

Guía para la aplicación del
protocolo de reforestación para la rehabilitación y
mantenimiento en las áreas de protección de la Gran Área
Metropolitana, Costa Rica.

¡Traer la calidad del bosque a la ciudad!



San José, Costa Rica, 2019

Introducción

El protocolo de reforestación para la rehabilitación y mantenimiento de las áreas de protección de la Gran Área Metropolitana (GAM) es el resultado del esfuerzo conjunto del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y la Municipalidad de San José (MSJ).

Este protocolo se elaboró con el objetivo de ser un instrumento de gestión, con fundamentación técnica y legal, para la toma de decisiones que promuevan la conservación de la biodiversidad urbana. El mismo se encuentra disponible para su consulta a partir del año 2015.

La presente guía tiene la finalidad de mostrar una versión simplificada de dicho protocolo, para facilitar su comprensión y el uso del mismo. Esta guía fue elaborada con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del Proyecto Paisajes Productivos del MINAE/GEF/PNUD. Está dirigida a funcionarios y funcionarias de instituciones que tienen injerencia en la rehabilitación de áreas de protección, así como a todas las personas interesadas en contribuir con la recuperación y protección de estas áreas mediante labores de reforestación.

La guía está estructurada en cuatro capítulos. El primero refiere al contexto, en el cual se delimita y describe la zona geográfica de aplicación del protocolo, además se exponen conceptos clave para el entendimiento de este instrumento de gestión. En el segundo apartado se exponen los cinco posibles escenarios dentro de las áreas de protección, derivados de la Ley Forestal N°7575 y la Ley de Planificación Urbana N°4240. En el tercer capítulo se puntualizan las consideraciones generales que deben ser tomadas en cuenta previo a los procesos de rehabilitación. Por último, el cuarto capítulo expone el protocolo a seguir para las actividades de reforestación, rehabilitación y mantenimiento en las áreas de protección degradadas.



Capítulo 1

Contexto

Contexto

La Gran Área Metropolitana (GAM) se asienta en la parte central del país, la cual comprende el Valle Central y su área circundante, fue delimitada por el Plan GAM del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) en el año 1982. Actualmente se cuenta con una nueva delimitación: INVU-Plan GAM 2013-2030. Esta región está conformada por 31 cantones, correspondientes a cuatro provincias de Costa Rica, a saber: San José, Alajuela, Cartago y Heredia.

La GAM se encuentra rodeada por masas montañosas que posibilitan la existencia de una amplia red hídrica, con una extensión que suma 3457 km entre todos los ríos. Si se toma en cuenta la mínima extensión de un área de protección (10 m a ambos lados del cauce), se obtiene un área total de 6913 ha de terreno en áreas de protección, las cuales brindan servicios ecosistémicos como:

- Protección de la fauna y flora silvestre.
- Regulación del clima (generación microclima/mitigación de gases efecto invernadero).
- Mejora de la conectividad (biodiversidad urbana).
- Protección del recurso hídrico.
- Protección y recuperación de los suelos.
- Reducción de la vulnerabilidad.
- Ampliación de espacios verdes, lo que favorecen la belleza escénica.

Estos números, bastante significativos, fundamentan la importancia de contar con un protocolo para la rehabilitación y mantenimiento de dichas áreas, debido a que actualmente se encuentran con altos niveles de degradación a causa de la acción humana.

Entre los elementos principales de la problemática urbana de la GAM que afectan directa e indirectamente las áreas de protección se encuentran las siguientes:

- Carencia de una estructura urbano-regional, debidamente planificada.
- Crecimiento urbano espontáneo y desequilibrado.
- Carencia de inversiones en la generación y protección de áreas verdes.
- Creciente producción de basura e inadecuado tratamiento de los desechos, entre otros.

Indudablemente, estas problemáticas deterioran los servicios ecosistémicos que brindan las áreas de protección, en las cuales se ubica el bosque natural ribereño, fundamental para proteger y conservar estas áreas.

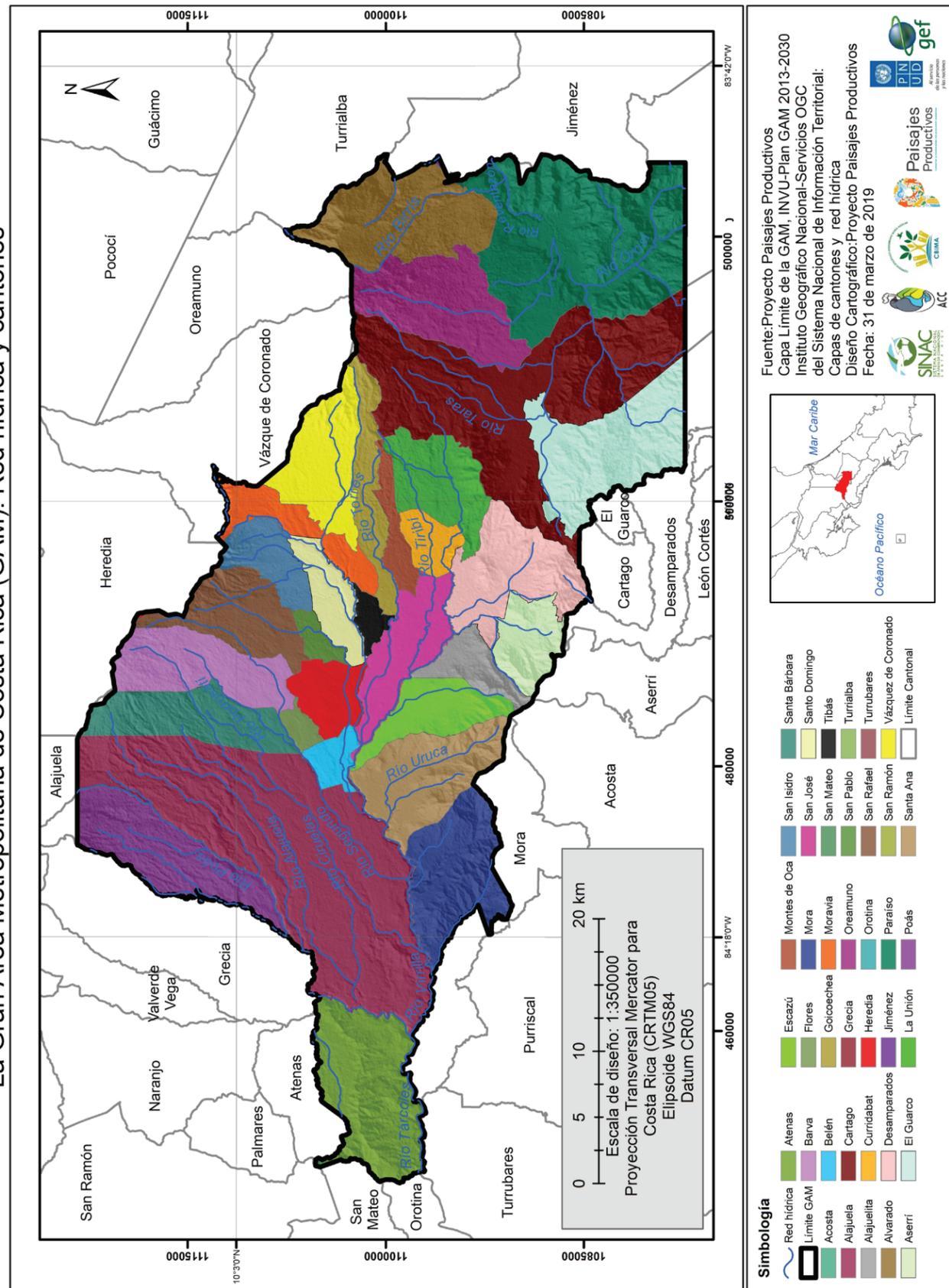
En el cuadro 1 y la figura 1 se detallan los límites de la GAM, espacio geográfico de aplicación de la presente guía:

Cuadro 1: Puntos Cardinales y límites de la GAM.
INVU-Plan GAM 2013-2030.

Puntos Cardinales	Límites de la GAM
Norte	Alajuela, Heredia y Vázquez de Coronado.
Sur	Puriscal, Mora, Acosta, Aserrí, Desamparados, Cartago, El Guarco, León Cortés.
Este	Turrialba, Jiménez, Oreamuno.
Oeste	San Mateo, Orotina, Atenas, Turrubares, Puriscal, Grecia.

Figura 1: Mapa de Gran Área Metropolitana
INVU-Plan GAM 2013-2030.

La Gran Área Metropolitana de Costa Rica (GAM): Red hídrica y cantones



Conceptos claves

En el documento del Protocolo de reforestación para la rehabilitación y mantenimiento en las áreas de protección de la Gran Área Metropolitana (2015), se consideran las siguientes definiciones:

Acuífero: Capa extensa de subsuelo saturada de agua, cuyos poros y fracturas son suficientemente grandes para permitir la infiltración, acumulación y movimiento del agua, de tal forma que puede ser extraída por medio de pozos, o que se descarga en suficiente cantidad a través de manantiales, ríos, lagos o al mar (Kappelle, 2008).

