



# PERIÓDICO OFICIAL

## DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

Fundado en 1867

Las leyes y demás disposiciones son de observancia obligatoria por el solo hecho de publicarse en este periódico. Registrado como artículo de 2a. clase el 28 de noviembre de 1921.

Director: Lic. José Juárez Valdovinos

Tabachín # 107, Col. Nva. Jacarandas, C.P. 58099

QUINTA SECCIÓN

Tels. y Fax: 3-12-32-28, 3-17-06-84

TOMO CLXV

Morelia, Mich., Viernes 16 de Septiembre de 2016

NUM. 57

Responsable de la Publicación  
Secretaría de Gobierno

### DIRECTORIO

Gobernador Constitucional del Estado  
de Michoacán de Ocampo  
Ing. Silvano Aureoles Conejo

Secretario de Gobierno  
Lic. Adrián López Solís

Director del Periódico Oficial  
Lic. José Juárez Valdovinos

Aparece ordinariamente de lunes a viernes.

Tiraje: 150 ejemplares

Esta sección consta de 18 páginas

Precio por ejemplar:

\$ 25.00 del día

\$ 33.00 atrasado

Para consulta en Internet:

[www.michoacan.gob.mx/noticias/p-oficial](http://www.michoacan.gob.mx/noticias/p-oficial)

[www.congresomich.gob.mx](http://www.congresomich.gob.mx)

Correo electrónico

[periodicooficial@michoacan.gob.mx](mailto:periodicooficial@michoacan.gob.mx)

## CONTENIDO

GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES  
Y CAMBIO CLIMÁTICO

RESUMEN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE  
RESTAURACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL "LOMA DE SANTA MARÍA Y  
DEPRESIONES ALEDAÑAS" MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN

**RICARDO LUNA GARCÍA**, Secretario de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático en el ejercicio de las facultades que me confieren los artículos 62 y 66 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Michoacán de Ocampo, artículos 9, 11, 12 fracción II, III y XII, 14, 17 fracción X, 27, fracciones I, II, IV, VIII, IX y XXXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Michoacán de Ocampo, 6º, fracción II, 8º, fracciones I, II, IV y XXXIV, 81 y 82 de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo; 6º fracción X, 11 fracción XIX, 139, 140 fracción III, 142 fracción I y VI del Reglamento Interior de la Administración Pública Centralizada del Estado de Michoacán, artículos 157 fracción II, 172, 173, 174, 175, 176, 177 y 178 del Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo (Reglamento de la Ley abrogada y de aplicación supletoria de acuerdo al artículo 4º Transitorio de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo); así como de los artículos 1, 2 fracción I, 5 fracción I, II, III, IV, V, VI, VII, 6 fracción II y III, 7, 8, 11, 12, 13, 15 del Decreto por el que se Declara como Zona de Restauración y Protección Ambiental "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", Municipio de Morelia, Michoacán; y,

### CONSIDERANDO

El Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2015-2021, tiene como uno de sus objetivos desarrollar acciones para "Garantizar la Sustentabilidad ambiental y el aprovechamiento ordenado de nuestros recursos naturales". En dicho documento se establecen Nueve Prioridades Transversales, siendo una de ellas la "Sustentabilidad Ambiental, resiliencia y prosperidad urbana", con lo que se pretende promover la conservación y uso sustentable del patrimonio natural de la Entidad, así como del Sistema Estatal de Áreas para la Conservación del Patrimonio Natural a través de la publicación de sus programas de manejo para el fortalecimiento de las áreas de protección y/o restauración. Que es de interés prioritario para la administración estatal, la conservación de las especies de plantas, animales, hongos y microorganismos amenazadas o en peligro de extinción, y se requiere la protección y conservación de su hábitat, conjuntamente con la defensa de la

integridad de los ecosistemas donde se refugian, mantienen y reproducen.

Que una de las atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático, es la de proponer la creación de Zonas de Restauración y Protección Ambiental, así como regularlas, vigilarlas y administrarlas, a fin de lograr la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales presentes en dichas áreas. Así mismo, tiene la facultad de establecer los lineamientos generales y coordinar las acciones en materia de protección, conservación y restauración de los recursos naturales, flora, fauna, agua, aire y suelo.

Que las Zonas de Restauración y Protección Ambiental decretadas deberán contar con un Plan de Restauración y/o Protección Ambiental que será evaluado y aprobado por la Secretaría, y que deberá sujetarse a las disposiciones contenidas en la declaratoria de la Zona de Restauración y Protección Ambiental de que se trate, teniendo por objeto la administración de la misma.

