el grado de riesgo y evitar daños futuros en esta zona valorar la sustitución paulatina de los individuos 6597, 6643 y 6644 ya que presentan un grado de riesgo alto para dos o tres de las categorías de riesgo evaluadas.	Para controlar la afectación de acera de los individuos 6597, 6643 y 6644 valorar la posibilidad de aumentar el área de desarrollo del fuste. Para controlar las posibilidades de caída de ramas de los individuos 6597, 6643, 6644 y 11831 realizar podas constantemente, particularmente de aquellas ramas que presenten síntomas de plagas o enfermedades, ramas secas, reventadas o suprimidas. Cabe señalar, que en los individuos 6644 y 11831 las podas tendrían a reducir también el grado de riesgo por afectación del tendido eléctrico. Se recomienda acompañar estas labores de poda con procesos de constante monitoreo y a partir de ello tomar las medidas silviculturales más de adecuadas. En el individuo 6597 además, se recomienda que en los procesos de monitoreo se analicen el grado de avance de las posibilidades de volcamiento.
2	Esta zona de intervención se compone de las Palmeras real cubanas con ídem 1465, 1466, 1468, 1469, 1478 y 1479	Para evitar daños a futuro en la infraestructura subterránea y aceras; y para reducir el grado de riesgo por caída de hojas y frutos peligrosos; y, además, reducir el grado de riesgo por afectación al tendido eléctrico de los individuos 1465, 1466, 1468 y 1469 valorar la posibilidad de sustituir paulatinamente estas palmas	Para controlar las posibilidades de caída de hojas y frutos peligrosos realizar podas constantemente y cortas de racimos con frutos y flores. Se recomienda que las podas se concentren particularmente en aquellas hojas que presentan síntomas de plagas o enfermedades, aquellas que se encuentren secas o suprimidas. Cabe señalar, que en los individuos 1465, 1466, 1468 y 1469 las podas tendrían también a reducir el grado de riesgo por afectación del tendido eléctrico. Se recomienda, además, acompañar las labores de poda con procesos de constante monitoreo y a partir de ello tomar las medidas silviculturales más adecuadas. En el individuo 6597 se recomienda que en el proceso de monitoreo realizar se valore el grado de avance de las posibilidades de volcamiento.

Continuación cuadro 13.

Zona de intervención	Composición	Medidas	
		Duras	Suaves
3	Esta zona se compone de los Cedros con ídem 12056, 12116 y 12128	Para eliminar los daños actuales, reducir el grado de riesgo y evitar daños futuros valorar la posibilidad de sustituir paulatinamente estos tres individuos. En especial porque por su gran tamaño y que representan un grado de riesgo medio-alto para varias de las categorías evaluadas, incluyendo la categoría de riesgo general	Para controlar la afectación de acera valorar la posibilidad de aumentar el área de desarrollo del fuste de los individuos. Para evitar daños por caída de ramas o afectación del tendido eléctrico realizar podas constantemente, en particular de aquellas ramas que presenten síntomas de plagas o enfermedades, ramas secas, reventadas o suprimidas. Se recomienda, además, acompañar las labores de poda con procesos continuos de monitoreo y a partir de ello tomar las medidas silviculturales más adecuadas. Se aconseja que estos procesos de monitoreo analicen también el grado de avance de las probabilidades de volcamiento de estos individuos y permitan valorar la necesidad de realizar estudios más detallados del estado fitosanitario

Continuación cuadro 13.

Zona de intervención	Composición	Medidas	
		Duras	Suaves
4	Esta zona se compone de los Robles Sabana con ídem 1359 y 1360 y el Cedro 1366	Para reducir el grado de riesgo en forma general de estos individuos y evitar daños futuros valorar posibilidad de una sustitución paulatina. Esto particularmente porque representan un grado de riesgo alto para afectación de la infraestructura subterránea y aceras; y un grado de riesgo medio-alto para varias de las categorías evaluadas, incluyendo la categoría de riesgo general	Para prevenir daños por caída de ramas y afectaciones al tendido eléctrico; y a su vez reducir el grado de riesgo general realizar podas constantemente. Enfocar las podas en ramas que presenten síntomas de plagas o enfermedades, ramas secas, reventadas o suprimidas. Además, complementar estas labores de poda con procesos continuos de monitoreo y a partir de ello tomar las medidas silviculturales más adecuadas. Se puede valorar aumentar el área de desarrollo del fuste.
5	Esta zona se compone del Cedro con ídem 2517	Valorar la posibilidad de sustitución, principalmente por su gran tamaño y por presentar un grado de riesgo alto por afectación a la infraestructura subterránea y aceras; y caída de ramas.	Para evitar daños futuros en la acera valorar la posibilidad de aumentar el espacio el desarrollo del fuste de los individuos. Para evitar daños por caída de ramas realizar podas constantemente, en especial a las ramas que presenten síntomas de plagas o enfermedades, ramas secas, reventadas o suprimidas. Además, acompañar estas labores con procesos constantes de monitoreo y a partir de ello tomar las medidas silviculturales más adecuadas.

Continuación cuadro 13.

Zona de intervención	Composición	Medidas	
		Duras	Suaves
6	Esta zona se compone del Laurel de la India con ídem 1395	Para reducir el grado de riesgo en forma general de este individuo y evitar daños futuros valorar su sustitución, en especial porque esta especie se caracteriza por presentar raíces altamente invasivas y actualmente existe un grado de riesgo alto para la categoría de afectación de infraestructura subterránea y aceras.	<p>Para evitar daños futuros en la acera valorar la posibilidad de aumentar el espacio el desarrollo del fuste.</p> <p>Para evitar daños con caída de ramas realizar podas constantemente, en especial a las ramas que presenten síntomas de plagas o enfermedades, ramas secas, reventadas o suprimidas. Estas podas, además, generarían una reducción del grado de riesgo de afectación del tendido eléctrico.</p> <p>Adicionalmente, se recomienda acompañar estas labores con procesos constantes de monitoreo, las cuales analicen también las posibilidades de volcamiento; y a partir de ello tomar las medidas silviculturales más adecuadas.</p>

Continuación cuadro 13.

Zona de intervención	Composición	Medidas	
		Duras	Suaves
7	Esta zona de intervención se compone de las Palmeras real cubanas con ídem 818, 820, 825, 828, 857 y 904	Para evitar daños por caída de hojas o frutos peligrosos valorar la posibilidad de sustituirlos paulatinamente, en especial porque son palmas de gran tamaño (más de 53 cm de dap y 12 m de alto).	<p>Para evitar daños por caída de hojas peligrosas realizar podas, en particular de aquellas hojas que presenten síntomas de plagas o enfermedades, hojas secas o suprimidas</p> <p>Para evitar daños por caída de frutos peligrosos realizar cortas de racimos para disminuir la cantidad de frutos. Adicionalmente, se recomienda acompañar estas las labores con procesos constantes de monitoreo y partir de ello tomar las medidas silviculturales más adecuadas.</p>
8	Esta zona de intervención se compone de las Palmeras real cubanas con ídem 548, 549 y 550	Se recomiendan las mismas medidas que en la zona de intervención 7	

Zona de Intervención 1



Zona de intervención 2



Zona de intervención 3



Zona de intervención 4



Zona de intervención 5



Zona de intervención 6



Zona de intervención 8



5.2.2. Intervenciones a medio plazo

Las medidas recomendadas al mediano plazo hacen referencia a individuos clasificados con riesgos medio alto y medio bajo de todas las categorías de riesgo mencionadas en el presente documento. Ante ello se recomienda realizar una sustitución paulatina de: 1) individuos con presencia de sustancias tóxicas y espinas o aguijones con tal de evitar accidentes con los usuarios, 2) árboles y palmas que están en contacto o debajo del tendido eléctrico para respetar lo dispuesto por el artículo 4 inciso 2 a del Reglamento de arborización de zonas verdes y reforestación de zonas de protección del cantón de Belén, 3) árboles y palmas ubicadas en aceras angostas y en parques y plantas de tratamiento que podrían afectar la infraestructura en el futuro y representan un potencial peligro por la caída de hojas, ramas y flores.

Como segunda opción a la sustitución de individuos (esto no aplica para aquellos con espinas o presencia de sustancias tóxicas) se deben realizar labores de podas de ramas para evitar el contacto con el cableado y otro tipo de infraestructura (e.g. techos de casas, ranchos de parques, intromisión en propiedad privada), además de que esto tendrá un efecto proporcional el área disponible que tienen árboles y palmas para la producción de frutos, hojas peligrosas y flores. Por otro lado, se pueden trasplantar árboles a sitios más idóneos siempre y cuando se logre acceder a las estructuras radicales mínimas necesarias que garantizarán la supervivencia del individuo en el sitio donde sea trasplantado.

En el caso de comprobarse la presencia de racimos en palmeras, se recomienda realizar labores de corta de estos para disminuir sus cantidades y con ello la posibilidad de que algún usuario sea impactado. Para las palmeras múltiples (*Chrysalidocarpus lutescenes* y *Cyrtostachys renda*), se puede optar por hacer deshijas de brotes tiernos o tallos maduros, siendo estos últimos quienes tienden a producir mayor cantidad de frutos.

Adicionalmente se debe informar a la población mediante fichas u otros medios de comunicación la presencia de individuos con espinas, aguijones, hojas punzantes y sustancias tóxicas. En el caso de aquellas con sustancias tóxicas, es necesario recalcar sobre las implicaciones en la salud que conlleva el consumo de alguna parte de la planta, o bien el posible contacto de la piel con la savia (especialmente de aquellas con savia lechosa).

Por otro lado, dada la presencia de cables eléctricos muy bajos que están pegando con el arbolado, es necesario aumentarles la altura. Además, se recomienda realizar monitoreos constantes.

5.2.3. Intervenciones a largo plazo

A nivel general, se recomienda realizar un seguimiento de los individuos para evaluar su comportamiento en el tiempo cada 3 años para los que presentan riesgo Bajo, y cada 5 años para los clasificados con riesgo Muy Bajo. Es necesario poner a atención a los árboles y palmas que se encuentran debajo del tendido eléctrico y en sitios donde podrían afectar alguna infraestructura, en ese caso se puede optar por el trasplante de los individuos a lugares más idóneos. Asimismo, se recomendable realizar jornadas para mejorar el estado fitosanitario y la disposición de nutrientes en arbustos pequeños que actualmente están siendo afectados por cochinillas y hollín.