Agrosilvicultura: Conjunto de prácticas relacionadas con el uso de la tierra que implica la combinación deliberada de árboles, cultivos agrícolas y/o animales, dispuestos en una determinada forma espacial o secuencia temporal.

Árbol grande: En la ciudad, árbol con una altura mayor o igual a 15 m.

Árbol mediano: En la ciudad, árbol con una altura entre 8 y 14.99 m.

Árbol pequeño: En la ciudad, árbol con una altura entre 3 y 7.99 m.

Figura 2: Comparativa de tamaño de árboles. (En relación a una casa de 3.5 metros de alto)



Arborización: Proceso de plantación de árboles individuales o en forma agrupada, presentes en avenidas, calles, parques, áreas verdes, bulevares, en las franjas entre la calzada y la acera, y otros sitios; con el objetivo de brindar a las ciudades urbanas servicios ecosistémicos.

Área de protección urbana: Áreas que constituyen la franja alrededor de las nacientes, o a lo largo de riberas de los ríos, quebradas o arroyos, riberas de los lagos y embalses naturales y artificiales construidos por el Estado y las áreas de recarga de acuíferos, ubicadas en el área urbana.

Área de protección: En Costa Rica las áreas de protección se definen en la Ley Forestal N° 7575, como áreas que constituyen la franja alrededor de las nacientes, riberas de los ríos, quebradas o arroyos, riberas de los lagos y embalses naturales y artificiales construidos por el Estado y las áreas de recarga de acuíferos. Esta área está formada por bosques y terrenos de aptitud forestal.

Avifauna urbana: Conjunto de todas las aves que se encuentran en la ciudad. Este es el grupo más común debido a que no requieren de la conectividad de los bosques por su capacidad de vuelo.

Bosque ribereño urbano: Ecosistema nativo, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales y agronómicas, que ocupan una superficie mínima de 10 metros en cada ribera de un cuerpo de agua de dominio público, de alta fragilidad; caracterizado por la presencia de múltiples especies vegetales en diferentes estados de desarrollo, que interactúan entre ellas y con la fauna; de porte y doseles variado, y donde existe una alta densidad de individuos por unidad de área, y que brinda múltiples servicios ecosistémicos.

Corredor biológico interurbano: Extensión territorial urbana que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat modificados o naturales que interconectan microcuencas, trama verde de las ciudades (parques urbanos, áreas verdes, calles y avenidas arborizadas, líneas férreas, isletas y bosques a orillas del río, entre otros) o áreas silvestres protegidas. (CBI 40043, MINAE, 2017).

Figura 3: Corredor Biológico Interurbano

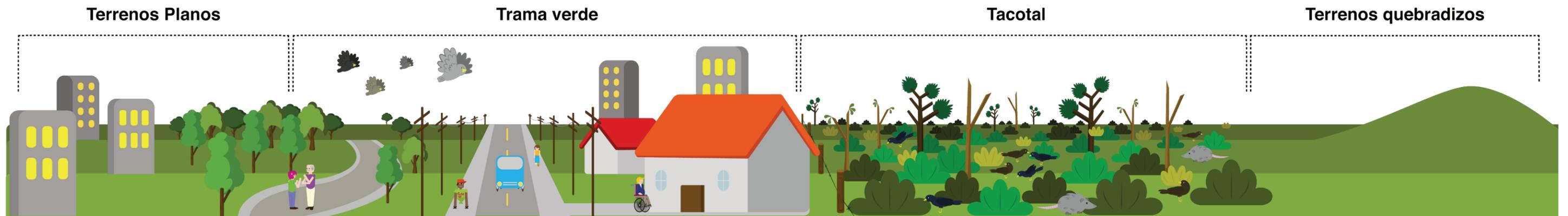


Terrenos quebrados: Según la Ley Forestal, son aquellos que tienen una pendiente promedio superior al 40%.

Trama verde: Es la interconexión de los ejes viales de la ciudad (calles y avenidas arborizadas), los derechos de la vía férrea, áreas verdes, parques, parques infantiles, bulevares, isletas y bosques ribereños.

Tacotal (bosque secundario): Son terrenos que no han recibido ningún tipo de manejo en el tiempo, donde crecen plantas silvestres, predominan los arbustos y árboles, con alturas de hasta 5 m y con poca o casi nada de plantas espinosas; toda la vegetación ha nacido por regeneración natural, en donde la cobertura de arbustos es mayor o igual al 66,7%.

Figura 4: Terrenos Planos, Trama Verde, Tacotal, Terreno quebrado.



Bosque ribereño: Bosque que se encuentra en los alrededores (riberas) de ríos u otros cursos de agua (Kappelle, 2008).

Bosque urbano: Ecosistema nativo, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales y agronómicas, que ocupa los diferentes elementos de la trama verde (parques, áreas verdes, bulevares, isletas, áreas de juego infantil, áreas de protección, otros), de alta fragilidad; caracterizado por la presencia de múltiples especies vegetales en diferentes estados de desarrollo, que interactúan entre ellas y con la fauna; de porte y doseles variado, y donde existe una alta densidad de individuos por unidad de área y que brinda múltiples servicios ecosistémicos.

Nacientes intermitentes: son aquellas que se secan de forma natural durante los meses de menor precipitación, generalmente entre diciembre y abril.

Nacientes permanentes: son aquellas que presentan un caudal todo el año, con aumentos y disminuciones propias de los efectos estacionales.

Reforestación: Plantación de árboles en terrenos degradados o en donde se han talado.

Regeneración natural: Mecanismo de restablecimiento de la vegetación natural después de su destrucción, mediante la dispersión natural de semillas y su germinación, iniciándose así un proceso de sucesión gradual.

Rehabilitación ecológica: Recuperación de los servicios de un ecosistema específico en un ecosistema o hábitat degradado (Kappelle, 2008).

Servicios ecosistémicos: Son beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas, se dividen en: servicios de provisión (alimentos, agua, madera, fibras), servicios culturales (espirituales, recreativos y de educación ambiental), servicios de soporte (ciclo del agua, formación de suelo y ciclo de nutrientes) y los servicios de regulación (control de inundaciones, regulación de la calidad del agua y el aire y producción de oxígeno mediante la fotosíntesis).

Capítulo 2

Escenarios dentro de las áreas de protección



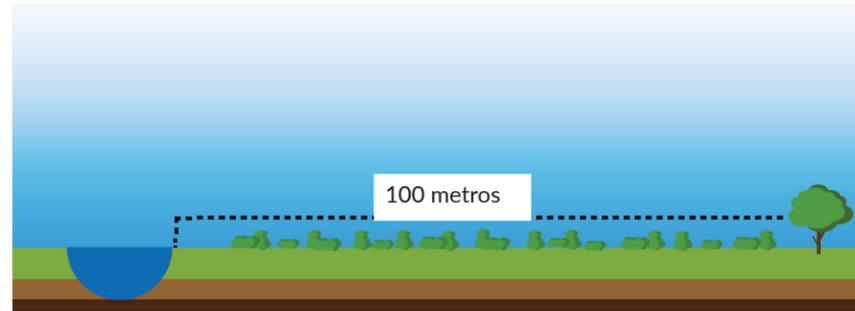
Descripción de los posibles escenarios

Los escenarios propuestos, corresponden a los incisos del artículo 33 de la Ley Forestal N°7575, sobre la definición de las áreas de protección, así como de la Ley de Planificación Urbana N°4240, la Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7313 y la Ley de Aguas N°276:

Escenario 1 Áreas de protección de nacientes permanentes

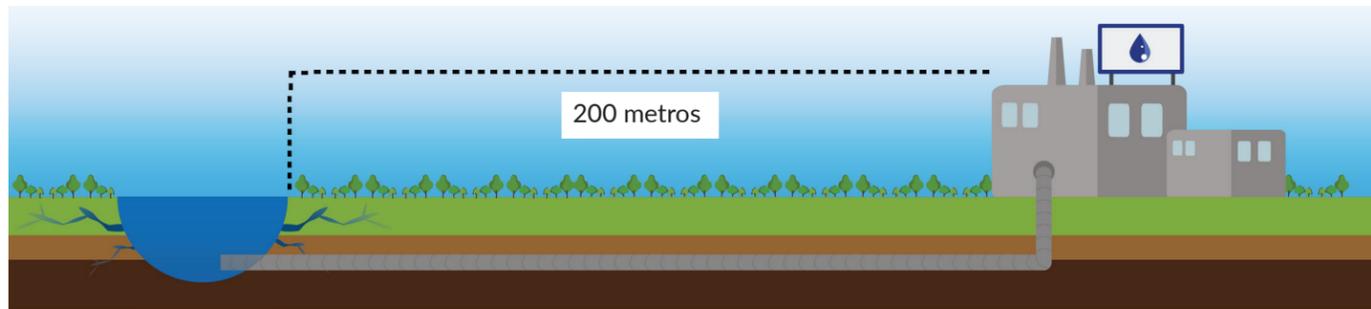
Extracto de la Ley N°7575: "...Las áreas que bordean nacientes permanentes, definidas en un radio de 100 m medidos de modo horizontal, tanto en terreno plano como en terreno con pendiente".