Que la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático es la responsable de formular y ejecutar en coordinación con las instancias competentes y los dueños y poseedores de los terrenos, los planes de restauración y/o protección procedentes para la recuperación del área, así como de vigilar el cumplimiento de los mismos y que comprenderá un periodo de trabajo de cinco a diez años, con el objeto de determinar su efectividad y proponer posibles modificaciones.

Que en el Plan de Restauración y/o Protección Ambiental se definirá entre otras cosas, dónde y cómo realizar las actividades en cada área, así como el cubrir un periodo de trabajo que puede ir de cinco a diez años y se insertarán en el marco de los ordenamientos jurídicos vigentes para el uso del suelo del territorio.

Que en la formulación del Plan de Restauración y/o Protección Ambiental se deberá promover la participación de los habitantes, propietarios o legítimos poseedores de los predios que conforman la Zona, las dependencias y entidades de la administración pública Estatal y Federal, que por su competencia puedan aportar elementos al Plan de Restauración y/o Protección Ambiental, los gobiernos municipales y las organizaciones sociales, públicas o privadas.

Que el 31 de diciembre del 2009, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, el Decreto por el que se declara como Zona de Restauración y Protección Ambiental, al sitio conocido como "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", del Municipio de Morelia, con una superficie de 170.5 hectáreas, con el objeto de conservar y proteger sus recursos naturales, a fin de lograr un aprovechamiento sustentable.

Que la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático, para dar cumplimiento a lo dispuesto por el Decreto mencionado con antelación, elaboró el Plan de Restauración Ambiental y Protección Ambiental de la Zona de Restauración y Protección Ambiental "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas"; por lo que es obligación hacer la publicación de su resumen en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del

Estado de Michoacán de Ocampo.

Que en virtud de lo anterior y con el objeto de dar cumplimiento al artículo 207 del Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo, he tenido a bien y en el ámbito de mis atribuciones emitir el siguiente:

## **RESUMEN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE RESTAURACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL "LOMA DE SANTA MARÍA Y DEPRESIONES ALEDAÑAS ", MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN**

### **Introducción**

La Zona de Restauración y Protección Ambiental "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas" (ZRPA LSM) fue declarada el 31 de diciembre de 2009 en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo (POGCEME). En la actualidad la zona cuenta con remanentes de diversos tipos de vegetación que han sufrido el impacto de las actividades humanas y del crecimiento de la zona urbana de la Ciudad de Morelia. Para preservar el valor ecológico, cultural y estético de la zona, se elaboró el presente Plan de Restauración y Protección Ambiental, de acuerdo a lo establecido en la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo.

El presente Plan fue elaborado con base a los lineamientos establecidos por la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004), que define a la restauración ecológica como "El proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido".

En la Loma de Santa María, aun se cuenta con ecosistemas en buen estado de conservación que representan los tipos principales de vegetación del sitio: bosque de encino, matorral subtropical y bosque de galería que en términos generales permiten contar con una referencia para la propuesta de restauración. Sin embargo, el hecho de que la Loma se encuentra prácticamente rodeada por la mancha urbana de la ciudad de Morelia, hace que sea susceptible a cambios en el ambiente abiótico que crean, con mayor o menor intensidad, condiciones atípicas para el establecimiento y desarrollo de la vegetación.

Un problema serio al que se enfrenta la restauración ecológica en zonas urbanas es la isla urbana de calor (Gómez et al. 1998, Jenerette et al. 2007), que se genera debido a las grandes extensiones de superficies oscuras que prevalecen en las ciudades (Zhao et al. 2006), que alteran los patrones de temperatura (Pigeonet al. 2007). Este efecto que fue propuesto originalmente por Manley (1958) y ha sido cuantificado en diversas ciudades (Oke 1973, Arnfield 2003, Stone 2007). A escala local la isla urbana de calor de la ciudad de Morelia ha creado desplazamientos en las condiciones climáticas para la vegetación en el ANP Cerro del Punhuato (Valle-Díaz et al. 2009), en donde una de las especies más características del matorral subtropical, el pochote (*Ceiba aesculifolia*) se puede establecer a través de reforestación a más de 150 metros por arriba del límite altitudinal de la especie. Cabe destacar que el Cerro del Punhuato es prácticamente adyacente al extremo este de la Loma de Santa María.