6. Plan Operativo Anual

A continuación, se presenta una propuesta anual de ejecución de las medidas de acción recomendadas en el Plan General de Manejo para un horizonte de tiempo de 20 años.

Propuesta	Años																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Intervenir los 27 individuos que se encuentran en las zonas prioritarias.	■	■																		
Intervención paulatina de los individuos con un nivel de riesgo alto en las diferentes categorías		■	■	■	■															
Intervención paulatina de los individuos con un nivel de riesgo medio-alto en las diferentes categorías.				■	■	■	■													
Monitoreo de los individuos remanentes que conforman las zonas prioritarias			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Monitoreo de los individuos remanentes con un nivel de riesgo alto en las diferentes categorías.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Monitoreo de los individuos con un nivel de riesgo medio-bajo.				■			■			■			■			■			■	
Monitoreo de los individuos con un nivel de riesgo bajo.				■				■				■				■				■
Monitoreo de los individuos con un nivel de riesgo muy bajo.					■					■					■					■
Reajuste de las medidas de acción (medidas silviculturales) en caso de ser necesario.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Actualización anual de la base de datos con las nuevas arborizaciones, cortas y las medidas silviculturales tomadas por individuo o zona.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

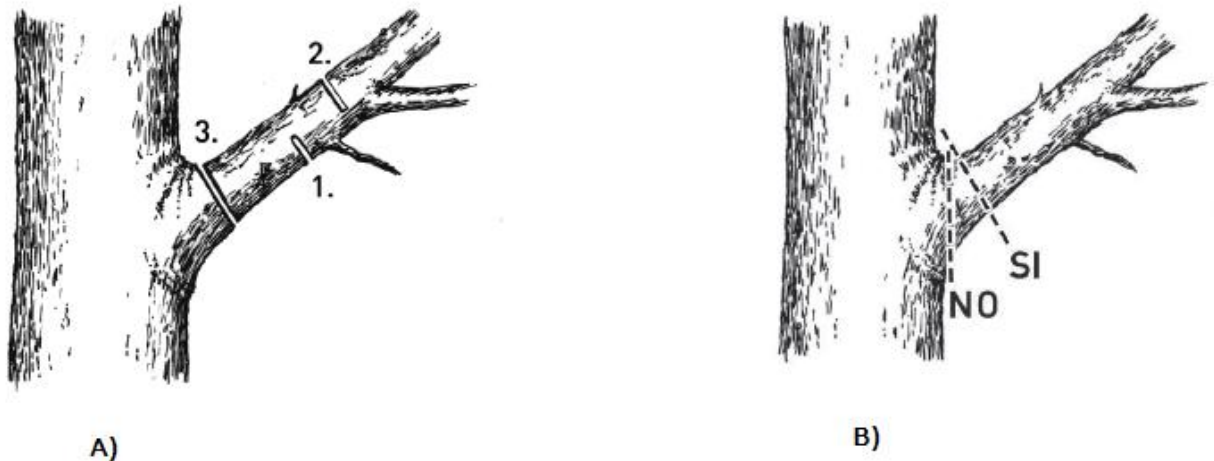
6.1. Consideraciones específicas

6.1.1. Podas

Como es conocido en el arbolado urbano se realizan diferentes tipos de podas según el propósito de la misma. Comúnmente se habla de poda estructural o de formación, de limpieza, de aclareo, de realce, de reducción y compensación. En el arbolado del cantón los siguientes tipos de podas son los más recomendados para mejorar la salud y apariencia de los individuos, así como para reducir el riesgo daños en personas, vehículos o infraestructuras (Área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Nacional de Colombia 2015):

- i) Podas de limpieza: consiste principalmente en eliminar ramas enfermas, deterioradas, muertas o suprimidas. Así como la eliminación de plantas parásitas y otros objetos que pudieran afectar la salud del individuo.
- ii) Podas de aclareo: consiste en eliminar de forma selectiva algunas ramas, hojas o frutos para mejorar la entrada de luz y circulación del aire a través de la copa. Así como reducir el riesgo de caída de ramas o caída de hojas o frutos peligrosos.
- iii) Podas de reducción de copa: consiste en disminuir el tamaño de la copa del individuo, para evitar daños al tendido eléctrico u otras infraestructuras. Al mismo tiempo que se reduce el riesgo de daños a personas, vehículos o infraestructura. Las podas de reducción se pueden realizar cortando las ramas superiores, reduciendo la parte lateral, en forma de V o cortando las ramas inferiores. Comúnmente se considera el descopado como una poda de reducción, sin embargo, este método debe ser evitado ya que es antitécnico y muy lesivo. Generalmente producen un efecto contrario al buscado ya que produce muchos rebrotes que pueden agotar las reservas de nutrientes del individuo al punto de matarlo, los nuevos brotes son débiles y propensos a reventarse por efecto del viento o fuertes lluvias. Además, deja al individuo muy propenso al ataque de insectos y otros patógenos. Antes de realizar un descopado es preferible el reemplazo del individuo con una especie más adecuada al sitio.

Para la ejecución de las podas se recomienda seguir los siguientes lineamientos: realizar la corta desde el punto de inserción del tronco o de otra rama. Para ramas mayores a 5 cm de diámetro realizar la poda en tres pasos, para evitar el desgarramiento de la corteza: el primer corte se realiza de abajo hacia arriba a unos 30 o 40 cm del tronco, tratando de que cortar un tercio del diámetro. El segundo corte, se realiza de arriba hacia abajo, a unos 5 cm del primero, hasta que la rama se desprenda y el tercer corte consiste en la punta remanente de la rama (figura 4a.). El ángulo de corte es muy importante para facilitar la cicatrización de la herida, generalmente se recomienda que salga de la parte externa de la arruga de la rama hacia la parte superior del cuello (figura 4b.). Luego de realizada la poda se recomienda aplicar oxiclورو de cobre o carbolina disuelta en pintura de agua sobre la herida para evitar el ataque de patógenos.



Fuente: Área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Nacional de Colombia 2015.

Figura 4. A) corta de ramas mayores a 5 cm de diámetro. B) ángulo sugerido de corte de ramas.

En relación a la intensidad de la poda se recomienda remover entre 10-15% del follaje vivo, en algunos casos este porcentaje puede aumentar a un 30% pero nunca exceder un 50% para evitar daños irreversibles en el individuo. Se aconseja realizar las podas con una periodicidad de tres a cinco años y en estación seca para evitar el ataque de patógenos. En cuanto a las herramientas de corte se recomienda utilizar tijeras podadoras, serruchos, sierras, podadoras de altura o motosierras, bien afiladas. La sección de la herramienta de corte más apropiada debe hacerse tomando en cuenta el tamaño del individuo a intervenir y el diámetro y cantidad de ramas a podar. No es muy recomendable el uso de machete ya que este puede generar cortes muy dispares y desgarres en la corteza que pueden dificultar la cicatrización de las heridas. Un aspecto muy importante es desinfectar la herramienta antes y después de cada corte para evitar la dispersión de patógenos. Para ello, se puede aplicar solo el elemento de corte alguno desinfectante comercial (por ejemplo: hipoclorito de sodio al 5 o 10%) o agua oxigenada.

Es importante señalar que al momento de realizar las podas se debe demarcar el área de trabajo utilizando cintas de precaución y conos de tráfico. Además, el personal debe contar con equipo de protección, que comprende chaleco reflectivo, arnés, casco, gafas, guantes, botas o zapatos adecuados. Para garantizar la calidad de las labores y la seguridad de los operarios se recomienda que la poda sea supervisada por personal profesional calificado.

6.1.1.1. Podas de palmas

En las palmas, al igual que en los árboles, la poda también reduce la producción de alimentos. Por ello se recomienda podar las hojas muertas o moribundas de una a dos veces al año (hojas de color amarillo, marrón, o están rotas), de tal manera que se logre una relación de 2:1 entre las más jóvenes y las más viejas, esto para garantizar que la palmera va a continuar con la suficiente reserva de nutrientes. No se deben podar para darles apariencia, puesto que es la propia genética la que dispone las formas de estas (Robinson y Schaerer 2009).

Los peciolos que unen la hoja con el tronco y que están sueltos deben arrancarse con las manos, de no poderse es mejor dejarlos para no exponer al individuo ante eventuales patógenos. Por otro lado, no se debe cortar la parte alta de la palmera de manera horizontal, debido a que las palmas solo tienen un punto de crecimiento y la pérdida de este las expone a la muerte. Esto es en especial en aquellas que no poseen crecimientos múltiples (Robinson y Schaerer 2009).

En palmas que están altas, lo ideal es usar escaleras, equipos con ascensores hidráulicos, o equipos de escalar que no dañen el tronco. No se deben utilizar equipos con espuelas porque dañan el tronco y no se vuelve a recuperar. Además, se recomienda utilizar en el corte de las hojas de palmas altas el cuchillo malayo, y una pica unida a un tubo cuando están entre los 2 y 3 metros (Figura 5). El corte es necesario que se realice a entre los 10 y 15 centímetros del punto de inserción del tronco (García 2005, Robinson y Schaerer 2009).



Figura 5. Imagen del cuchillo malayo recomendado para hacer podas de hojas en palmas altas. Fuente: Distribuidor Malayo S.A.S. 2017.

6.1.2. Sustituciones

Las sustituciones se pueden realizar por varios motivos tal y como se explicó en la sección de intervenciones propuestas. En todo caso, la sustitución implica por un lado la corta del individuo actual y la siembra de uno nuevo.

Para realizar las cortas se recomienda considerar los siguientes lineamientos. En primera instancia, indicar que de acuerdo con el artículo 28 de la ley forestal 7575, los árboles plantados individualmente no requieren permiso de corta. Sin embargo, según el artículo 19 del decreto ejecutivo N° 38863-Minae la corta de árboles para ampliación o mantenimiento de las vías públicas requiere un permiso especial. Por lo que se debe cumplir los requisitos que se establecen en dicho decreto, los cuales varían en función de la cantidad de árboles. En la ejecución de las cortas se recomienda utilizar la técnica de corta dirigida para evitar daños a la infraestructura y garantizar la seguridad del equipo de trabajo y de los peatones. Es indispensable que se evalúe

detalladamente cada uno de los individuos antes de realizar la corta para identificar posibles complicaciones. Es importante señalar que la técnica de corta dirigida se compone de tres elementos: la boca, la bisagra y el corte de caída; los cuales deben realizarse adecuadamente para lograr los resultados deseados. Al momento de realizar las cortas se debe demarcar el área de trabajo utilizando cintas de precaución y conos de tráfico. Además, el personal debe contar con equipo de protección, que comprende chaleco reflectivo, arnés, casco, gafas, guantes, botas o zapatos adecuados. Se aconseja que estas labores se realicen bajo la supervisión de un profesional calificado.