Figura 5: Áreas de Protección de nacientes permanentes.



En el caso de que la naciente esté captada, la Ley de Aguas N°276 pide un retiro de 200 m. Dentro de estos radios de protección solamente se deben llevar a cabo actividades de conservación.

Figura 6: Áreas de Protección de nacientes permanentes.



Si la naciente se encuentra en un terreno plano, se podrán seleccionar árboles de porte alto, con un gran desarrollo de fuste, con raíces superficiales o profundas, ya que este individuo tendrá al menos 100 m para extenderse sin riesgo de afectar infraestructura. Por ejemplo: Cenízaro, Castaña, Ojoche, entre otros.

Cuando la naciente se encuentra en terreno con pendiente, se deberán seleccionar árboles de porte pequeño a mediano y con copa amplia, en donde el peso de adulto no vaya a provocar caídas o inestabilidad del terreno. Por ejemplo: Colpachí o Targuá, Madero Negro, Guácimo, entre otros.

Escenario 2 Áreas de protección de cuerpos de agua de dominio público en zona urbana o rural, con terreno plano

Extracto de la Ley N°7575: "...Una franja de 15 m en zona rural y 10 m en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano".

Se recomienda que en este escenario se conserven los árboles y arbustos aislados producto de la regeneración natural, que en conjunto con los árboles y arbustos que se plantarán, permitirán iniciar el proceso de rehabilitación. Es preferible árboles de porte pequeño, con atractivos, como flores y/o frutos que den un valor agregado al lugar. Por ejemplo: Pavoncillo, Coral, Labios ardientes, Nazareno, Jucó, entre otros.

Figura 7: Área de protección en zona rural en terreno plano.

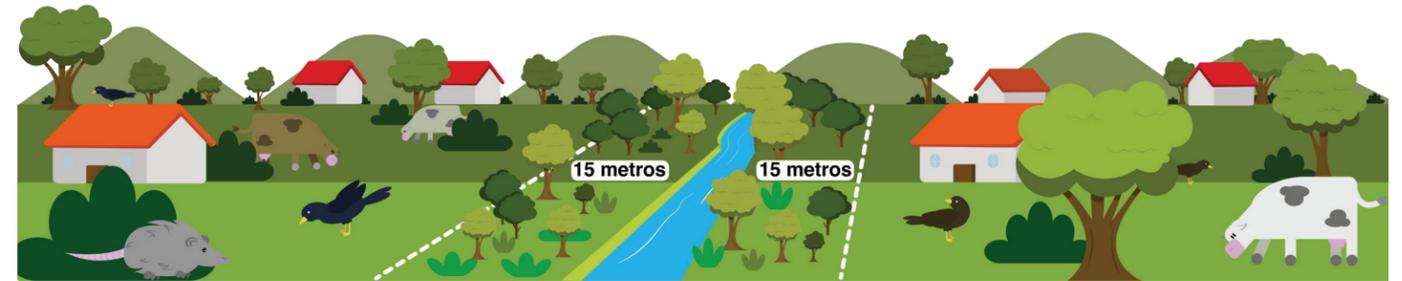


Figura 8: Área de protección en zona urbana en terreno plano.

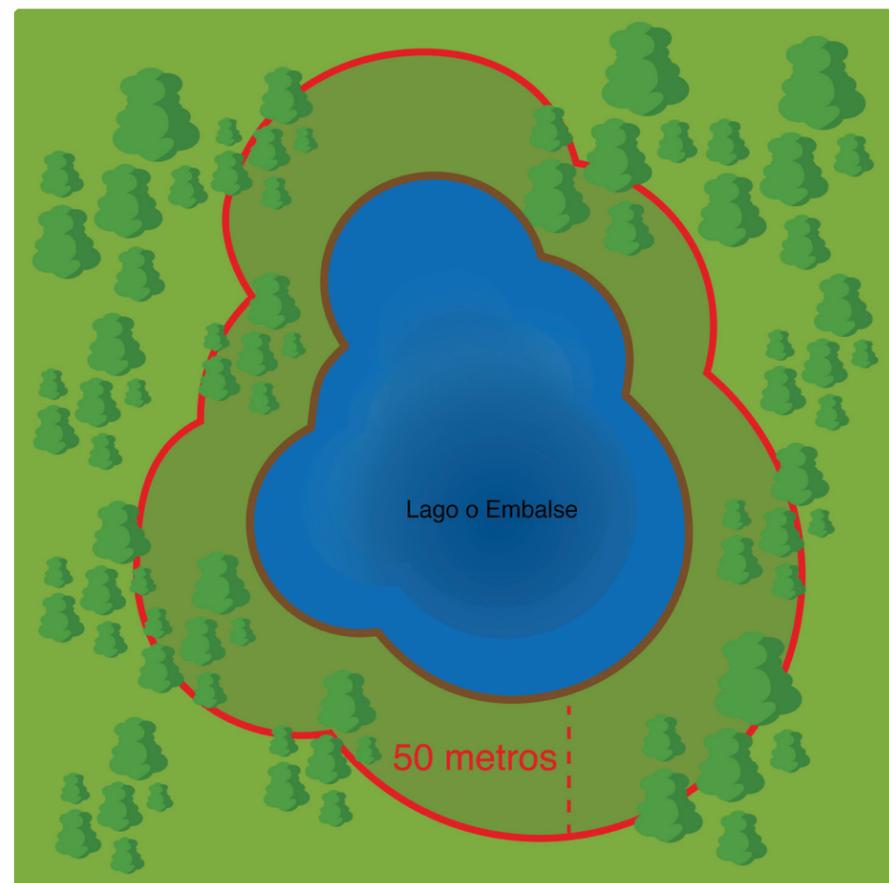


Escenario 3

Áreas de protección de lagos y embalses naturales o artificiales (construidos por el Estado) de dominio público

En la Ley N°7575 establece realizar y presentar a la AFE MINAE: "...Una zona de 50 m medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados..."

Figura 9: Áreas de Protección en lagos y embalses de dominio público.



Los lagos y embalses naturales o artificiales tienen una zona inalienable en donde se prohíbe el establecimiento de cualquier infraestructura que amenace la estabilidad ecológica del ambiente.

En este tipo de escenario también se puede aprovechar para escoger árboles raros, escasos o en riesgo de extinción, maderables, de grandes frutos para fauna, tales como: Espavel, Ojoche, Cedro maría, Caoba, Nazareno, Cedro dulce, Chancho, Yos, entre otros.

Escenario 4

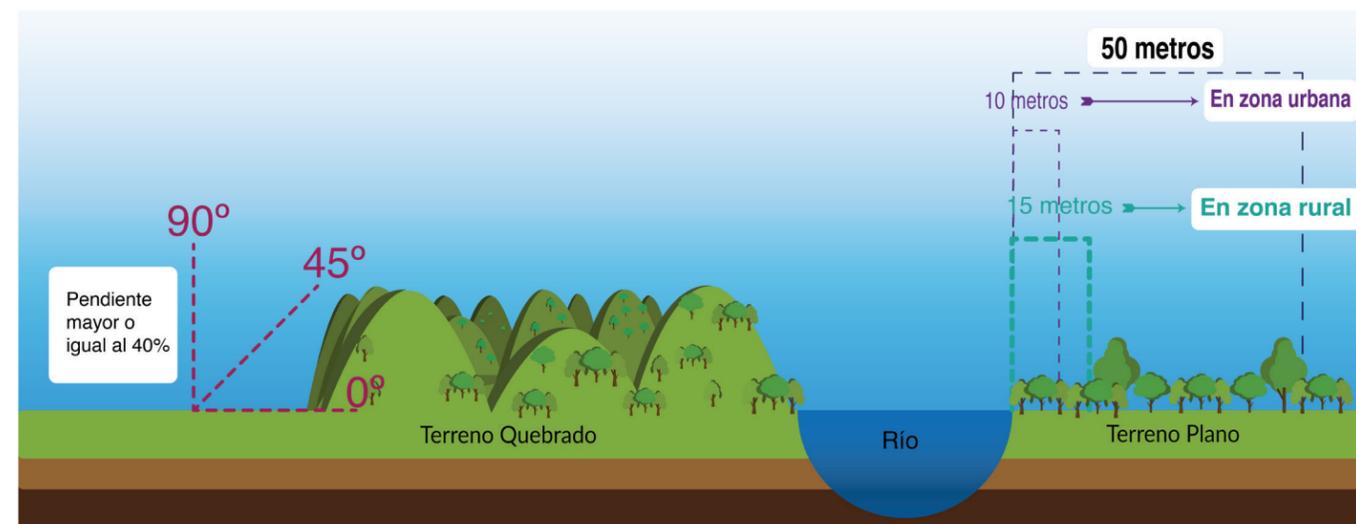
Áreas de protección de cuerpos de agua de dominio público en zona urbana con terreno quebrado (pendiente mayor o igual al 30% fuera del área de protección o al 40% para áreas de protección)

Extracto de la Ley N°7575: "...y una franja de 50 m horizontales, si el terreno es quebrado (con una pendiente mayor o igual al 40%)".