El hecho de que la Loma de Santa María este formada por una serie de remanentes de distintos tipos de vegetación dentro de una zona urbana, la hace susceptible a factores internos y externos que afectan adversamente a la vegetación y a la fauna silvestre, y que deben ser considerados para su manejo pero en particular para la restauración de las zonas dentro de la Loma que requieren de este tipo de intervención (Palmer et al. 1997).

La restauración ecológica en zonas urbanas se enfrenta a barreras y retos que no se encuentran en sitios en donde el paisaje se encuentra en mejor estado de conservación, hace 10 años Lindig-Cisneros y Zedler (2000) analizaron tres casos de restauración ecológica en zonas urbanas y detectaron varias limitantes para la restauración en este contexto. Por un lado las condiciones abióticas pueden estar severamente alteradas, incluyendo el clima, como ya mencionó, pero también las relacionadas con el suelo y el régimen hidrológico. Por otro lado, las condiciones bióticas, que pueden ser alteradas por el tamaño de las zonas naturales y por la presencia de especies exóticas e invasivas.

En el caso de la Loma de Santa María las condiciones a las que se enfrenta la vegetación remanente son estresantes principalmente debido a la vecindad con la ciudad de Morelia. La conectividad de la Loma es limitada (tanto entre remanentes dentro del área como con otras áreas cercanas aun dominadas por vegetación natural), por lo que muchas especies vegetales no puedan colonizar las zonas degradadas de manera natural porque sus diásporas (semillas u otras estructuras reproductivas) no pueden llegar. A esto se suma el hecho de la presencia de animales y plantas, exóticos o domésticos, que pueden evitar el establecimiento y permanencia de especies nativas.

En la mayoría de las zonas urbanas este problema se ve acentuado por la gran cantidad de especies exóticas que se plantan en los jardines y por la alta densidad de perros y gatos, en la Loma de Santa María se da el problema adicional de que persiste el sobre pastoreo principalmente por ganado vacuno.

Los retos de la conservación y restauración de ecosistemas en zonas urbanas son de tal magnitud que en septiembre del 2008, Ecological Restoration, la revista más antigua en la disciplina, dedicó una sección especial a la restauración ecológica urbana. En este número de Ecological Restoration se reconocen y enumeran en la introducción a la sección especial las siguientes limitaciones en zonas urbanas (Ingram 2008):

- a) Aislamiento de las zonas para restauración por la mancha urbana;
- b) El impacto negativo de la escorrentía acrecentada por una mayor superficie impermeable en las zonas urbanas y de las aguas contaminadas;
- c) Mayores concentraciones de nutrientes, metales pesados y otras sustancias químicas dañinas para las comunidades naturales;
- d) Alteraciones del suelo y sus procesos; y,
- e) Cambios en el clima, en particular aumentos en la temperatura.

En el caso de la Loma de Santa María un problema adicional es el tamaño y fragmentación de las comunidades naturales que se encuentran dentro del área. Se ha establecido que el efecto de la fragmentación es importante para la biodiversidad de los bosques y otros procesos ecológicos. A lo anterior hay que agregar el efecto de borde, que son los efectos negativos en el remanente debido a la discontinuidad que causan los tipos de vegetación adyacentes, en contextos rurales generalmente pastizales, u otros tipos de cobertura, como la mancha urbana. El efecto de borde se manifiesta de diversas maneras, desde cambios en el microclima cerca de la interfaz entre el remanente de bosque y los tipos de cobertura circundantes, hasta alteraciones en las interacciones bióticas como la herbivoría y la depredación. Aunque no ha sido cuantificado para la Loma de Santa María, es posible que los efectos de borde sean considerables y que para algunos de los manchones de vegetación mejor conservados el efecto los afecte en su totalidad debido a la forma elongada de la zona siguiendo la dirección general este-oeste y su poca anchura.

En consecuencia de lo anterior, el presente Plan de Restauración y Protección Ambiental propone, en términos generales, el manejo para la conservación a través de la restauración de los elementos característicos de los tipos de vegetación actualmente representados en la Loma de Santa María: bosque de encino, matorral subtropical y bosques de galería, para incrementar su cobertura en las áreas en donde por las condiciones actuales su establecimiento sea más probable, para reducir la presión sobre los manchones naturales remanentes e incrementar la conectividad de los elementos naturales de la vegetación dentro de la Loma y en la medida de lo posible con zonas dominadas por vegetación natural fuera de ésta.