Para realizar la plantación de los individuos nuevos tomar en cuenta:

- Realizar un análisis del suelo para comprobar que este realmente posee la composición física y química que los nuevos individuos requieren para sobrevivir en el mediano y largo plazo, garantizando 1) que los nuevos individuos no estén sometidos a niveles de estrés altos posterior al momento de la plantación, y 2) que la inversión en dinero, recurso humano, tiempo y energía no se pierda. Esto porque al ser Belén un cantón urbano muchas de las aceras donde podría realizarse arborizaciones no tienen suelo fértil, y se componen de restos de cemento, asfalto, piedrillas y escombros.
- A partir de los resultados del análisis físico y químico del suelo realizar con criterio técnico las enmiendas necesarias al terreno meses antes de realizar las arborizaciones.
- Evaluar la disponibilidad de agua en los sitios de siembra y a partir de ello valorar la posibilidad de utilizar sistemas de irrigación en al menos las estaciones secas de los primeros tres o cinco años. Con ello, se aumentan las probabilidades de sobrevivencia de los individuos plantados y se contribuye a un mejor desarrollo de estos. Es posible que utilizar sistemas de irrigación sea más económico y eficiente que otros métodos (por ejemplo: el uso de HidroKeeper).
- Los nuevos individuos a plantar deben ser de las especies que se recomiendan en el anexo 5 para aceras, parques, áreas verdes, plantas de tratamiento y pozos. Esto debido a que fueron seleccionadas tomando en cuenta las características ambientales de las áreas públicas de la Municipalidad de Belén, la disponibilidad en viveros encontrados en comunidades vecinas, y otros requerimientos (e.g. poca defoliación, altura, morfología) contemplados dentro del Reglamento de arborización de zonas verdes y reforestación de zonas de protección del cantón de Belén. Cabe destacar que los nuevos individuos deben tener al menos un metro de altura al momento de ser plantados, tal como el mismo reglamento establece, y las especies seleccionadas se establecieron en función de la oferta de viveros cercanos al cantón de Belén.
- Posterior a la plantación, se tiene que estar proveyendo de agua los nuevos individuos más jóvenes durante la época seca (de diciembre a abril). Para evitar la pérdida de humedad del

suelo se pueden emplear coberturas verdes o de material orgánico seco (e.g. hojas secas, residuos de podas) alrededor del individuo. Igualmente, se puede utilizar hidrokeeper, o bien regar directamente con agua con la ayuda de voluntarios (empresariales, escolares o comunales).

- Es necesario realizar aplicaciones foliares de fertilizantes, insecticidas y fungicidas durante los primeros años para disminuir la incidencia de enfermedades y agentes no deseados.

6.1.3. Trasplantes

Los trasplantes se realizan cuando un individuo es movido de un lugar a otro, para lo cual debe de impactarse lo menos posible con tal de garantizar que en el futuro posea un desarrollo adecuado. Para ello hay que considerar: 1) el tamaño, ya que entre más grande sea el árbol, arbusto o palma menor serán las posibilidades de que sobreviva debido a la pérdida de raíces, lo que genera estrés hídrico y merma en la absorción de minerales; 2) las características del sitio de origen, porque las condiciones físicas y químicas del suelo donde se encuentra el individuo influyen en cómo debe realizarse las labores de trasplante; 3) las características del lugar de destino del lugar de destino, las cuales deben tener lo necesario para garantizar la sobrevivencia; 4) la distancia al nuevo sitio, dado que entre más cerca las condiciones de estrés pueden ser menores; 5) y la relación entre el tamaño de la copa y la cantidad de adobe que se debe sacar (Área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Nacional de Colombia 2015).

De acuerdo a las características presentes por el arbolado urbano del cantón de Belén, se recomienda realizar labores de trasplantes con árboles y/o arbustos pequeños que tengan menos de 1 m de alto. Esto debido a que entre más grandes los costos de operación aumentan. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de trasplantar individuos grandes. En especial en casos muy específicos que ameriten tal intervención, ya que existen investigaciones en el país que han encontrado porcentajes de sobrevivencia de más del 95%, en el trasplante de individuos de Roble Sabana de más de 9 m de alto y 34 cm de dap, en los cuales se realizó un proceso minucioso de extracción, siembra y control (Bonilla 2006).

Anterior a realizar las labores de trasplante se debe valorar el sitio donde se encuentran el individuo para ver si es posible sacar la mayor cantidad de raíces, y hacer un recorrido que identifique obstáculos al momento de trasladar los individuos al lugar final. Este último debe ser preparado de tal manera que tenga suficiente profundidad para el desarrollo radical, conserve suficiente humedad, provisión de oxígeno a las plantas y provea los nutrientes necesarios para lo cual se recomienda la aplicación de materia orgánica, fertilizantes, o micorrizas (Área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Nacional de Colombia 2015).

Durante el trasplante, se tiene que hacer un círculo alrededor del individuo del grosor de sus copas y comenzar a cavar en forma cónica hasta una profundidad donde se asegure que no se afectarán las raíces. Se tiene que sacar con cuidado para que el adobe no se pierda y cubrirlo para trasladarlo al sitio donde se dispondrá. Luego rellenar el espacio con tierra y bastante materia orgánica y fertilizantes, y compactarlo de tal manera de no llegar al exceso. Se recomienda poner

el individuo a unos 5 a 10 cm por encima del suelo, dado que con el pasar del tiempo este se baja.

Posterior al trasplante, se puede optar por la aplicación de abundante riego y de fertilizantes con composiciones químicas ricas en fósforo y potasio que promueven el desarrollo de raíces. Las dosis dependerán de las condiciones los individuos trasplantados y el sitio, para lo cual debe recurrirse a personal experto. Asimismo, se recomienda darle seguimiento mensuales o bimensuales para valorar sus condiciones.

La actividad debe ser realizada desde finales de abril hasta principio de setiembre, con ello se garantizará que los individuos tendrán suficientes meses de lluvia. No es conveniente realizarlo al final de época lluviosa (octubre) ni en época seca dado que sería exponer al individuo a mucho estrés hídrico, contraproducente para su supervivencia.

6.1.4. Deshija de brotes tiernos y tallos maduros de palmas

Esta actividad debe realizarse en palmas con crecimientos múltiples como *Chrysalidocarpus lutescenes* y *Cyrtostachys renda*, o en algunos casos individuos de *Adonidia merrilli* *Raphis excelsa*. La misma consiste en cortar brotes tiernos o maduros de las palmas con tal de reducir el área que albergan. Esta labor se recomienda hacerla a ras o a pocos centímetros del inicio del tronco siguiendo las mismas recomendaciones mencionadas en la sustitución y podas (equipos a emplear, condiciones de salud ocupacional al momento de la corta, aplicación de selladores en las heridas para evitar ataque de patógenos).

6.1.5. Corta de racimos con frutos y flores de palmas

La corta de racimos con frutos y flores, a diferencia de la poda de hojas, no interfiere con el crecimiento de las palmas. Para lograr buenos resultados de los cortes, las herramientas a emplear deben estar bien afiladas. En palmas jóvenes o de baja altura puede utilizarse un cincel de 6 a 7 centímetro de ancho con un tubo de apoyo de 1,5 m de largo. Cuando los racimos están entre los 3 y 4 metros se puede emplear un cincel de 14 centímetro de ancho juntada a tubos largo, y cuando la altura de los racimos están a más de 4 metros se emplea un cuchillo curvo sujeto a tubos largos. Estas prácticas permiten realizar la corta del racimo sin afectar las hojas y evitar accidentes por espinas (García 2005).

6.1.6. Monitoreo constante

El monitoreo de los individuos al corto, medio y largo plazo debe realizarse tomando en cuenta las características de los individuos, el estado de la infraestructura presente, el tránsito de personas por el sitio, y la presencia de agentes fitopatógenos que estén afectando, debido a que las condiciones de estos podrían en el mediano plazo aumentar el grado de riesgo que corren los usuarios como la infraestructura. El seguimiento debe realizarse anualmente para los individuos clasificados con riesgo alto, cada 2 años para aquellos en riesgo medio alto, cada 3 años los que están en riesgo medio bajo, cada 4 años los clasificados en bajo, y cada 5 años a los que están en muy bajo. El archivo “*Vegetación urbana del cantón de Belén*” (archivo adjunto) y los mapas de

la distribución de los individuos (archivos adjuntos) por categorías de riesgo contienen la información y ubicación de cada uno en el cantón.

6.1.7. Información

Para tener informados a los usuarios sobre la presencia de especies con sustancias tóxicas, agujones o espinas, o bien sobre la afectación de aceras por árboles y/o palmas, es necesario recurrir a la instalación de rótulos advirtiendo dichas condiciones. En la rotulación se debe emplear un lenguaje familiar minimizando el uso de términos técnicos, además el texto tiene que estar conformado por 20 palabras por oración y a lo mucho 65 palabras en total donde se usen verbos activos y se explique de forma rápida e interesante. No se deben emplear frases negativas ya que generan efectos contrarios en la persona que lo lee (Ham 1992).

La disposición de esta rotulación preventiva puede hacerse 10 metros antes de que la persona pase por una zona con aceras alteradas o con individuos que puedan representar algún riesgo a su integridad. Es necesario valorar focos de concentración de individuos con espinas o toxicidad para así tener una mejor distribución de rótulos por lugares con alto tránsito de personas. El material a utilizar quedará a conveniencia, no obstante se recomiendan aquellos que sean de bajo costo y garanticen durabilidad en el tiempo.

6.1.8. Manejo de la fertilidad del suelo

El arbolado urbano generalmente está sometido a condiciones de estrés muy diferentes a las que existen en los ambientes naturales (Jiménez 2013). En el factor suelo, la alta compactación y especialmente la carencia de nutrientes puede crear condiciones de estrés, que vulneren el estado y desarrollo de los individuos. Por esta razón, se sugiere realizar al menos análisis de fertilidad en las zonas específicas donde se encuentren ubicados los individuos y a partir de ello valorar la necesidad de realizar enmiendas. Si bien, estas acciones podrían aumentar los costos de mantenimiento, permiten garantizar la existencia de individuos sanos y resistentes al ataque de plagas y enfermedades.