Ley de Planificación Urbana y el Reglamento del INVU para el Control Nacional para el Fraccionamiento, solicitan realizar y presentar a la AFE-MINAE un estudio de estabilidad del terreno y arborización cuando la pendiente es mayor o igual al 30% fuera del área de protección, y 40% para áreas de protección, este estudio no está en áreas de protección por lo que no tiene las limitaciones inherentes. Con el fin de abarcar ambas legislaciones se toman como terrenos quebrados aquellos a partir de 30%, con el propósito de que se les apliquen las mismas prácticas de reforestación, rehabilitación y mantenimiento, así como los estudios de estabilidad de terrenos. La zona de retiro en este escenario es de 50 m.

Algunas especies que se pueden seleccionar para este escenario, por su capacidad para amarrar terrenos son: Itabo, Carboncillo, Aromo, indio desnudo, Madero negro, Mango, Guarumo, Guavas, Copey, Guácimo, entre otros.

Figura 10: Áreas de Protección en cuerpos de agua de dominio público.



Escenario 5

Áreas de protección de zonas de recarga de los acuíferos

Extracto de la Ley N°7575: "...Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley..."

De manera más específica la Ley de Aguas N°276 en su artículo 31, establece, en relación al área de protección que debe respetarse como dominio a favor de la nación:

Artículo 31. Se declaran como reserva de dominio a favor de la Nación:

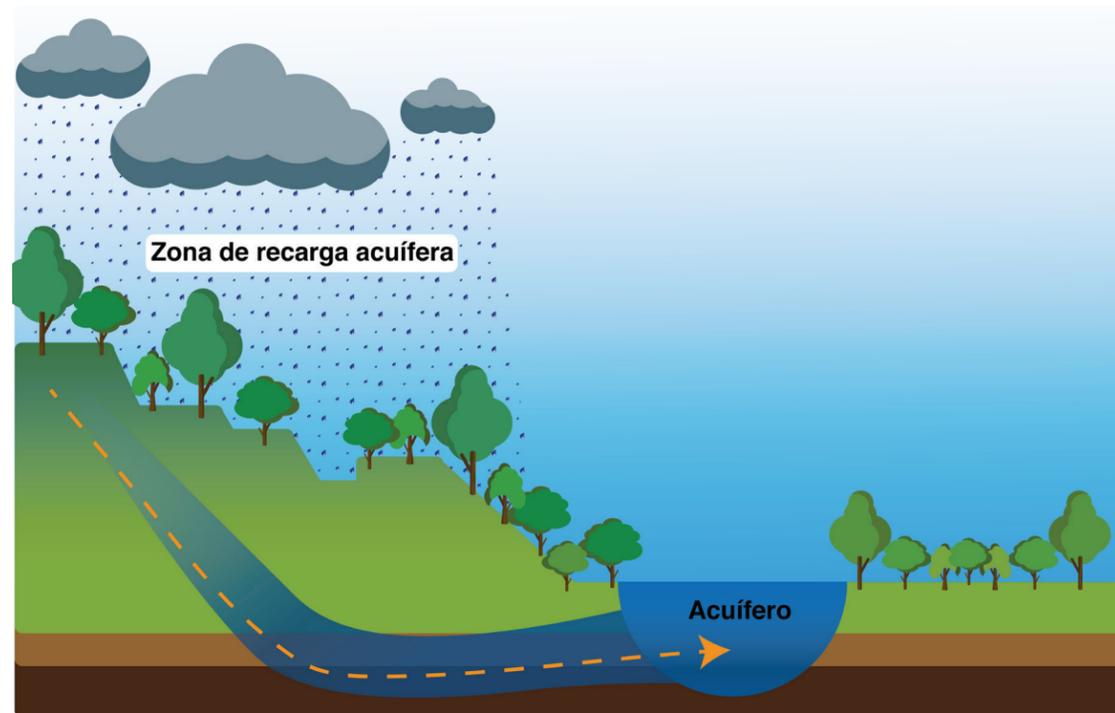
- Las tierras que circunden los sitios de captación o tomas surtidoras de agua potable, en un perímetro no menor de 200 m de radio;
- La zona forestal que protege o debe proteger el conjunto de terrenos en que se produce la infiltración de aguas potables.

En este sentido, el área de protección para las zonas de recarga de acuíferos corresponde a un perímetro de 200 m de radio.

Además, la Sala Constitucional en la Resolución N°2004-01923, en cuanto al AyA define las siguientes competencias:

En el caso de perímetros de protección de mantos acuíferos, en aras de conservar el recurso y su entorno, le reconoce autoridad al AyA y al MINAE, en sus declaraciones, las cuales deben de ser de acatamiento de los gobiernos locales (Municipalidades) y el INVU, de manera que dichas declaraciones sean incorporadas en los respectivos Planes Reguladores. Partiendo del artículo 31 y artículo 32 de la Ley de Aguas N°246, clarifica que el AyA tiene potestad, cuando exista peligro de contaminación en las aguas superficiales, en un área mayor de la protección perimetral de los pozos o áreas de captación de 200 m, de disponer de medidas que juzgue oportunas para evitar el peligro de contaminación.

Figura 11: Áreas de Protección en zonas de recarga de acuíferos o manantiales.



Las instituciones encargadas de delimitar las áreas de protección en zonas de recarga acuifera son el AyA y MINAE, razón por la cual, antes de cualquier intervención en zonas con estas características o en sus cercanías, se debe acudir a dichas instituciones. En estos casos se requiere:

- Delimitar el área de recarga del acuífero.
- Mapas de vulnerabilidad intrínseca.
- Mapas de fuentes de contaminación.
- Otra información que ayude a la toma de decisiones.

Algunas especies que se pueden seleccionar para este escenario son: Zapote, Surá Capulín, Aguacatillos, Caimito, Ojoche, Espavel, entre otros.

En la parte alta del área de recarga acuifera, si la pendiente es mayor o igual a 40%, se deberá dar prioridad a árboles de porte pequeño a mediano, en donde el peso de adulto no vaya a provocar caídas o inestabilidad del terreno, debido a la pendiente, como: Huesillo, Pacaya, Muñeco, Cocobolo, Jocote/Jobo, entre otros.

La selección de especies arbóreas para rehabilitar estas zonas degradadas o intervenidas debe responder a las condiciones del terreno que se quiere rehabilitar. Es decir, se deben plantar especies idóneas, con capacidad de sobrevivir y no representar un problema a futuro.

La elección de los árboles se realiza en función de: porte (altura de adulto), su tipo de copa, su resistencia a tipos de suelos, preferencias por condiciones lumínicas y como un valor agregado, deberá tomarse en cuenta el atractivo (los frutos, la floración, tipo de follaje, textura de la corteza, olor, color, etc.).

Uno de los principales objetivos de la rehabilitación de estas áreas es la atracción de fauna silvestre fugitiva o desplazada de la zona urbana. Consecuentemente, posibilitar la visitación y permanencia de fauna, depende de la diversidad de árboles y los beneficios que provean, como alimento, sitios de anidación y refugio.

Delitos ambientales más comunes que se dan en las áreas de protección:

Tala de los bosques ribereños: se refiere a la eliminación de la vegetación presente a orillas de los ríos y quebradas, ya de forma parcial o total para su cambio de uso.

Contaminación: depósito de desechos sólidos y líquidos que dañan el buen funcionamiento de los ecosistemas, por ejemplo, de los cuerpos de agua.

Extracción ilegal de flora y fauna: apropiación ilegal de las plantas y animales silvestres.

Anillamiento de árboles: consiste en cortar un círculo de corteza de 360° en el tronco del árbol. El corte de la corteza impide que el árbol reciba los nutrientes provenientes del suelo. Esta práctica es común para eliminar los árboles de forma silenciosa, que permite expandir la frontera agrícola.

Eliminación del sotobosque: refiere a la eliminación total de la regeneración natural del bosque, con la finalidad de hacer cambio de uso del suelo.

Invasión en zonas de protección: es cuando las personas utilizan las áreas de protección para desarrollar actividades humanas, como el establecimiento de estructuras para vivienda, depósitos de desechos, movimientos de tierra, rellenos, entre otras.