## 1. Justificación y Propuesta Conceptual

- 1.1 Descripción del Área de Restauración y Protección Ambiental Loma de Santa María y Depresiones Aledañas.
  - 1.1.1 Antecedentes históricos.

### Historia de ocupación del territorio

La ocupación del territorio en el área data de tiempos prehispánicos. Distintos hallazgos arqueológicos muestran que en la región se asentaron los Matlatzincas, grupo étnico a quienes los purépechas les dieron este territorio como recompensa por haberlos ayudado a defender el señorío de Tzintzuntzan contra la agresión de los Tecos.

En el siglo VII de nuestra era, se desarrollaron asentamientos humanos en el valle de Guayangareo, vinculados con la cultura teotihuacana, esto se sabe debido a los vestigios que se han encontrado, entre los que destacan estructuras con presencia de talud y tablero, piedra tallada y figurillas de cerámica, la mayor parte encontrados en la Loma de Santa María y en las cercanías de la presa de Cointzio.

Durante 1977 y 1978 se llevaron a cabo exploraciones arqueológicas en las que se encontraron diversos monumentos, que sugieren que los primeros pobladores se asentaron desde hace 2000 años. En la parte baja de la Loma, se encontraron vestigios de asentamientos como una plaza, canales de riego, calzada empedrada, restos de escaleras, 43 enterramientos humanos acompañados de ofrendadas y perros, alfarería, trabajos en concha de mar y con piedras como

la turquesa, cerámicas de 1500 años de antigüedad únicas en la región de la cuenca de Cuitzeo, con elementos locales combinados con influencia de la región de Teotihuacán, con motivos zoomorfos. La expansión urbana en la parte alta de la Loma de Santa María empezó hace apenas 30 años en las inmediaciones de los antiguos asentamientos de Santa María de Guido y El Durazno, y más recientemente en los alrededores de Jesús del Monte, San José de Las Torres, y San Miguel del Monte. Lo anterior se relaciona directamente con el crecimiento de la ciudad de Morelia, misma que en años recientes ha alcanzado tasas elevadas.

### Historia de protección del área

Por su importancia ambiental e hidrológica, el área ha sido sujeta a distintos decretos para su protección por los tres niveles de gobierno: a nivel federal la primer declaratoria como Zona Protectora Forestal data de 1936, emitida por el General Lázaro Cárdenas del Río; a nivel estatal cuenta con una declaratoria como Zona de Preservación Ecológica emitida en 1984 por Cuauhtémoc Cárdenas Solórzano y otra declaratoria emitida en 1993 por Ausencio Chávez, ambos en su calidad de Gobernadores en turno. A nivel municipal, en los distintos programas de desarrollo urbano de la ciudad de Morelia desde 1984 la consideran como una Zona de Preservación y Reserva Ecológica urbana.

El decreto estatal de 1993 como Zona Sujeta a Preservación Ecológica (ZSPE), es un instrumento que reconoce la importancia ambiental, hidrológica y geológica de la Loma de Santa María y el área de los filtros viejos (depressiones aledañas). Además señala la necesidad de proteger los recursos naturales (agua-bosque-suelos), conservar la biodiversidad (especies endémicas, amenazadas o en extinción), preservar los monumentos históricos (vestigios del acueducto y obras hidráulicas), restaurar las áreas deterioradas ambientalmente y reducir los riesgos geológicos. Bajo esta categoría, para el área se elaboraron dos Programas de Manejo.

En el marco del Ordenamiento Ecológico Territorial Regional vigente de la cuenca del Lago de Cuitzeo, se establece que la zona es de uso forestal con política de conservación, mientras que el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia, vigente desde 2010, define esta parte como parque urbano y zona de preservación ecológica de la cuenca del río Chiquito.

El último decreto que define el área como Zona de Restauración y Protección Ambiental de la Loma de Santa María y Depressiones Aledañas, publicado el 31 de diciembre de 2009, en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional de Michoacán de Ocampo, se llevó a cabo debido a que el esquema de conservación planteado en 1993, fue rebasado por el acelerado crecimiento urbano a través de asentamientos irregulares y por el propio deterioro originado por diferentes factores de degradación de origen humano como incendios, plagas y sobre pastoreo.

### 1.1.2. Ubicación geográfica y linderos

#### Localización y extensión

La Zona de Restauración y Protección Ambiental "Loma de Santa María y Depressiones Aledañas" (ZRPA LSM) se ubica al sur de la Ciudad de Morelia entre las coordenadas 19°40'1.10" a

19°40'53.70" de latitud Norte y 101° 8'50.26" a 101°10'45.74" de longitud Oeste. La superficie total es de 165.8 ha.