6.1.9. Manejo de plagas, enfermedades y daños mecánicos

Como parte del manejo integral del arbolado urbano se debe tomar en cuenta el control de plagas y enfermedades. De acuerdo con la información del “*Censo del arbolado urbano en vías públicas del cantón de Belén*” frecuentemente se encuentran individuos afectados por hongos, insectos, zompopas y otros patógenos. Dichas afectaciones son puntuales y actualmente no representa un riesgo grave para el arbolado. Sin embargo, es importante tomarlo en cuenta para evitar una mayor propagación. Para ello, se recomienda en primera instancia realizar un monitoreo constante de las plagas y enfermedades, con una periodicidad de dos a tres años. De acuerdo con los resultados obtenidos de este proceso de monitoreo se sugiere valorar la necesidad de realizar análisis más detallados y con ello tomar las medidas de control específicas según el tipo de plaga o enfermedad. En especial porque existen más de 600 especies causantes de plagas y enfermedades forestales en el país (Congreso Latinoamericano IUFRO 2006),

En segunda instancia se recomienda ubicar a los individuos que según la información del censo (Municipalidad de Belén 2015) presenten problemas y tomar algunas de las siguientes medidas:

- En el caso particular del combate de hongos se sugiere como parte del control químico aplicar algún fungicida comercial generalista. En cuanto al control biológico se sugieren dos alternativas: aplicar aceite de neem (*Azadirachta indica*) o Tricoderma. Asimismo, cuando se presenten síntomas de infección por *Ganoderma*, lo más recomendable es eliminar la planta afectada.
- Para combatir los insectos se sugieren las siguientes alternativas. Para controlar la cochinilla rociar las plantas con una mezcla de alcohol y jabón líquido diluido en agua. También, es posible rociar las plantas con jabón de potasa, aceite vegetal o de parafina. Adicionalmente, se pueden colocar trampas adhesivas para evitar que los machos se adhieran a las plantas. Es posible que existan productos comerciales para el control de cochinilla a base de alcohol y jabón. Por otra parte, si existieran partes muy afectadas otra alternativa es realizar una poda fitosanitaria y enviar los desechos a la basura o quemarlos. Como parte del control químico una alternativa es aplicar algún insecticida comercial con acción sistémica u otros, el cual puede ayudar a combatir otros tipos de insectos como las zompopas, los áfidos o pulgones, moscas y otros insectos voladores.

Cada una de estas acciones de control tiene sus pros y contras por lo que se sugiere que la Unidad Ambiental de la Municipalidad realice la valoración respectiva sobre cada una de ellas.

En relación al control de los individuos con daños mecánicos se recomiendan las siguientes medias. Para los individuos con problemas por anillamiento, quemaduras, rajaduras y huecos de gran tamaño en el fuste se recomienda dar seguimiento con el fin de determinar la evolución del estado fitosanitario de los individuos y en base a ese seguimiento valorar la necesidad de realizar alguna otra medida de manejo para evitar que se presente una situación adversa. Este seguimiento se puede realizar cada seis meses o cada año. Para los individuos con problemas por incrustación de alambres y clavos se recomienda extraer dichos elementos y dar seguimiento periódico durante los tres años posteriores con el fin de determinar la evolución del estado fitosanitario y en base a ese seguimiento valorar la necesidad de realizar alguna otra medida de manejo. Adicionalmente una medida importante, que debe valorarse, es realizar campañas de sensibilización para evitar que las personas realicen daños a la vegetación.

6.1.10. Aumentar el área de desarrollo del fuste.

Esta medida podría tener mayores beneficios en el mediano y largo plazo que simplemente cortar las raíces que estén afectado y reconstruir las aceras. Hay que recordar que las plantas son organismos vivos que constantemente están en un proceso de desarrollo y crecimiento; y que el desarrollo radicular no se limita a la absorción de nutrientes, sino también proporciona anclaje al individuo, lo que genera la existencia de una relación de proporcionalidad entre la parte aérea y la parte subterránea de las plantas (Vargas 2011).

Por esta razón, es que en los procesos de reconstrucción de aceras con el pasar de los años se vuelven a presentar problemas. Una forma de evitar esto es aumentando el área de desarrollo del fuste y posteriormente reconstruyendo la acera en una ruta alterna. Para lo anterior, se recomienda en primera instancia remover el tramo de acera dañado, luego con pala o palín demarcar la nueva área de desarrollo para el fuste. Se puede colocar zacate en el área para embellecer y evitar que las raíces queden expuestas al aire libre. Una vez demarcada el área se procede a reconstruir la acera en una ruta alterna. Algunas de estas rutas pueden ser una rampa que pase por encima del área del fuste, bordeando al individuo o cambiando el lado donde pasa la acera con respecto a la planta. Otra opción es reducir el ancho de la acera o ver la posibilidad de reconstruir una parte de la acera en terrenos que son propiedad privada. Esta última es una medida muy recomendada en la zona de intervención 3. Sin embargo, para ello es necesario iniciar el diálogo con la empresa que se encuentra en el lugar y analizar detalladamente del marco jurídico para evitar posibles conflictos.

6.1.11. Análisis jurídico

Es necesario realizar un análisis jurídico cuando se requieran realizar labores de mejoras en la infraestructura con tal de conservar el arbolado urbano que podrían impactar terrenos privados. Para ello se debe coordinar con la Unidad Jurídica de la Municipalidad para ver las opciones, establecer canales de comunicación con los propietarios y/o empresas, y analizar los alcances del artículo 21 del decreto ejecutivo N° 38863-Minae (e.g que el privado done una parte del terreno para que la Municipalidad pueda construir un paso a desnivel o una acera). Esto aplica también cuando se da la existencia de árboles en propiedades privadas que están afectando aceras y otro tipo de infraestructura

6.1.12. Aumento de la altura del tendido eléctrico

Para esta operación, se deben establecer canales de comunicación con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y operadoras de internet y televisión por cable para que realicen inspecciones del tendido eléctrico. Esto debido que en algunos sectores los cables tienden a estar más bajos de lo normal y chocan con individuos que están apenas alcanzando los 3 metros que establece el Reglamento y no tienden a alcanzar alturas más grandes, tal es el caso de algunos individuos de la palma *Phoenix roobelenii*.

7. Manejo Integral del arbolado

Para lograr un manejo integral del arbolado se deben tomar en cuenta otros elementos que no necesariamente quedan reflejados en la evaluación del grado de riesgo de los individuos. Por esta razón, se establecen las siguientes recomendaciones sobre aspectos como biodiversidad, reservorios de carbono, relación entre el arbolado urbano y los planes de desarrollo, nuevas reforestaciones y uso de sistemas de información geográfica.

7.1.1. Biodiversidad

Actualmente existen en el arbolado 159 especies exóticas que representa el 59% de todos los individuos, es por ello que en aras de mejorar la conectividad de los ecosistemas naturales del área y aumentar la biodiversidad, es necesario ir sustituyendo en la medida de lo posible las especies nombradas en los anexos (1, 2, 3 y 4) por las especies mencionadas en el anexo 5, las cuales deben ser tomadas en cuenta en las futuras arborizaciones. Esto para promover el uso exclusivo de especie nativas del Valle Central y propiciar la conectividad entre los ambientes naturales presentes en el cantón, como lo señala el artículo 4 inciso 3 del Reglamento de arborización de zonas verdes y reforestación de zonas de protección del cantón de Belén.

7.1.2. Educación y comunicación

La integración de la comunidad al momento de llevar a cabo acciones dirigidas a mejorar las condiciones del arbolado urbano es imprescindible para evitar malos entendidos así obtener la cooperación de esta. Por lo que se recomienda:

- Cada vez que se vayan a realizar cortas o sustituciones informar a los vecinos más cercanos, y, de ser posible, tomar en cuenta la opinión de estos.
- Dado que gran parte de los individuos que actualmente crecen en los sitios administrados por la Municipalidad de Belén han sido plantados por los usuarios, se requiere realizar campañas de información que eduquen a la población belemita sobre los tipos de árboles a utilizar, sus características, la importancia a nivel ecosistémica (servicios ambientales), y el por qué determinadas especies no se recomiendan utilizar. Así como cuestiones relacionadas al manejo que el arbolado debe tener (e.g, espaciamiento, fertilización, suelo, podas, plantación), y la presencia e importancia del Reglamento de arborización local.

Para ello, se puede recurrir a campañas en vallas publicitarias que están dispuestas en las paradas y sitios estratégicos del cantón, como en redes sociales. Es importante coordinar con la Unidad de Comunicación de la Municipalidad esta acción.

- Actualmente la Municipalidad de Belén cuenta, a través de la Unidad de Ambiente, con el programa de educación ambiental “Aula en el Bosque”, el cual ha logrado alcanzar a cerca de 2 mil estudiantes, docentes y cuerpo administrativo de las escuelas del cantón. Ante ello, resulta conveniente que en dicho programa se incursione en el tema de la arboricultura urbana, su manejo y los servicios ambientales que provee, con lo cual aprenderían que las aceras, parques y patios pueden servir como oasis para conservar la biodiversidad local. Con esto se educa a los estudiantes sobre el tipo de planta idónea para plantar en las áreas públicas del cantón, así como en sus casas.

- Capacitar a las empresas que mediante sus programas de responsabilidad social empresarial apoyan las labores de arborización.
- Realizar un proyecto de rotulación botánica para sensibilizar e informar a la población sobre el arbolado urbano, lo cual incidirá en la sensibilización de las personas y la conservación del recurso natural. Este proyecto puede realizarse en sitios específicos del cantón tales como el bulevar del centro de San Antonio, el Parque Recreativo Ambiental La Asunción, el Parque Manuel Emilio en San Vicente, los alrededores de la plaza de San Antonio y La Ribera (La Asunción ya está rotulado), el Parque 1 del Residencial Belén (alrededores del planché y área de juegos infantiles), y el Parque Horacio Murillo Montes de Oca (Parque de El Guapinol). Dicha acción debe ser coordinada entre la Unidad de Ambiente y la Unidad de Planificación Urbana y para su ejecución se puede buscar un convenio con las universidades estatales y privadas para que estudiantes practicantes o en TCU propongan y diseñen las fichas respectivas de cada individuo.