Ley Forestal N°7575, artículo 34.- Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el poder ejecutivo como de conveniencia nacional. Los alineamientos que deban tramitarse en relación con estas áreas, serán realizados por el INVU y el peritaje está a cargo del MINAE.

Ley Forestal N°7575, artículo 58.- Penas. Se impondrá prisión de tres meses a tres años a quien: a) Invada un área de conservación o protección, cualquiera que sea su categoría de manejo, u otras áreas de bosque..., b) Los autores o partícipes del acto no tendrán derecho a indemnización alguna por cualquier construcción u obra que se hayan realizado en los terrenos invadidos, c)...Se le concede acción de representación a la Procuraduría General de la República, para que establezca la acción civil resarcitoria sobre el daño ecológico ocasionado al patrimonio natural del Estado.

Ilustración 12: "Delito ambiental: eliminación de árboles de área de protección."



Capítulo 3

Consideraciones generales previo a los procesos de rehabilitación en cada escenario



Posibles condiciones del terreno en cada escenario:

Condición 1. Terreno aterrado suelto

Un terreno aterrado es aquel que se encuentra descubierto de vegetación, pero con presencia de residuos sólidos mal dispuestos en el sitio y suelo suelto de reciente depósito. Se da un arrojado de suelo o tierra proveniente de afuera o del nivelado de los terrenos para construcción y se arroja el sobrante hacia el cuerpo de agua, afectando su área de protección y el exceso sedimenta el cauce.

Figura 13: Áreas de Protección aterradas con residuos sólidos de todo tipo.



Condición 2. Terreno invadido por malezas de hojas angostas y gramíneas de crecimiento rápido

Se trata de terrenos con una presencia casi el 100% de Pasto Elefante y otras gramíneas invasoras, en este caso ya ocurrió la colonización de estas. Este es un tipo de pasto exótico (proveniente de África, pero ampliamente naturalizado en los trópicos del mundo), robusto e introducido como forrajero, que invade algunos tipos de vegetación natural.

Figura 14: Áreas de Protección invadidas por gramíneas invasoras.



Condición 3. Terreno con tacotal urbano

Se trata de un terreno con un matorral denso, que es un ecosistema con predominio de vegetación arbustiva con una pobre biodiversidad. Son terrenos que no han recibido ningún tipo de manejo en el tiempo, donde crecen plantas silvestres, predominan los arbustos y árboles, con alturas de hasta 5 m y con poca o casi nada de plantas espinosas; toda la vegetación ha nacido por regeneración natural y por dispersión exclusiva de la avifauna urbana (Dávila, 2005).

Figura 15: Áreas de Protección con tacotal urbano.



Zona de vida

Para la GAM se han identificado cuatro zonas de vida principales: Bosque húmedo Tropical (bh-T), Bosque húmedo Premontano (bh-P), Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P) y Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB).

Cuadro 2: Zona de vida.
PCHCB, 2013.

Piso Altitudinal	Zonas de vida	Rango altitudinal (msnm)	Límites de temperatura (°C)	Rango de precipitación anual (mm)	Especies (Géneros)
Basal	Bosque húmedo Tropical (bh-T)	0-700	≥24	2000-4000	<i>Cordia, Carapa, Terminalia, Virola, Brosimum, Calophyllum, Vochysia, Mura, Piper.</i>
Premontano	Bosque húmedo Premontano (bh-P)	700-1400	18-24	1100-2200	<i>Ardisia, Clarisia, Tapirira, Inga, Manilkara, Terminalia, Sapindus, Lapaensia, Cujoba, Calophyllum, Clusia, Capparis, Garcinia, Chamaedorea, Picramnia, Nectandra, Persea, Cinnamomum, Cupania, Eugenia, Cedrela, Albizia, Dendropanax</i>
	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P)	700-1400	18-24	2000-4000	<i>Schefflera, Vochysia, Ruopala, Cedrela, Turpinia, Ulmus, Juglans, Caryocar, Cordia, Guarea.</i>
Montano Bajo	Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB)	1400-2700	12-18	2000-4000	<i>Quercus, Alnus, Cornus, Magnolia, Borojoa, Cecropia, Cedrela, Clarisia, Croton, Ficus, Guarea, Hampea, Meliocalpus, Hernandia</i>

Al seleccionar las especies para la rehabilitación ecológica, se deberán tomar en cuenta estos factores y considerar que se pueden introducir algunas especies de bajura, que se adaptan bien hasta los 1500 msnm aproximadamente, pero especies de pisos superiores o zonas altas, no se deberían plantar en pisos altitudinales bajos, debido a que el cambio a temperaturas más altas y bajos niveles de humedad no les permite prosperar y se queman sus hojas.

En las condiciones más adversas de un sitio (suelos en pendiente y sueltos) se deberá establecer de manera artificial la sucesión de especies arbóreas, primero las pioneras (heliófilas) de amplia adaptación, rápido crecimiento, maderas suaves, ciclo de vida corto y luego, otras, de lento crecimiento, maderas duras y ciclo de vida largo (esciófilas).

Suelo

La calidad de los suelos está asociada con la pendiente. En sitios con alta pendiente como cerros, los suelos son rocosos y poco profundos, relativamente pobres en materia orgánica y seca, mientras que, en las partes bajas, son más profundos, con frecuencia ricos en materia orgánica y con mejor capacidad de retención de agua.

En casos donde el suelo es seco y pedregoso, además de hacer una sustitución de la calidad de terreno en el punto de plantación por una mezcla de tierra orgánica y abonada al momento de plantar cada individuo, deben seleccionarse especies principalmente heliófilas, que son aquellas especies adaptadas para vivir en ambientes de alta radiación solar, por lo general donde el suelo es seco, caliente y con poca disponibilidad de nutrientes, como: Guácimo los Robles de sabana, Cortez negro, Cortez amarillo, Vainillo, Poroporo, entre otros.

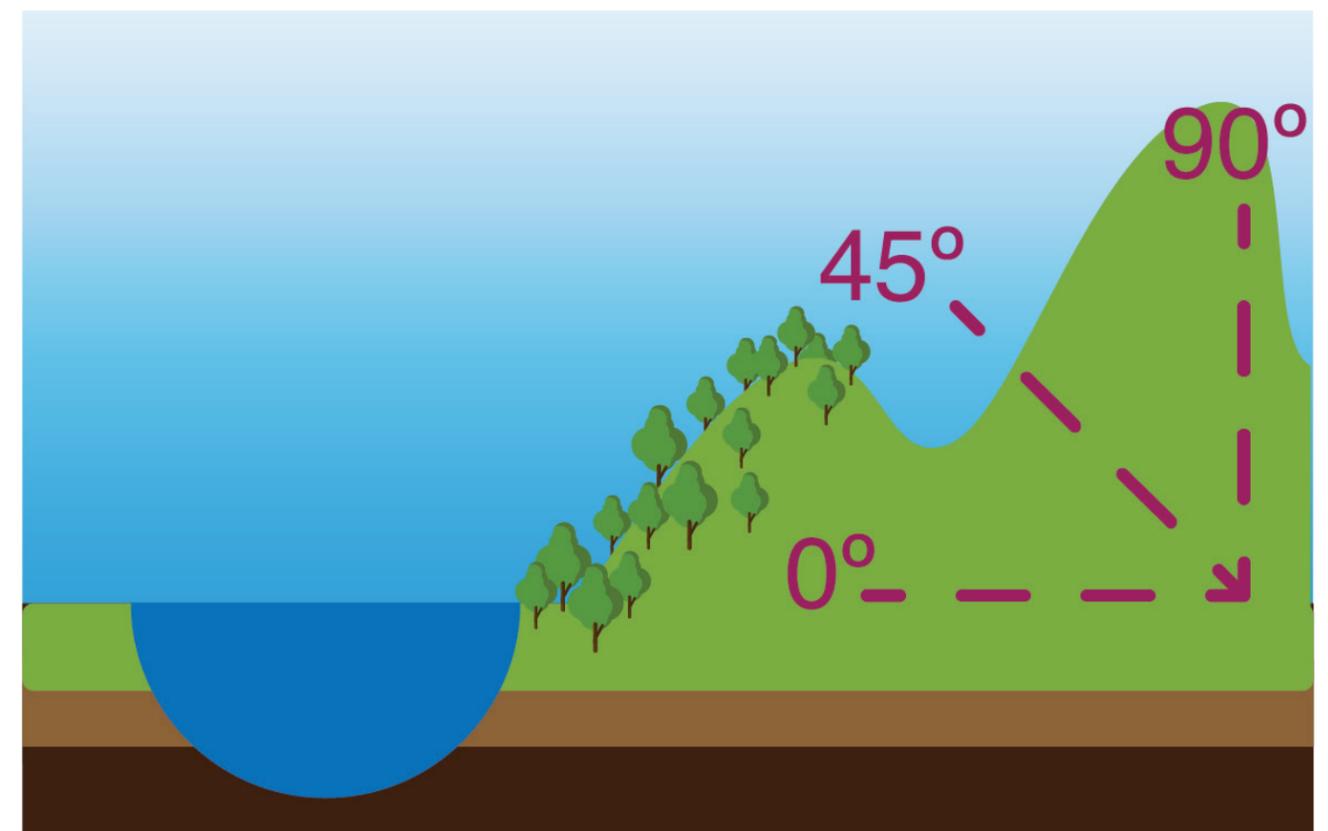
En suelos inundables de manera permanente o temporal deberán tomarse en cuenta especies resistentes a este tipo de ambientes, saturados y con poca oxigenación, como: Sotacaballo Papaturo, Poponjoche, el Ceibo barrigón, entre otras.