Colinda al norte con el fraccionamiento "Club Campestre", al oeste y suroeste con el Ejido Santa María y la Universidad Vasco de Quiroga, al Sur y Sureste con propiedades privadas, al Oriente con el cerro de "La Coronilla Chica". El área forma parte importante de la micro cuenca del Río Chiquito de Morelia, correspondiente a la porción más accidentada y de menor altitud dentro de la misma.

### 1.1.3 Descripción de la Zona

#### Orografía

Por ser una zona derivada de procesos de origen volcánico, la topografía que se observa es muy accidentada, donde la porción sur pertenece a la ladera de los cerros "Pico Azul", "El Venado" y "La Máscara" con elevación aproximada de 2,500 msnm. Hacia el norte, la altitud disminuye hasta 1920 msnm en el fraccionamiento "El Campestre"; de esta manera, la pendiente que se presenta en general llega a 15%, pero en algunas partes, como en los escarpes generados por la falla de la Loma de Santa María, la pendiente llega hasta el 130%.

#### Geología

Esta área forma parte de la Provincia Fisiográfica denominada Cinturón Volcánico Mexicano. De acuerdo con Israde-Alcántara y Garduño-Monroy (2004), esta provincia geológica configura un cinturón donde se ha alojado el vulcanismo más reciente de México generado hace 12 millones de años por la subducción de la Placa de cocos.

Israde-Alcántara y Garduño-Monroy (2004), describen la litología de la Zona de la siguiente manera: un basamento de productos andesíticos, ignimbríticos y basálticos sucesivos que fueron emitidos entre 32 y 8 millones de años, conformando la denominada Sierra de Mil Cumbres, sobre los cuales descansa un paquete de andesitas y flujos piroclásticos de composición riolítica denominados "cantera de Morelia", y sobre estos los depósitos cuaternarios lacustres y fluvioacustres.

La secuencia de ignimbritas de la Piedra de Cantera de Morelia está caracterizada por una serie de depósitos piroclásticos más o menos soldados que se encuentran distribuidos en la porción septentrional de la Cuenca del Río Chiquito. En esta área se presentan con un espesor notable y se apoya directamente sobre la serie de andesitas de Mil Cumbres. En general su color y su resistencia son variables, en particular la que se encuentra en el área es más suave con una cierta porosidad y por lo tanto es un material fácilmente erosionable. La edad de las ignimbritas de Morelia es considerada alrededor de 14 millones de años (Mioceno superior; Pasquarè, et al 1991 en Maioli et al., 2004).

Conforme a la Carta Geológica Morelia E14A23, Escala 1:50,000 las unidades geológicas presentes en el polígono del área corresponden a toba riolítica (Tr), andesita - brecha volcánica andesítica (A-Bva) y materiales aluviales hacia la porción norte.

Sistema de Fallas y Fracturas de la Cuenca del Río Chiquito.

Una falla geológica es una línea de fractura a lo largo de la cual una sección de la corteza terrestre se ha desplazado con respecto a otra (Garduño Monroy y Arreygue, 1999). De acuerdo con su geometría y su génesis las fallas de la Ciudad de Morelia pueden ser agrupadas en dos: las fallas geológicas que se han reactivado por la actividad humana y las fallas que pueden ser clasificadas como sísmicamente activas, las cuales también podrían estar asociadas a hundimientos o bien por su morfología a inestabilidad de taludes (Garduño-Monroy y Arreygue, 1999). Entre las primeras se cuenta la falla de la Central Camionera, la de la colonia Chapultepec y la de Torremolinos; la segunda clase está representada por la falla de La Colina y la de La Paloma.

Dentro del sistema de fallas ubicadas en la ciudad de Morelia, la falla asociada a la Zona es la de La Paloma, misma que conforme lo señalan Garduño Monroy y Arreygue (1999), se localiza entre la Loma de Santa María y la depresión de Morelia, donde existe un desnivel de más de 100 m debido precisamente a la falla de dirección E-W, misma que forma parte del "Sistema activo de fallas Morelia-Acambay", responsable de varios sismos que han afectado principalmente los estados de México y Michoacán.