7.1.3. Visibilidad de conductores

Actualmente existen individuos (arbustos, árboles, hierbas) que se encuentran muy cerca de las esquinas de cuadra, lo que origina que los conductores en muchos casos no posean suficiente visibilidad para realizar las maniobras de manejo necesarias. Cabe destacar que algunas de las quejas presentadas ante la Unidad de Servicio al Cliente y remitidas a la Unidad de Servicios Públicos y de Ambiente versan sobre este problema. Ante ello, los individuos localizados 20 metros antes de las esquinas deben ser removidos, esto para que el arbolado del cantón siga los lineamientos establecidos en el artículo 7 inciso c del Reglamento de arborización de zonas verdes y reforestación de zonas de protección del cantón de Belén. Se recomienda, por otro lado, realizar la remoción de los individuos en las aceras que están en la dirección contraria a la que se dirige el conductor cuando da el giro, esto porque son los que presentan el mayor grado de riesgo a los conductores (Figura 6).

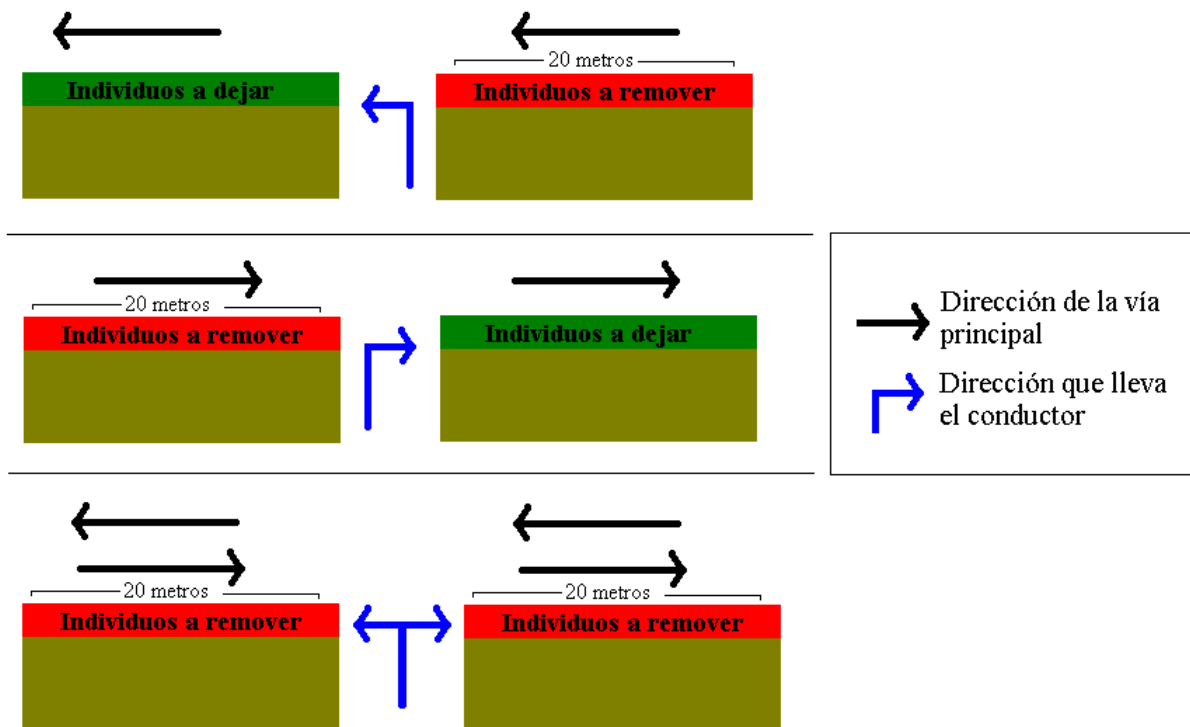


Figura 6. Individuos a remover según la dirección de vía de las carreteras.

7.1.4. Reservorio de carbono

Hoy en día es cada vez más relevante el papel que juega del carbono de los ecosistemas forestales para lograr un desarrollo bajo en emisiones (Costa Rica 2015, INTECO 2006). En el camino para llegar a este desarrollo bajo en emisiones y a una descarbonización profunda de la economía, el país ha tomado acciones importantes. Sin embargo, las autoridades reconocen que se requieren aumentar los esfuerzos en reducción y mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello, el país busca la participación activa de más actores sociales entre los que destacan las municipalidades (Gobierno de la República de Costa Rica 2017).

En vista de lo anterior, es importante tomar en cuenta el efecto de las intervenciones realizadas al arbolado urbano sobre el reservorio de carbono. Este efecto podría depender de varios factores como: el tipo de intervención, la magnitud de la intervención, el tipo y la cantidad de individuos a intervenir, entre otros. Sin embargo, se recomienda al menos cuantificar el efecto sobre el reservorio de carbono de las cortas fitosanitarias, las cortas por prevención de emergencias y especialmente las cortas para desarrollo urbanísticos.

Cabe destacar que con una adecuada planificación es posible diseñar estrategias que permitan una relación armonizada entre el carbono del arbolado y los proyectos de desarrollo. El arbolado urbano en vía pública del cantón de Belén almacena cerca de 1 414,47 ton CO₂-eq

(Municipalidad de Belén 2015), en una vegetación con gran cantidad de individuos jóvenes (con diámetros a la altura del pecho menores o iguales a 10 cm). Por lo que esta vegetación puede ser un factor importante en la reducción y mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel municipal, ya que constituye un importante reservorio y presenta altas probabilidades, en el corto y mediano plazo, de remover considerables cantidades de carbono de la atmosfera.

7.1.5. Relación entre el arbolado urbano y el plan de desarrollo

Para mejorar la interacción entre la infraestructura y el arbolado urbano, y la belleza escénica de las plantas presentes, se deben tomar en cuenta las densidades consideradas en el artículo 7 del Reglamento de arborización. Adicional a ello, se presentan las siguientes sugerencias que podrían aplicarse en las densidades de siembra del arbolado, estas según las características que presentan las especies recomendadas a plantar tanto para realizar las sustituciones de aquellas que son exóticas como en las nuevas arborizaciones (Anexo 5):

Para árboles: 6 metros entre cada individuo.

Para arbutos y palmas: de 2 a 3 metros entre cada individuo.

Para hierbas y enredaderas: menor a un metro

En cuanto a parques menores a 1000 m², es necesario dejar siempre libre el centro, plantar máximo entre uno a tres árboles en esa área, y sembrar arbustos en las orillas, esto para evitar la pérdida de individuos por el desarrollo de infraestructura o mejoras en el futuro (Figura 7). Además, cuando los parques posean más de 1000 m², se pueden plantar árboles al final del terreno que sean siempre verdes (para evitar conflictos con vecinos molestos con una alta producción de hojas especialmente en época seca y reducir costos de manutención), no presenten autopoda, tengan copas reducidas y potencial a desarrollar crecimientos apicales más que laterales (Figura 7). Las especies adecuadas para estos sitios se mencionan en el anexo 5.

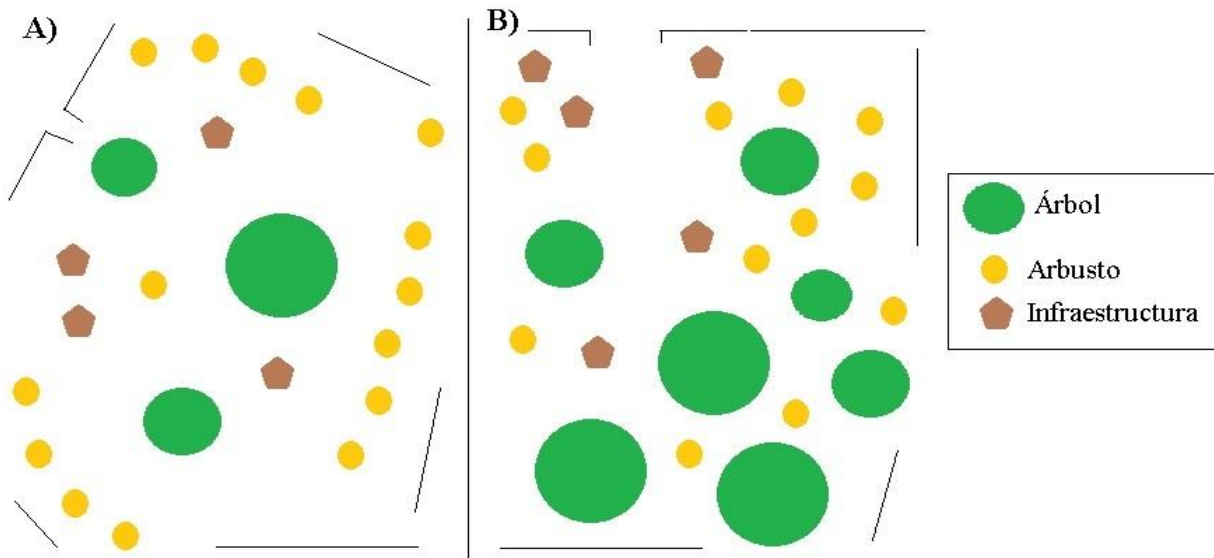


Figura 7. Distribución de árboles y arbustos según la extensión del parque. A) Parques pequeños donde debe dejarse libre el centro; B) Parque con extensión para sembrar árboles al fondo del terreno,

7.1.6. Control de las nuevas arborizaciones

Las nuevas arborizaciones son un medio por el cual el arbolado urbano se renueva, no obstante, estas deben cumplir con ciertos elementos para que no interfieran en el arreglo espacial del cantón ni en la salubridad de los usuarios. Ante ello, se deben seguir las recomendaciones mencionadas en el apartado de sustituciones. Además, como parte de los procesos de seguimiento se recomienda tomar en cuenta las recomendaciones mencionadas en los aportados sobre manejo de la fertilidad, manejo de plagas y enfermedades y control de la irrigación.

Adicionalmente, puede explorarse la posibilidad de reproducir, mediante la identificación de semilleros, especies arbóreas, arbustivas y herbáceas nativas que están creciendo dentro de los remanentes boscosos del cantón (El Nacimiento, La Gruta, Puente Mulas, Los Sánchez, áreas de protección de los ríos Bermúdez, Quebrada Seca y Río Segundo) para lo cual puede acudir a la firma de convenios con la Universidad Nacional, la cual cuenta con un vivero que realiza labores de docencia, extensión e investigación que puede enlazar estudiantes practicantes.