Pendiente

En zonas con pendiente superior a 30° no se deberán plantar árboles grandes, debido a que puede generar un problema para la estabilidad del terreno, provocando erosión, deslizamientos y situaciones de riesgo, tales como sedimentación y bloqueos de cauces o daños a la infraestructura (puentes, techos, entre otros) por la caída de los mismos.

En pendientes de este tipo deberán seleccionarse árboles de porte pequeño a mediano, por ejemplo: Indio desnudo, Nance, Carboncillos, Targuá, Guachipelín Guácimo, Cirrí colorado, Guayaba, Candelillo, entre otros.

Figura 16: Árboles de porte pequeño a mediano en zonas con pendientes superior a 30°.



Especificaciones técnicas para la selección de especies arbóreas

Altura recomendada para los árboles a plantar del tipo urbano

Los árboles a plantar, en zonas urbanas, deberán tener una altura superior a 1.5 m en adelante, medidos desde la base del fuste hasta el ápice de la copa. Como se mencionó, el porte (altura máxima de adulto) de los individuos no sobrepasará los metros de retiro del cauce por Ley en cada escenario. Por ejemplo, si un escenario presenta 10 m de zona de retiro, los árboles a seleccionar deberán ser con portes iguales o inferiores a los 10 m para evitar inconvenientes ante una posible caída.

En zonas con pendiente, se seleccionarán especies con porte de pequeño a mediano, ya que un árbol de porte grande constituirá mucho peso para este tipo de terreno, altamente vulnerable a la erosión y al deslizamiento. En los escenarios en donde haya terreno plano y con zonas de retiro superior a los 20 m se podrán seleccionar árboles de porte grande, con fustes gruesos y copas amplias o compactas.

El fuste o tronco de los árboles a plantar del tipo urbano

La salud del árbol tipo urbano se refleja en su fuste, formado en condiciones de vivero, este debe ser de un solo eje, recto y libre de ramas laterales hasta una altura mínima de 1.5 m, a partir de la base, y el diámetro en la base debe ser de al menos 5 cm como mínimo, esto disminuirá sustancialmente las labores de podas y manejo silvicultural del individuo.

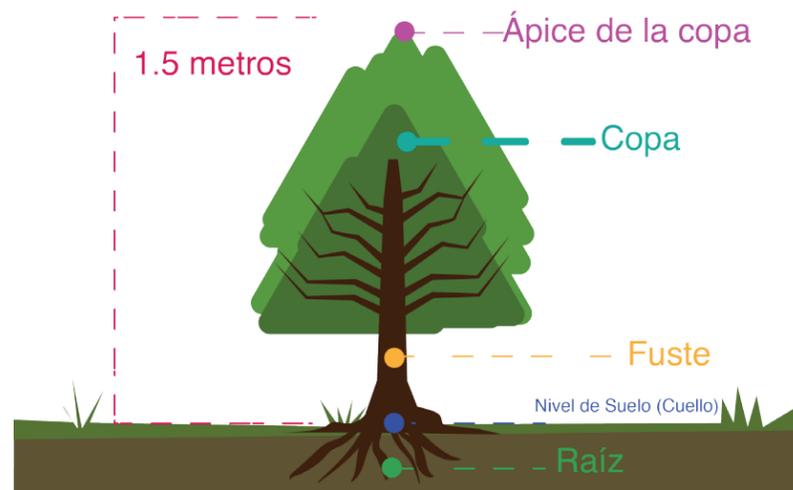
El adobe de los árboles a plantar del tipo urbano

Preferiblemente escoger aquellos individuos con un adobe consistente y proporcional al tamaño del “árbol tipo urbano”, envuelto en bolsa plástica u otro material resistente, sin roturas o daños, con tratamiento previo de poda de raíz totalmente recuperado y sin raíces expuestas.

La copa de los árboles a plantar del tipo urbano

La belleza y apariencia de la copa también es un reflejo de la salud de cada árbol, es mejor escoger en el vivero individuos con una copa definida, bien formada, frondosa, con relación a la cantidad de hojas y ramas, que aumenten la densidad del follaje, formando un diámetro mínimo de 75 cm.

Figura 17: Altura recomendada para los árboles a plantar del tipo urbano.



Capítulo 4 Protocolo a seguir para actividades de reforestación, rehabilitación y mantenimiento de áreas de protección degradadas



Protocolo para plantación

Es importante recalcar que en un área de protección debe existir una alta diversidad de especies vegetales, que promueva una mayor visitación y estancia de fauna silvestre (aves, mamíferos, insectos, reptiles, entre otros) y esto a su vez, facilita la propagación y dispersión de las semillas que se establecerán en otras áreas de protección y otros espacios verdes cercanos.

Elaboración de plano del área a intervenir

El plano debe contar con la siguiente información:

1. Nombre de la comunidad.
2. Linderos y límites (áreas colindantes)
3. Extensión del sitio
4. Ubicación del cuerpo de agua
5. Curvas de nivel
6. Alcantarillas o colectores
7. Torres de transmisión
8. Infraestructura urbana existente
9. Otros elementos del relieve o topografía que se consideren relevantes.

Este plano permitirá visualizar una ordenación y sistematización de toda la información geográfica del área a rehabilitar y facilitará la ubicación espacial de los árboles por plantar y el sendero de mantenimiento.

Elaboración de senderos de mantenimiento y cortafuego

Sendero cortafuego: Es importante delimitar, cercar y proteger el área reforestada del fuego mediante las rondas limítrofes (en donde sólo se baja la vegetación, no se erradica). Este sendero debe tener un ancho mínimo de 2 m. Además de realizar este sendero, se debe demarcar los límites con cinta de seguridad.

Sendero de mantenimiento: Es necesario también, elaborar un sendero de mantenimiento con mínimo impacto, para el tránsito del personal en las labores silviculturales periódicas de las posturas. El ancho mínimo de este sendero es de 1,5 m, y debe construirse de manera que permita cubrir la mayor parte del terreno a rehabilitar, para poder realizar las actividades de mantenimiento con facilidad en todo el terreno y se debe realizar de manera que se adecúe a la pendiente del terreno. Además, se debe utilizar los materiales más naturales posible, de manera que el sendero cause el menor impacto negativo al ambiente, principalmente debe permitir la percolación del agua.

Preparación del terreno, previo a la plantación, según las condiciones de éste

Terreno aterrado suelto: Recolección de residuos sólidos ajenos en el sitio. Se debe recoger y retirar, en la medida de lo posible, todos los residuos sólidos ajenos que se encuentran en el sitio a plantar.

Debido a que este terreno posee residuos sólidos y tierra suelta ajenos al sitio, se recomienda, después de limpiar el exceso de residuos sólidos, aplicar alguna técnica de manejo y conservación de suelos que evite la erosión y sedimentación por la escorrentía y el viento que lleve material contaminante al cuerpo de agua superficial o subterráneo.

Técnicas de manejo y conservación del suelo

El tipo e intensidad de las técnicas a aplicar depende de que tan descubierto esté el suelo y la pendiente que presente. Los casos en los que se tienen que aplicar las técnicas de conservación de suelos con una mayor intensidad son:

- Terrenos planos con suelos aterrados sueltos.
- Terrenos con pendiente mayor al 30%, con cualquier condición del suelo.

Terreno con Tacotal Urbano: Se debe procurar la recuperación natural de la diversidad de especies y el enriquecimiento artificial del ecosistema (brindarle más diversidad y heterogeneidad) por plantación, por lo que es mejor dejar los árboles y arbustos presentes en el sitio de manera natural que tengan una altura superior a 1 m, demarcarlos y darles mantenimiento silvicultural (podas de mantenimiento o sanitarias) de ser necesario, además, plantar aleatoriamente su enriquecimiento en diversidad.

Terreno invadido por malezas de hoja angosta y gramíneas

de rápido crecimiento: Realizar una chapia localizada y aplicar herbicida (en cada punto a plantar) previo a la plantación, para disminuir las invasoras. La aplicación de combate químico (herbicida) por erradicación es una de las actividades más comunes, sin embargo, puede ser altamente contaminante.

Este debe aplicarse por contacto, aproximadamente de 15 a 22 días después de la chapia, en época lluviosa, para que los rebrotes tiernos de las hojas absorban bien la solución y se mueran. Es importante mencionar que el combate químico se realiza en el periodo de crecimiento activo del periodo lluvioso, no se aplica en el periodo seco.