### Suelos

Conforme a la Carta Edafológica Morelia E14A23, escala 1:50,000 (INEGI, 1979), en el área de estudio se presentan los siguientes tipos de suelo: Luvisol crómico como primario y Cambisolístico como secundario con clase textural fina (Lc+Bd/3); Ranker como primario y Litosol como secundario con clase textural media (U+I/2) en la mayor parte del área; Feozemháplico como primario y Vertisolpélico como secundario con clase textural media (Hh+Vp/2) y Luvisol crómico como primario y Luvisolvertico como secundario con clase textural fina. Estas dos últimas unidades ocupan una superficie mínima en la porción norte del área, correspondiente también a la de menor altitud y pendiente.

### Hidrografía

La Loma de Santa María pertenece a la Región Hidrológica No. 12 Lerma-Chapala-Santiago y forma parte del escurrimiento que drena hacia la cuenca endorréica de Cuitzeo, a través del Río Chiquito, que en su porción distal noroeste se une al Río Grande de Morelia.

La hidrología de la "Loma de Santa María", está ligada en especial a la de la cuenca del Río Chiquito, por encontrarse en su parte más baja. El régimen hídrico de la cuenca es de primera importancia, por su trascendencia tanto en la alimentación de agua de uso doméstico de la ciudad de Morelia, como por la preservación de niveles freáticos en un subsuelo de arcilla. La curva masa de aportaciones hídricas, obtenida con base en la precipitación y evapotranspiración, asciende a un promedio de 2,309, 320.00 m<sup>3</sup> anuales.

Esta zona se encuentra cubierta por una capa vegetal que sugiere gran importancia hidrológica, ya que su cobertura permite un escurrimiento lento del agua de lluvia y genera una infiltración que contribuye a la recarga de acuíferos. Sin embargo, en ciertas

áreas se observa durante la época de lluvias, escurrimiento subsuperficial que aflora en la zona de contacto lítico-edáfico y ocurre generalmente en aquellos sitios donde el suelo es de espesor reducido o incluso ausente, como consecuencia de la pérdida de capas superiores por erosión, con una cubierta vegetal frecuentemente dominada por especies exóticas (eucaliptos).

### Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (Carta Estatal de Climas, INEGI, 1985) el área presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual varía de unos 750 a unos 1,100 mm, se presenta una época seca de noviembre a abril y la de mayor precipitación de mayo a octubre. La precipitación invernal es menor del 5 %, intermedio en cuanto a humedad.

### Vegetación

La vegetación de la ZRPA LSM muestra una alta complejidad; por un lado es común observar mezclas de especies nativas e introducidas en prácticamente todo el polígono, también existen zonas con una elevada presencia y dominancia de especies arbóreas introducidas mediante reforestaciones en décadas pasadas (eucaliptos, cedro blanco y algunas casuarinas), sin embargo también se conservan fragmentos con especies nativas relevantes por presentar distribución geográfica restringida como el otate (*Otatea acuminata*) o inclusive porque algunas están bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el sirimo, el nogalillo y el colorín (*Tilia mexicana*, *Cedrela dugesii* y *Erythrina corralloides* respectivamente).

De acuerdo a la información recabada durante los recorridos de campo en la ZRPA LSM se registraron los siguientes tipos de vegetación o unidades ambientales;

- VEGETACIÓN EXÓTICA; es representada por plantaciones de especies arbóreas como eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*, *E. globulus*), pino (*Pinus greggii*) casuarina (*Casuarina equisetifolia*) álamo (*Populsture muloides*), pirul (*Schinus molle*) y cedro blanco (*Cupressus lindleyi*). Las casuarinas y los álamos están restringidos a las inmediaciones del Bosque Lázaro Cárdenas, mientras que el resto de las especies pueden ser observadas en varias zonas de la ZRPA LSM (especialmente eucaliptos y cedro blanco). Varias especies de compuestas y leguminosas son comunes en los estratos inferiores (*Verbesina* sp., *Stevia* sp., *Acacia* sp., *Eysenhardtia* sp.) y la regeneración natural de especies arbóreas nativas es casi nula.

De los resultados del muestreo de dicha comunidad se desprende que *E. camaldulensis* es la especie más dominante e importante pero dichas plantaciones presentan bajas densidades, que el estrato inferior está dominado por arbustos de leguminosas y que se registraron leves indicios de regeneración del encinar en el estrato inferior.