Por otro lado la adquisición de nuevo material vegetativo puede obtenerse de brinzales que estén creciendo en parques de la Municipalidad de Belén (e.g, Parque Recreativo Ambiental La Asunción). Para ello puede aprovecharse el voluntariado de empresas y miembros de la comunidad. De esta manera, se podría dividir la jornada en tres fases: 1) identificación y ubicación de brinzales, 2) aprovechamiento de los brinzales, y 3) transporte y transplante de brinzales al sitio final. Si bien, en el mantenimiento de brinzales la Municipalidad podría incurrir en costos, estos pueden minimizarse si para ello se utiliza la acción voluntaria de empresas,

miembros de la comunidad y centros educativos (se puede enlazar con las actividades que se realizan en el Programa Aula en el Bosque).

7.1.7. Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Es altamente recomendado el uso de SIG para el manejo del arbolado urbano. Algunas de las ventajas del uso de este tipo de herramientas en el arbolado del cantón de Belén son:

- **Facilita la ubicación geográfica y localización en campo de los individuos:** si bien en este plan se han elaborado diferentes mapas para facilitar al personal de la municipalidad la ubicación geográfica y localización en campo de los individuos, los mapas presentan al menos dos limitantes. La primera es que los mapas son una representación gráfica de las condiciones que existen en un momento en específico, por lo que su utilización para realizar labores de control y seguimiento es limitada y poco flexible en comparación al uso de un SIG. Lo segundo es que el arbolado urbano del cantón se compone de una importante cantidad de individuos, que en algunos casos están ubicados muy cerca unos de los otros, lo que dificulta su adecuada representación en el mapa. Con un SIG este problema es fácil de corregir ya que la herramienta permite elaborar mapas de las áreas de interés específico a la escala deseada.
- **Facilita llevar un registro actualizado de los individuos:** es posible registrar cualquier intervención realizada a los individuos, en el momento deseado. Por ejemplo, si en el año 2018 se realiza una poda o una sustitución del individuo con ídem 6644, es posible registrar en cualquier momento la fecha de intervención, el equipo de trabajo que realizó tal intervención, el estado en el que queda el individuo y muchos otros elementos.
- **Permite dar seguimiento en el tiempo de las intervenciones realizadas:** a través de un SIG es posible visualizar los individuos del arbolado en diferentes momentos, con sus respectivas bases de datos. Así por ejemplo es posible visualizar los individuos que se tenían en el censo 2015 junto con sus características y especificaciones y a su vez es posible visualizar los individuos del censo 2020, 2025 o cualquier otro año. Este elemento lo hace una herramienta muy poderosa para las labores de control y seguimiento del arbolado.

Los SIG son muy versátiles y relativamente fáciles de utilizar, lo que los hace una herramienta importante para la gestión y la toma de decisiones sobre el arbolado urbano.

8. Referencias

- Área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Nacional de Colombia. 2015. Guía para el manejo del arbolado urbano en el Valle de Aburrá, Eds, Moreno F y Hoyos C. Medellín, CO. 175 p.
- Bonilla, JM, 2006. Evaluación de la respuesta al trasplante de árboles de Roble Sabana (*Tabebuia rosa*, Vertol, D.C), en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Tesis Lic. Ing. For. Heredia, Costa Rica, UNA. 50 p.
- CNE (Comisión Nacional de Emergencias). 2017. Glosario oficial de conceptos sobre desastres (en línea). San José, CR. Consultado 24 jul, 2017. Disponible en: https://www.cne.go.cr/educacion_asesoria/7/Glosario%20oficial%20de%20conceptos%20sobre%20desastres/player.html
- Congreso Latinoamericano IUFRO (II, 2006, La Serena, CL). 2006. Diagnóstico de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. La Serena, CL- 10 p.
- Costa Rica. 2006. Ley Nacional de emergencias y prevención del riesgo. Diario oficial La Gaceta. No, 8: 1-8.
- Costa Rica. 2015. Contribución prevista y determinada a nivel nacional de Costa Rica. Gobierno de la Republica y MINAE. 19 p.
- Distribuidor Malayo S.A.S. 2017. Cuchillo Malayo. (en línea). Consultado 29 oct 2017. Disponible en <http://www.distrimalayo.com/productos.php?ref=cuchillo-malayo&cat=palma#!prettyPhoto>
- FAO. 2016. Benefits of Urban Trees. (en línea). Consultado 19 de junio 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/411348/>
- García, L. 2005. Manejo de la palma africana. HN. 21 p.
- Gobierno de la República de Costa Rica. 2017. País afina su camino a la carbono neutralidad con nuevo Programa País. (en línea). 28 sep 2017. Consultado el 18 de octubre 2017, Disponible en: <http://presidencia.go.cr/comunicados/2017/09/pais-afina-su-camino-a-la-carbono-neutralidad-con-nuevo-programa-pais/>
- Ham, Sam H. 1992. Interpretación Ambiental: una guía práctica para gente con grandes ideas y pequeños presupuestos. EUA. Universidad de Idaho – Programa de bosques tropicales, servicio forestal, departamento de agricultura de Estados Unidos. 437 p.
- INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica). 2016. INTE 12-01-06:2016, Ambiente, Norma para demostrar la Carbono Neutralidad, Requisitos. San José, CR, 27 p.
- Jiménez, Q. 2013. Arbolado urbano: beneficios, desaciertos y realidad en la Gran Área Metropolitana. Ambientico. no,232-233:4-12.

- La Nación. 2016^a. Conductor grave tras caída de árbol sobre vehículo en la ruta 32. (en línea). Consultado el 20 de junio 2016, Disponible en: http://www.nacion.com/sucesos/Conductor-grave-caida-arbol-vehiculo_0_1538246208.html
- La Nación. 2016^b. Tres árboles derivados por el viento dañan siete carros. (en línea). Consultado el 20 de junio 2016. Disponible en: http://www.nacion.com/sucesos/desastres/Caida-arboles-UCR-personas-heridas_0_1540845993.html
- La Nación. 2016^c. Adulto mayor fallece por golpe de árbol en el Carmen de Goicoechea (en línea). Consultado el 20 de junio 2016. Disponible en: http://www.nacion.com/sucesos/Adulto-mayor-fallece-arbol-Goicoechea_0_1564043683.html
- Municipalidad de Belén. 2015. Inventario del arbolado urbano del cantón de Belén, Belén, CR, 33 p.
- Municipalidad de Belén. 2015. Inventario del arbolado urbano del cantón de Belén. Belén, CR., 33 p.
- Robinson, ML; Schaerer, MF. 2009. Poda de palmeras. Nevada, US. Universidad de Nevada. 8 p.
- Roy, S; Byrne, J; Pickering, C. 2012. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*. 11: 351– 363.
- Tovar Corzo, G. 2007. Manejo del arbolado urbano de Bogotá. *Revista territories*. 16-17: 149-174.
- Vargas, G. 2011. Botánica general: desde los musgos hasta ls árboles. San José, CR, EUNED. 492 p.

9. Anexos

Anexo 1. Especies exóticas arbóreas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén.

Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Araucaria sp,</i>	Araucaria	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la India
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	<i>Ficus elástica</i>	Árbol de hule
<i>Azadirachta indica</i>	Neem	<i>Ficus sp, 1</i>	Higuerón
<i>Bauhinia purpurea</i>	Casco venado	<i>Inga edulis</i>	Guaba chilillo
<i>Bauhinia sp,</i>	Casco venado	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
<i>Brachychiton acerifolius</i>	Árbol de fuego	<i>Juglans olanchana</i>	Nogal
<i>Bulnesia arborea</i>	Guayacán de bola	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Orgullo de la india
<i>Cananga odorata</i>	Ilán Ilán	<i>Libidibia aff, paraguariensis</i>	Guayacán
<i>Cassia fistula</i>	Caña fístula	<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno
<i>Cassia javanica</i>	Casia de Java	<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Cassia siamea</i>	Flor amarilla	<i>Melia azedarach</i>	Paraíso
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón liso
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	<i>Moringa oleifera</i>	Moringa
<i>Cupressus lusitánica</i>	Ciprés	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés columnar	<i>Pinus sp,</i>	Pino
<i>Delonix regia</i>	Malinche	<i>Schefflera actinophylla</i>	Sheflera
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Pirul
<i>Erythrina crista-galli</i>	Poró cresta de gallo	<i>Spathodea campanulata</i>	Llama del bosque
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poró gigante	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa
<i>Erythrina sp, 1</i>	Poró pito	<i>Syzygium malaccense</i>	Manzana de agua
<i>Erythrina sp, 2</i>	Poró pito	<i>Syzygium paniculatum</i>	Manzanita rosada
<i>Erythrina variegata</i>	Poró amarillo	<i>Tectona grandis</i>	Teca
<i>Eucalyptus cinérea</i>	Eucalipto plateado	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro
<i>Eucalyptus grandis</i>	Eucalipto	<i>Thuja orientalis</i>	Ciprés aplanchado

Anexo 2. Especies arbustivas exóticas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén.

Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Acalypha wilkesiana</i>	Chirrite	<i>Mirabilis jalapa</i>	Maravilla
<i>Ardisia elliptica</i>	Ardisia	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni
<i>Breynia disticha</i>	Carnaval	<i>Morus alba</i>	Morera
<i>Brugmansia candida</i>	Reina de la noche	<i>Murraya paniculata</i>	Mirto
<i>Brunfelsia grandiflora</i>	San Juan	<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Musaenda roja
<i>Brunfelsia pauciflora</i>	Hoy, mañana y siempre	<i>Mussaenda philippica</i>	Musaenda
<i>Cajanus cajan</i>	Frijol de palo	<i>Mussaenda philippica var aurorae</i>	Musaenda blanca
<i>Calliandra haematocephala</i>	Caimo/Pompón	<i>Mussaenda rosea</i>	Musaenda rosea
<i>Calliandra surinamensis</i>	Caliandra	<i>Myrciaria cauliflora</i>	Jaboticaba
<i>Citrus spp,</i>	Cítrico	<i>Nerium oleander</i>	Narciso
<i>Codiaeum variegatum</i>	Croto	<i>Odontonema sp,</i>	Pavón rojo
<i>Coffea arabica</i>	Café	<i>Pachystachys lutea</i>	Pavón amarillo
<i>Durante erecta</i>	Pringo de oro	<i>Pentas lanceolata</i>	Penta
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	<i>Pereskia grandifolia</i>	Mateares
<i>Euonymus japonica</i>	Olivo ornamental	<i>Pseuderanthemum atropurpureum</i>	Falso eranthemun
<i>Euphorbia láctea</i>		<i>Psidium cattleianum</i>	Guayabita del Perú
<i>Euphorbia leucocephala</i>	Pascuita	<i>Psidium sp,</i>	
<i>Euphorbia tirucalli</i>	Esqueleto/Palo de dedos	<i>Rhododendron sp,</i>	Azalea
<i>Ficus carica</i>	Higo	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla
<i>Galphimia gracilis</i>	Botón de oro	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero
<i>Gardenia jasminoides</i>	Gardenia	<i>Rubiaceae 1</i>	
<i>Graptophyllum pictum</i>	Café con leche	<i>Schefflera arboricola</i>	Sheflera
<i>Hibiscus mutabilis</i>	Rosa variable	<i>Solanaceae</i>	Zorrillo morado
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Amapola	<i>Stachytarpheta mutabilis</i>	Rabo de gato
<i>Jasminum dichotoma</i>	Jazmín	<i>Swingla glutinosa</i>	Naranjo trifoliado
<i>Jatropha integerrima</i>	Coralito	<i>Tabernaemontana divaricata</i>	Jasmín crepé
<i>Jatropha multifida</i>	Peregrina	<i>Tetradenia riparia</i>	Inciense
<i>Jatropha podagrica</i>	Ruibardo	<i>Thevetia peruviana</i>	Chirca
<i>Lagerstroemia indica</i>	Júpiter	<i>Tibouchina semidecandra</i>	Lengua de vaca
<i>Loropetalum chinense</i>	Loropétalo	<i>Tibouchina urvilleana</i>	Nazareno
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Amapolilla	<i>Vitex trifolia</i>	Árbol casto
<i>Megaskepasma erythrochamys</i>	Pavón rojo	<i>Mesua ferrea</i>	
<i>Melicope denhamii</i>			

Anexo 3. Castos, enredaderas y hierbas exóticas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén.

Cacto		Hierba	
<i>Cactaceae 2</i>	Cacto	<i>Cordyline fruticosa</i>	Caña India
<i>Opuntia sp,</i>	Tuna/nopal	<i>Dracaena spp,</i>	Dracaena
<i>Stenocereus aff,</i>	Cacto	<i>Euphorbia milli</i>	Corona de cristo
Enredadera		<i>Euphorbia sp,</i>	
<i>Allamanda blanchetti</i>	Alamanda rosa	<i>Guadua sp,</i>	Bambú
<i>Allamanda cathartica</i>	Alamanda	<i>Hydrangea macrophylla</i>	Hortensia
<i>Bougainvillea glabra</i>	Veranera	<i>Ixora cinensis</i>	Nora roja
<i>Holmskioldia sanguínea</i>	Sombrero chino	<i>Ixora coccinea</i>	Moño de señora/Nora roja
<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	Mano de tigre	<i>Molineria capitulata</i>	Coquillo
Hierba		<i>Musa spp,</i>	Banano/Plátano/Guineo
<i>Agave americana</i>	Agave	<i>Musa velutina</i>	Bananito rosado
<i>Agave attenuata</i>	Agave	<i>Pandanus sanderi</i>	Pandano
<i>Agave sp, 1</i>	Agave	<i>Pedilanthus tithymaloides</i>	Bítamo
<i>Agave sp, 2</i>	Agave	<i>Plectranthus scutellarioides</i>	Cóleo
<i>Amaranthus caudatus</i>	Amaranto	<i>Plumbago auriculata</i>	Azulejo
<i>Asparagus sprengeri</i>	Esparraguera	<i>Polyscias spp,</i>	Aralias
<i>Asteraceae 1</i>		<i>Ravenala madagascariensis</i>	Palma del viajero
<i>Bambusa sp, 1</i>	Bambú	<i>Rosa spp,</i>	Rosa
<i>Bambusa sp, 2</i>	Bambú	<i>Ruellia brittoniana</i>	Petunia mexicana
<i>Bambusa sp, 3</i>	Pata de elefante	<i>Ruellia ciliosa</i>	Ruelia
<i>Beaucarnea recurvata</i>		<i>Strelitzia reginae</i>	Ave del paraíso
<i>Canna ×generalis</i>	Bandera española	<i>Streptosolen jamesonii</i>	Estreptosolen
<i>Canna indica</i>	Platanilla	<i>Lilium longiflorum</i>	Lirio
<i>Catharanthus roseus</i>	Vinca	<i>Yucca guatemalensis</i>	Itaho

Anexo 4. Palmas exóticas presentes en el arbolado urbano del cantón de Belén.

Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Adonidia merrilli</i>	Palma navideña	<i>Cyrtostachys renda</i>	Palma de tallo rojo
<i>Archontophoenix cunninghamia</i>	Palmera rey	<i>Dypsis decaryi</i>	Palmera triangular
<i>Areca catecú</i>	Nuez de areca	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Palmera botella
<i>Areca triandra</i>	Palmera triandra	<i>Jubaea chilensis</i>	Palma chilena
<i>Arecaceae 1</i>	Palma	<i>Livistona chinensis</i>	Palma de abanico china
<i>Arecaceae 2</i>	Palma	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palmera phenix
<i>Arecaceae 3</i>	Palmera	<i>Raphis excelsa</i>	Palmera de bambú
<i>Arenga pinnata</i>	Palma de azúcar	<i>Ravenea rigularis</i>	Palmera majestad
<i>Bismackia nobilis</i>	Palmera de bismarck	<i>Roystonea regia</i>	Palmera real cubana
<i>Caryota urens</i>	Palmera cola de pez	<i>Sabal palmetto</i>	Sabal
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	Palmera múltiple	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Coco plumoso
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	<i>Thrinax sp,</i>	Guano de costa
<i>Cycas revoluta</i>	Sagú	<i>Washingtonia filifera</i>	Palma Washington

Anexo 5. Especies recomendadas para plantar en eventuales sustituciones y nuevas arborizaciones.

Morfología	Especie	Nombre común	Áreas verdes	Parques	Aceras	Plantas de tratamientos y pozos
Árbol	<i>Acnistus arborescens</i>	Güitite	X	X	X	X
	<i>Albizia adinocephala</i>	Gavilancillo	X			
	<i>Alchornea latifolia</i>	Achiotillo	X	X	X	X
	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	X	X	X	X
	<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	X			
	<i>Andira inermis</i>	Carne asada	X	X		
	<i>Annona cherimola</i>	Annona	X	X	X	X
	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	X	X	X	X
	<i>Annona purpurea</i>	Soncoya	X			
	<i>Astronium graveolens</i>	Ron ron	X			
	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	X	X	X	X
	<i>Bunchosia costaricensis</i>	Nancigüitle	X	X		X
	<i>Bunchosia nitida</i>	Cerezo de monte	X	X		X
	<i>Bursera simaruba</i>	Indio chingo	X			X
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance, nacite	X	X		
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Saíno	X			X
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Malinchillo	X			X
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Cedro María	X			X
	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño	X	X		
	<i>Carica papaya</i>	Papaya	X			X
	<i>Casearia arguta</i>	Huesillo	X			X
	<i>Casearia corymbosa</i>	Cerito	X	X	X	X
	<i>Casimiroa sapota</i>	Matasano	X			
	<i>Cassia grandis</i>	Carao	X			
	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	X	X		X
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	X			
	<i>Cedrela salvadorensis</i>	Cedro real	X			
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Poroporo	X	X	X	X
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	X			
	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Aguacatillo	X			X
	<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	Dama	X	X		X
	<i>Clusia rosea</i>	Copey	X	X		
	<i>Clusia spp,</i>	Clusia	X	X		

Continuación Anexo 5.

Morfología	Especie	Nombre común	Áreas verdes	Parques	Aceras	Plantas de tratamientos y pozos
Árbol	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Trompillo	X	X	X	X
	<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	X			
	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	X			
	<i>Cordia panamensis</i>	Laurel negro	X			
	<i>Crescentia alata</i>	Jícaro	X	X	X	X
	<i>Croton draco</i>	Targuá	X	X	X	X
	<i>Cupania glabra</i>	Cascuá	X			
	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	X			
	<i>Dilodendron costaricense</i>	Iguano	X	X		X
	<i>Diphysa americana</i>	Guachipelín	X			
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	X			
	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Murta	X	X	X	X
	<i>Eugenia cartagenensis</i>	Murta	X	X	X	X
	<i>Eugenia oerstediana</i>	Mirto	X	X	X	X
	<i>Eugenia salamensis</i> var, <i>Hiraeifoli</i>	Fruta de pava	X	X		X
	<i>Ficus costaricana</i>	Higuerón	X			
	<i>Ficus morazaniana</i>	Higuerón	X			
	<i>Forestiera cartaginensis</i>	Albahaquillo de Puriscal	X	X	X	X
	<i>Garcinia intermedia</i>	Jorco	X	X	X	X
	<i>Genipa americana</i>	Guaitil	X			
	<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	X			X
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	X			
	<i>Hamelia patens</i>	Coralillo	X	X	X	X
	<i>Hampea platanifolia</i>	Majagua	X			X
	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Cortez negro	X			
	<i>Handroanthus ochraceus</i>	Cortez amarillo	X			
	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Burío	X			
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	X			
	<i>Inga densiflora</i>	Guaba de caite	X			
	<i>Inga punctata</i>	Cuajiniquil	X			X
	<i>Inga spectabilis</i>	Guaba machete	X			
	<i>Inga vera</i>	Cuajiniquil, guaba	X			
<i>Lafoensia puniceifolia</i>	Cascarillo	X				

Continuación Anexo 5.