Materiales y herramientas necesarios para la plantación

1-Abono:

Suple rápidamente al árbol de algunos nutrientes que tal vez son reducidos o no se encuentran fácilmente disponibles en el suelo (se encuentran fijados) y ayuda en su crecimiento y desarrollo adecuado a futuro.

Se recomiendan las fórmulas 10-30-10 o 12-24-12 (N-P-K), para esta primera abonada en el sitio de plantación, de segunda cifra alta, granulada, aplicado al fondo del suelo en el momento de la plantación, además de eso, los árboles deben traer al menos una dosis de este abono en su adobe.

La dosis de abono a aplicar es de 20 g para árboles de 1.5 m, y de 40 g para los de 2 m a 3 m. A la hora de plantar el abono se debe colocar en el fondo del hueco y cubrirse con una capa de tierra suelta de unos 2.5 cm, que lo aisle de las raíces del árbol, para evitar que estas se “quemen” por el contacto con los químicos.

Estos fertilizantes químicos fosfatados estimulan el rápido desarrollo radical, lo que mejora la adaptación y colonización inicial al sitio.

2-Polímero retenedor de agua:

El uso de este gel permite que los árboles tengan una provisión de agua durante la época seca para minimizar su mortalidad. Este polímero deberá colocarse sobre la capa de tierra que cubre el abono.

3-Mecate:

Se utiliza para amarrar los árboles a la guía con el fin de darles soporte y evitar que se inclinen y se mal formen por efecto del viento u otra circunstancia. El mecate recomendado es el “mecate bananero” o “mecate de nylon” porque es resistente. Basta con tiritas de mecate de unos 45 cm a 50 cm de largo.

4-Cinta de seguridad:

Se deben demarcar con cinta de seguridad todos los sitios peligrosos (huecos, deslizamientos, zanjas, alcantarillas, otros), principalmente para evitar accidentes, y se debe demarcar el área de plantación para proteger los árboles plantados.

5-Palines, palas, carretillos, bolsas para residuos:

Se debe utilizar palines para la plantación de los árboles, debido a que por su tamaño y forma son ideales para la realización de los huecos. Las palas, rastrillos se utilizan para la limpieza del sitio a plantar y los carretillos, para la recolección de materiales, traslado de árboles y de guías.

6-Elaboración y colocación de guías o tutores para la plantación:

Se recomienda una altura mínima de 1,20 m y un ancho mínimo de 5 cm para cada guía o tutor. Esta altura facilita la visibilidad en el sitio a plantar y el ancho permite que no se tuerzan o se quiebren fácilmente. Además, deben tener una punta en uno de sus extremos, para poder enterrarlas en el terreno con facilidad.

En el sitio de plantación, las guías se colocan para marcar los puntos en donde se va plantar cada árbol, para mejorar la visibilidad de los mismos y para procurar que el árbol no se incline (tutor), pues este debe quedar firme y recto, con la guía como soporte para su adecuado desarrollo. A cada guía o tutor debe colocársele una cinta topográfica de un color llamativo, o bien, pintura en spray fosforescente, para que sean aún más visibles en el campo y de fácil identificación en el lugar.

Traslado y colocación de árboles en el sitio de plantación

Se recomienda una densidad de plantación de 3 m como mínimo. Respetar esta distancia permite tener una alta densidad, que a mediano y largo plazo ayuda a disminuir la erosión eólica e hídrica, por la cobertura y traslape de copas.

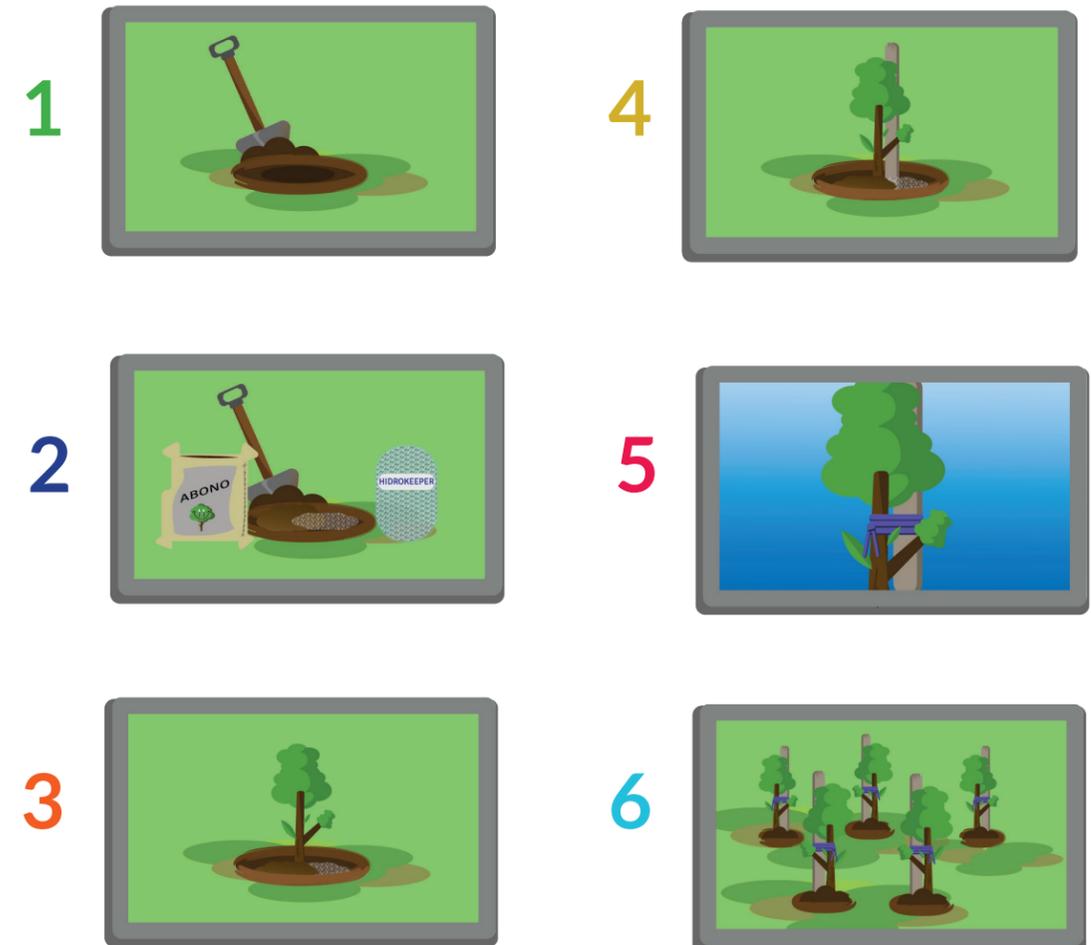
De igual manera para evitar el maltrato del árbol, se deben levantar por la base del adobe o de la bolsa, y nunca agarrándolo del tronco. Se recomienda que, para evitar la deshidratación del follaje en el transporte, se rocíe las hojas con una solución de azúcar para cerrar las estomas de las mismas.

Plantación de los árboles

Se recomienda una densidad de plantación de 3 m como mínimo y respetar estas distancias mínimas ya que lo que se busca con ellas es tener una alta densidad que a mediano y largo plazo ayude a disminuir la erosión eólica e hídrica por la cobertura y traslape de copas y como las especies tienen diferente velocidad de crecimiento se generan varios doseles.

Para cualquier tipo de escenario, una adecuada plantación debe llevar el siguiente orden:

Figura 18: Pasos a seguir para la plantación de un árbol tipo urbano.



Protocolo para el mantenimiento agrosilvicultural posterior a la plantación

Las actividades básicas del mantenimiento agrosilvicultural se deberán realizar al menos durante un período de 3 años ("Período crítico de establecimiento") posterior a la plantación.