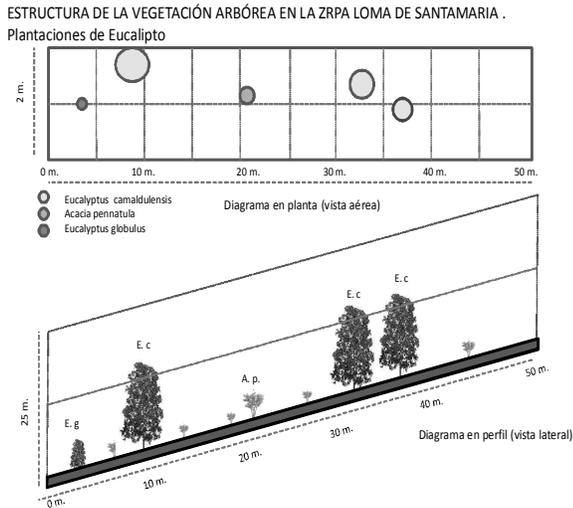


Fig.1. Estructura de la vegetación arbórea en la ZRPA Loma de Santa María. Plantación de Eucalipto.

- MATORRAL SUBTROPICAL;** De acuerdo a Rzedowski (1987) es una comunidad vegetal de amplia distribución en el Bajío mexicano y según dicho autor se establece como una comunidad sucesional posterior a la destrucción del bosque tropical caducifolio que existía en dicha región y que para 1987 estaba reducido a menos del 1% de su extensión original. En la ZRPA LSM aparece desde las partes más bajas del polígono en el acceso a la "cañada de los filtros viejos" (1940 msnm aproximadamente) y se muestra como la comunidad vegetal dominante en amplias superficies del polígono, sobre todo en laderas con exposición sur o en casi cualquier zona notoriamente degradada y con altitudes menores a los 2100 msnm. Las especies más comunes se presentan como árboles de tamaño reducido (2-5 metros) y corresponden a *Eysenhardtia polystachya*, *Acacia pennatula*, *Opuntia* sp., y son abundantes especies de gramíneas y compuestas en los estratos inferiores. También se pueden observar algunos individuos arbóreos menos relacionados con la perturbación como *Bursera cuneata* (copal), *Bursera fagaroides* (papelillo), *Condalia velutina* (granjeno), *Ehretia latifolia* (capulín blanco), *Casimiro aedulis* (zapote blanco), *Erythrina corraloides* (colorín) y *Cedrela dugesii* (nogalillo), estas dos últimas registradas en la NOM 059-SEMARNAT-2010 en las categorías amenazada y sujeta a protección especial, respectivamente.

Esta comunidad vegetal se caracterizó por la importancia del palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) ya que es la especie más abundante en el arbolado adulto y también en la regeneración del sotobosque lo que evidencia el alto nivel de perturbación que presenta esta comunidad, ya que *E. polystachya* es una especie característica de sitios abiertos en bosques transicionales y puede ser útil como nodriza para incrementar el establecimiento natural o inducido de algunas especies nativas (Vazquez-Yanes et al. 1999; Encino Ruiz 2010).

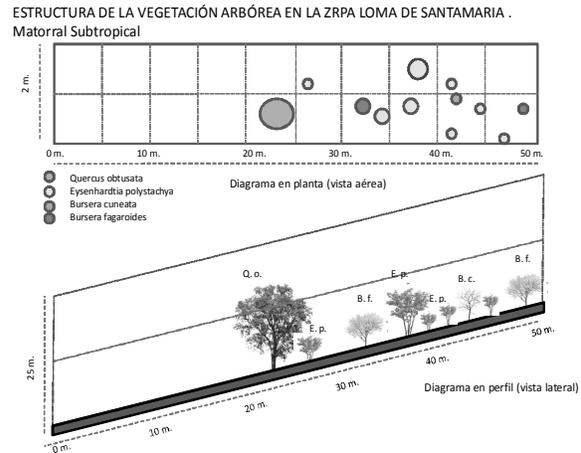


Fig. 2 Estructura de la vegetación arbórea en la ZRPA Loma de Santa María. Matorral Subtropical.

- BOSQUE DE ENCINO;** es un género muy común y abundante en la ZRPA LSM y en muchos de estos sitios tendría que ser la vegetación original junto con algunos pinos (especialmente *P. lawsonii*). Dentro de la ZRPA LSM se ubica en toda la ladera con exposición norte que se puede observar desde la avenida Camelinas aunque se encuentra mezclado con eucaliptos y una cantidad considerable de individuos de cedro blanco en diferentes proporciones, siendo en algunos fragmentos más dominante el encino y en otros las especies exóticas. Solo en la parte sur del polígono se observaron algunos fragmentos de encinar sin especies exóticas intercaladas. Las especies de encino más comunes y dominantes son *Quercus castanea* y *Quercus obtusata*, aunque también se registró durante los recorridos a *Q. crassifolia*, *Q. glaucoides*, *Q. deserticola*, *Q. magnoliifolia*, *Q. crassipes* y *Q. scitophylla*.