Morfología	Especie	Nombre común	Áreas verdes	Parques	Aceras	Plantas de tratamientos y pozos
Árbol	<i>Leucaena leucocephala</i>	Ipil ipil	X			X
	<i>Licania platypus</i>	Sonzapote	X			
	<i>Lonchocarpus felipei</i>	Siete cueros	X			X
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperno	X			
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	Chaperno	X			X
	<i>Luehea speciosa</i>	Guácimo macho	X			
	<i>Maclura tinctoria</i>	Brasil, Mora	X			
	<i>Mauria heterophylla</i>	Cirrí amarillo	X	X	X	X
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón	X	X		X
	<i>Miconia argéntea</i>	Lengua de vaca, María	X	X	X	X
	<i>Myrcia splendens</i>	Turrú colorado	X	X	X	X
	<i>Myroxylon balsamum</i>	Bálsamo	X			
	<i>Nectandra membranaceae</i>	Aguacatillo	X			
	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	X			
	<i>Palicourea guianensis</i>	Cafesillo	X	X	X	X
	<i>Persea americana</i>	Aguacate	X			X
	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo	X			X
	<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Chilillo	X	X	X	X
	<i>Platymiscium parviflorum</i>	Ñambar, cristóbal	X			
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Cristóbal, cachimbo	X			
	<i>Posoqueria latifolia</i>	Guayaba de mico	X	X	X	X
	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	X	X		
	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	Cas	X	X		
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	X	X	X	X
	<i>Pterocarpus michelianus</i>	Sangrillo	X	X		X
	<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	X			
	<i>Sapindus saponaria</i>	Chumico	X			
	<i>Sapium glandulosum</i>	Yos	X			
	<i>Schizolobium parahyba</i>	Gallinazo	X			
	<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo, Candelillo,	X	X	X	X
	<i>Simarouba glauca</i>	Aceituno	X			
	<i>Spondias purpurea</i>	Jocote	X			

Continuación Anexo 5.

Morfología	Especie	Nombre común	Áreas verdes	Parques	Aceras	Plantas de tratamientos y pozos
Árbol	<i>Staphylea occidentalis</i>	Cedrillo	X			
	<i>Sterculia apetala</i>	Panamá	X			
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	X			
	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble de sabana	X			
	<i>Tecoma stans</i>	Vainillo	X	X	X	X
	<i>Terminalia oblonga</i>	Surá, guayabón	X	X		
	<i>Thouinidium decandrum</i>	Matapulgas	X			
	<i>Tournefortia glabra</i>	Maíz de gallo	X	X	X	X
	<i>Trema micrantha</i>	Jucó	X			
	<i>Trichilia havanensis</i>	Uruca	X			
	<i>Trichilia martiana</i>	Mantequillo	X			
	<i>Trophis racemosa</i>	Lechillo	X			
	<i>Vernonanthura patens</i>	Tuete	X	X	X	X
	<i>Vismia baccifera</i>	Achiotillo	X	X	X	X
	<i>Zygia longifolia</i>	Sotacaballo	X			
Arbusto	<i>Allophylus occidentalis</i>		X	X	X	X
	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	X	X	X	X
	<i>Aphelandra scabra</i>	Camarón rojo	X	X	X	X
	<i>Ardisia revoluta</i>	Tucuico	X	X	X	X
	<i>Asclepias curassavica</i>	Viborana	X	X	X	X
	<i>Bocconia frutescens</i>	Papagayo	X	X	X	X
	<i>Calliandra calothyrsus</i>	Pompón rojo, carboncillo	X	X	X	X
	<i>Capparis frondosa</i>	Talcacao	X	X	X	X
	<i>Cestrum nocturnum</i>	Galán de noche	X	X	X	X
	<i>Cestrum racemosum</i>	Zorrillo de comer	X	X	X	X
	<i>Cestrum strigilatum</i>	Zorrillo	X	X	X	X
	<i>Cestrum tomentosum</i>	Zorrillo	X	X	X	X
	<i>Conostegia subcrustulata</i>	Uña de gato	X	X	X	X
	<i>Croton xalapensis</i>	Targuacillo	X	X	X	X
	<i>Eugenia truncata</i>		X	X	X	X
	<i>Fuchsia microphylla</i>	Madroncillo	X	X	X	X
<i>Fuchsia paniculata</i>	Achiotillo de altura	X	X	X	X	

Continuación Anexo 5.

Morfología	Especie	Nombre común	Áreas verdes	Parques	Aceras	Plantas de tratamientos y pozos
Arbusto	<i>Gossypium spp.</i>	Algodón	X	X	X	X
	<i>Hamelia xerocarpa</i>	Coralillo	X	X	X	X
	<i>Helicteres guazumifolia</i>	Rabo de chancho	X	X	X	X
	<i>Heliotropium transalpinum</i>		X	X	X	X
	<i>Justicia aurea</i>	Pavón amarillo	X	X	X	X
	<i>Justicia isthmensis</i>		X	X	X	X
	<i>Justicia macrantha</i>	Pata de gallo	X	X	X	X
	<i>Justicia tinctoria</i>	Azul de mata	X	X	X	X
	<i>Justicia spicigera</i>	Insulina	X	X	X	X
	<i>Kohleria allenii</i>		X	X	X	X
	<i>Kohleria spicata</i>		X	X	X	X
	<i>Kohleria tubiflora</i>		X	X	X	X
	<i>Lantana cámara</i>	Cinco negritos	X	X	X	X
	<i>Lantana hirta</i>	Soterré blanco	X	X	X	X
	<i>Lantana trifolia</i>	Cuasquite	X	X	X	X
	<i>Lantana velutina</i>		X	X	X	X
	<i>Lobelia laxiflora</i>	Caragallo	X	X	X	X
	<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	X	X	X	X
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Amapola, quesito	X	X	X	X
	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín blanco	X	X	X	X
	<i>Neurolaena lobata</i>	Gotas amargas	X	X	X	X
	<i>Odontonema tubaeforme</i>	Coralillo rojo	X	X	X	X
	<i>Palicourea padifolia</i>	Cafesillo	X	X	X	X
	<i>Petiveria alliacea</i>	Ajillo	X	X	X	X
	<i>Picramnia antidesma</i>	Caregre	X	X	X	X
	<i>Piper aduncun</i>	Cordoncillo, anisillo	X	X	X	X
	<i>Piper auritum</i>	Anisillo, estrella del monte	X	X	X	X
	<i>Piper marginatum</i>	Hoja de estrella, anisillo	X	X	X	X
	<i>Piper tuberculatum</i>	Cordoncillo	X	X	X	X
	<i>Psychotria horizontalis</i>	Cafecillo	X	X	X	X
	<i>Psychotria pubescens</i>	Cafecillo	X	X	X	X
	<i>Razisea spicata</i>	Pavoncillo rojo	X	X	X	X

Continuación Anexo 5.

Morfología	Especie	Nombre común	Áreas verdes	Parques	Aceras	Plantas de tratamientos y pozos
Arbusto	<i>Ruellia jussieuoides</i>		X	X	X	X
	<i>Russelia sarmentosa</i>	Coralillo	X	X	X	X
	<i>Salvia carnea</i>	Salvia roja	X	X	X	X
	<i>Salvia lasiantha</i>		X	X	X	X
	<i>Salvia lavanduleoides</i>		X	X	X	X
	<i>Salvia polystachya</i>	Jalacate	X	X	X	X
	<i>Salvia wagneriana</i>	Salvia roja	X	X	X	X
	<i>Senna reticulata</i>	Saragundí	X	X	X	X
	<i>Senna septemtrionalis</i>	Quiebraplato, candelillo	X	X	X	X
	<i>Senna papillosa</i>	Vainillo cimarrón	X	X	X	X
	<i>Spathacanthus hoffmannii</i>		X	X	X	X
	<i>Stachytarpetta frantzii</i>	Rabo de gato	X	X	X	X
	<i>Turnera ulmifolia</i>	Damiana, aliso amarillo	X	X	X	X
	<i>Varronia spinescens</i>	Peludo	X	X	X	X
Enredaderas y bejucos	<i>Aristolochia anguicida</i>		X	X		X
	<i>Aristolochia grandiflora</i>		X	X		X
	<i>Aristolochia maxima</i>		X	X		X
	<i>Celtis iguanaea</i>	Cagalera	X	X		X
	<i>Gonolobus edulis</i>	Cuayote	X	X		X
	<i>Ipomoea parasitica</i>		X			
	<i>Ipomoea purpurea</i>	Churristate	X	X		X
	<i>Merremia tuberosa</i>		X	X		X
	<i>Monstera andansonii</i>		X	X		X
	<i>Passiflora apetala</i>		X	X		X
	<i>Passiflora biflora</i>		X	X		X
	<i>Passiflora edulis</i>		X	X		X
	<i>Passiflora foetida</i>		X	X		X
	<i>Passiflora ligularis</i>	Granadilla	X	X		X
<i>Passiflora quadrangularis</i>	Granadilla gigante	X	X		X	

Continuación Anexo 5.

Morfología	Especie	Nombre común	Áreas verdes	Parques	Aceras	Plantas de tratamientos y pozos
Bejuco	<i>Petra volubilis</i>	Choreque, Raspaguacal	X	X	X	X
Palma o semejante	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	X	X	X	X
	<i>Chamaedorea costaricana</i>	Pacaya	X	X	X	X
	<i>Carludovica palmata</i>	Estococa	X	X	X	X
Hierba	<i>Acmella repens*</i>	Quiebra muelas	X	X	X	X
	<i>Bouvardia glabra</i>	Jazmín	X	X	X	X
	<i>Calathea crotalifera</i>	Bijagua	X	X	X	X
	<i>Chrysothemis friedrichsthaliana</i>	Pichelitos verdes	X	X	X	X
	<i>Chrysothemis pulchella</i>	Pichelitos rojos	X	X	X	X
	<i>Episcia lilacina*</i>	Panza de mono	X	X	X	X
	<i>Gibasis geniculata*</i>		X	X	X	X
	<i>Heliconia latispatha</i>	Platanilla	X	X	X	X
	<i>Hemionitis palmata</i>	Hemionitis	X	X	X	X
	<i>Heterotis rotundifolia*</i>		X	X	X	X
	<i>Monochaetum floribundum</i>		X	X	X	X
	<i>Persicaria capitata*</i>		X	X	X	X
	<i>Phaedranassa carmiolii</i>	Lirio costarricense	X	X	X	X
	<i>Pilea nummulariifolia*</i>	Cinco céntimos	X	X	X	X
	<i>Sphagneticola trilobata*</i>	Botón de oro	X	X	X	X
<i>Xiphidium caeruleum</i>	Cola de gallo	X	X	X	X	
<i>Wedelia filipes*</i>		X	X	X	X	

*Hierba rastrera estolonífera con potencial para utilizarse como cobertura.