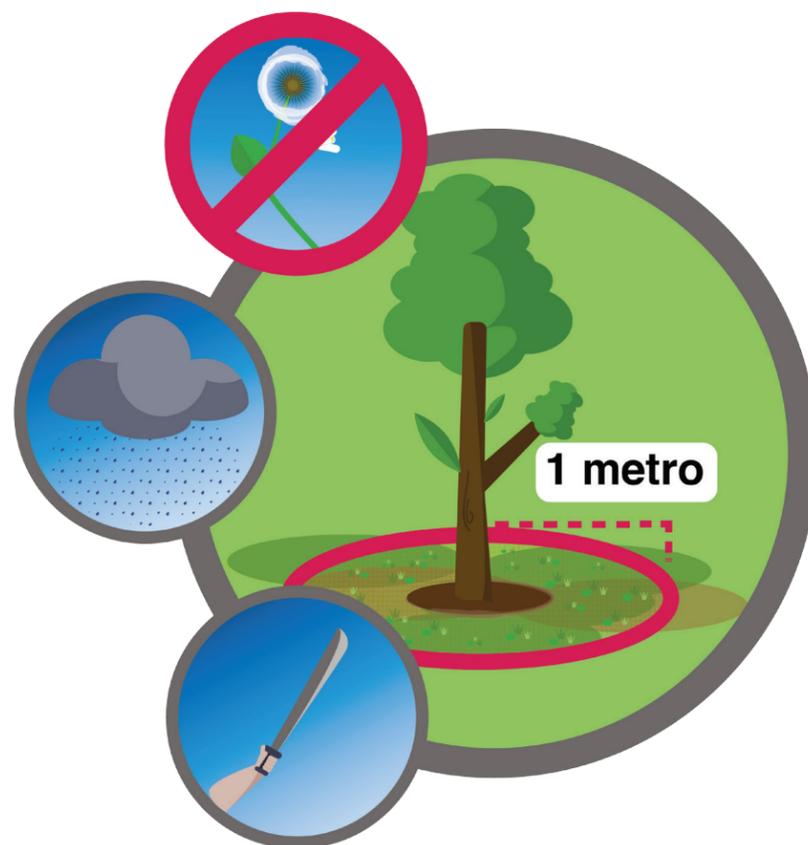
Rodajea de cada árbol

Garantiza que el árbol va a tener su espacio inmediato con la mínima competencia, libre de malezas, agentes que retardan su crecimiento o bejuco que lo estrangulen. La rodajea debe medir como mínimo un 1 m de radio, y se recomienda que esta se realice al menos de tres a cuatro veces por año (u otra intensidad dependiendo de la tasa de crecimiento), realizando la mayor cantidad en época lluviosa que es cuando se activa el crecimiento de las plantas.

Es preferible que se realice de manera manual, sea con machete, machete de suelo o pala, porque si se hace con motoguadaña se corre el riesgo de "anillar" (herir mecánicamente) el árbol. Además, es importante que cada vez que se realice, se procure dejar las cepas de zacate bien bajas, para retardar la tasa de crecimiento.

Una vez que los árboles están establecidos, se puede realizar la rodajea con el "deshierbador ecológico", lo cual facilitaría el trabajo, pues sólo se toca las gramíneas con el instrumento y mueren. El uso de herbicidas para controlar los zacates, será mediante el "deshierbador ecológico", aplicado por contacto o trapeo; no se atomiza o pulveriza la gota de la solución, por lo que no contamina.

Figura 19: Rodajea.

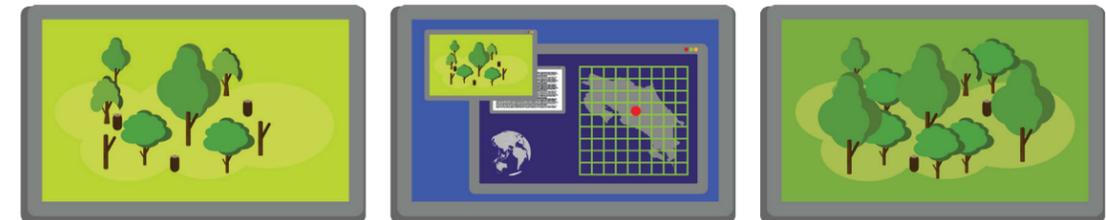


Levantamiento geográfico de la ubicación de cada árbol plantado

El levantamiento geográfico de los árboles y el sendero se puede realizar por medio de GPS o de manera manual, tomando como base el plano que se realizó previo a la plantación. Este levantamiento permite medir los porcentajes de sobrevivencia de los individuos.

Se debe realizar inmediatamente después de la plantación, y posteriormente, una vez cada año para actualización, por un periodo de 3 a 5 años. En el primer levantamiento se deben incluir todos los individuos, y en los posteriores, sólo los que están vivos.

Figura 20: Levantamiento geográfico.



Podas sanitarias y de mantenimiento

Las podas en las áreas de protección no son prohibidas, siempre y cuando las realice o supervise una persona profesional, por ejemplo, ingeniero (a) forestal, para garantizar que se esté realizando de la mejor manera y se garantice la sobrevivencia del árbol tras su intervención. Las podas son necesarias para mejorar la salud de los árboles, dirigir y mejorar su crecimiento.

Se recomienda realizar una poda al menos una vez al año, a todos aquellos árboles que requieran podas de mantenimiento o podas sanitarias. Además, las podas se deben planificar con base en las características de cada especie plantada y en relación al sitio.

Es necesario realizar la poda de una manera adecuada, con serruchos o podadoras de mano o extensibles (para los árboles más altos), para no desgarrar los tejidos de la corteza, y es imprescindible aplicar la pasta desinfectante selladora (para injertos) después de la poda para evitar que ingresen agentes patógenos, bióticos o abióticos, al individuo.

Figura 21: Podas Sanitarias.



Aplicación de combate químico (herbicida), por contacto, posterior a la plantación

La aplicación de herbicida sistémico se hará de acuerdo al crecimiento y desarrollo del zacate y demás plantas invasoras, en cuyo caso, se recomienda aplicarlo dos veces al año como mínimo y en época lluviosa, según las dosis y técnicas de aplicación mencionadas. Este se debe aplicar sólo a la rodajea de cada árbol, y se recomienda aplicarlo por contacto (con el mecanismo que se especifica en él).

En el caso de plantaciones realizadas en un terreno con tacotal urbano no se requiere la aplicación de herbicida químico de manera general, pues sólo se requiere de una chapia mecánica que logre disminuir el tamaño de la vegetación (plantas o hierbas) pero no eliminarla del todo.

Aplicación de abono o fertilización

La recomendación en cuanto a la aplicación de abono es realizarla al menos 2 o 3 veces al año. La primera abonada se debe realizar al momento de la plantación y la segunda abonada se deberá aplicar después de la plantación (3 o 4 meses después). En árboles con alturas superiores a los 4 m, no será necesario aplicar abono, debido a que éstos ya se han establecido.

En la primera abonada, en época lluviosa, se recomienda utilizar las fertilizaciones fosfóricas (10-30-10 o 12-24-12) ya que estimulan el crecimiento de la raíz. En terrenos con pendiente, para que la abonada (después de la plantación) sea más efectiva, se debe realizar de forma espequeada (hacer un hueco de unos 4-5 cm de ancho y 5-7 cm de profundidad, cerca de la base del árbol, colocar el abono y cubrirlo con tierra, para que no lo lave la lluvia).

El espeque se debe hacer en el lado superior al árbol con respecto a la pendiente, pues esto genera que con la lluvia el abono se escurra hacia la raíz del árbol y realizarlo en la línea de la gotera, donde el crecimiento radical es activo.

Figura 22. Ejemplo de la ubicación del espeque a la hora de fertilizar.



Las áreas de protección son catalogadas como Áreas Ambientales Frágiles según la SETENA, y que antes de realizar cualquier intervención en ellas, se solicita la presentación del Documento de Evaluación D1.

Ejemplo de cronograma anual de mantenimiento agrosilvicultural aplicable para cualquier escenario de las áreas de protección en rehabilitación ecológica

Cuadro 3. Cronograma anual de mantenimiento agrosilvicultural en áreas de protección reforestadas. PCHCB, 2013.

*Cada tres meses a individuo que están en vivero, y seis meses posterior a la plantación

Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Realización de mapa del área a intervenir	Color morado											
Levantamiento geográfico de cada árbol plantado				Color verde					Color naranja			
Rodajea previa a plantación de cada árbol												
Aplicación de herbicida por contacto					Color naranja							
Rodajea de mantenimiento de cada árbol				Color azul					Color azul			
Podas sanitarias y de mantenimiento					Color verde							
Aplicación de abono o fertilizante*						Color amarillo			Color amarillo			Color amarillo
Plantación de árboles						Color verde	Color verde					



Proyecto Conservando la Biodiversidad a través de la Gestión Sostenible en los Paisajes de Producción en Costa Rica

Período 2018-2023

Guía para la aplicación del:
Protocolo de reforestación para la rehabilitación y mantenimiento en las áreas de protección de la Gran Área Metropolitana, Costa Rica.

Autores del Protocolo de reforestación para la rehabilitación y mantenimiento en las áreas de protección de la GAM:

Danny Valle Hidalgo, Municipalidad de San José.
Félix Scorza Reggio, Área de Conservación Central, Sistema Nacional de Áreas de Conservación.
Gabriela Sánchez Sibaja, Municipalidad de San José.
Raquel Artavia Castro, Municipalidad de San José.
Sergio Feoli Boraschi, Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Revisión técnica: Aimaré Espinoza Ulate, Sistema Nacional de Áreas de Conservación.

Elaboración de la guía: Aurora Camacho Navarro, Unidad Técnica del Proyecto Paisajes Productivos del MINAE/GEF/PNUD

Diagramación e ilustración: Catalina Barrantes Granados y Luis Paulo Ocampo Bolaños.

San José, agosto 2019.