Del muestreo en dicha comunidad vegetal se desprende que las especies exóticas establecidas mediante reforestaciones casi siempre representan del 20 al 50% de la densidad total de árboles en encinares y en solo un transecto de Gentry (de un total de 11 transectos realizados en esta unidad ambiental) no se registró presencia de especies exóticas. La regeneración natural del bosque de encino aparenta realizarse sin mucha dificultad ya que los individuos juveniles del bosque de encino obtuvieron valores de entre 0 a 60%, siendo debajo de los fragmentos más densos de cedro blanco donde menos regeneración de encino se registró. Aparentemente el reclutamiento de dichos juveniles a arbolado adulto es el que se ve fuertemente afectado probablemente por incendios y el pastoreo.

En los fragmentos de encino sin especies exóticas fue donde se registró mayor riqueza de especies arbóreas en los transectos, siendo parte importante de la comunidad especies como capulín y madroño (*Prunus serótina* y *Arbutus xalapensis*, respectivamente).

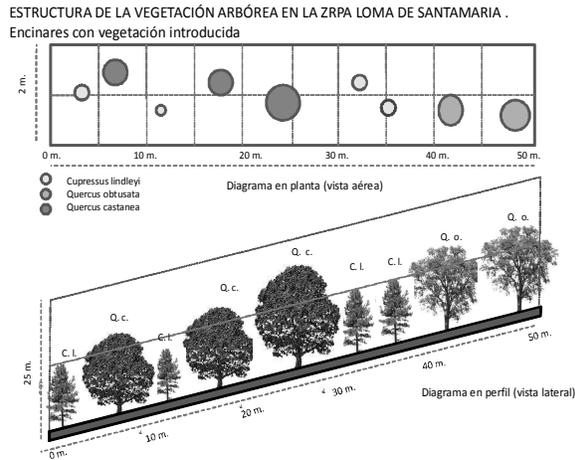


Fig. 3. Estructura de la vegetación arbórea en la ZRPA Loma de Santa María. Encinares con Vegetación secundaria.

- **VEGETACIÓN SECUNDARIA Y PASTIZAL INDUCIDO;** Se presenta en áreas abiertas con cobertura arbórea escasa o nula y en las cuales se pudieron observar problemas de erosión severos. Los arbustos de *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya*, varias especies de *Opuntia*, *Condalia velutina* y *Crotón adspersus* son la cobertura más común en sitios abiertos junto con los pastos anuales *Rhynchelytrum repens*, *Paspalum nutatum*, *Sporobolus indicus*, *Aristidas chideana*, *Axonopusarsenei*, *Bouteloua acutipendulay* *Eleusine multiflora*.
- **BOSQUE DE GALERÍA.** Con el nombre de "Bosque de galería" se conocen las agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes (Rzedowski 1978). Dichos bosques juegan un papel importante en el reciclaje de nutrientes ya que retienen parte del nitrógeno y fósforo transportados por la escorrentía desde las zonas de cultivo a los cuerpos de agua. Además la creación de corredores vegetales a lo largo de los ríos es uno de los medios que permiten restaurar la calidad de las aguas superficiales (Granados-Sánchez et al. 2006). Las zonas de vegetación de galería proveen un refugio decisivo para la mayoría de los mamíferos no voladores y también son áreas importantes como sitios de reposo para especies migratorias independientemente del tamaño y grado de aislamiento o conectividad en relación con otros fragmentos del bosque.

En la ZRPA LSM se encuentra presente a lo largo de la "Cañada de los filtros viejos" y se caracteriza por ser una comunidad vegetal distribuida en una angosta franja con árboles de hasta 12 metros de altura. Las especies arbóreas más comunes son *Salix bonplandiana* (sauce), *Salix aeruginosa* (sauce), *Alnus acuminata* (aile), *Fraxinus uhdei* (fresno). También es posible observar pero de manera aislada y poco frecuente a *Tilia mexicana* (sirimo), *Phoebe arsenei* (la primera enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de en peligro de extinción).

Durante el muestreo se registró a *Alnus acuminata* y *Salix bonplandiana* como las especies que dominan en proporciones similares de densidad y área basal la estructura arbórea del bosque de galería. Aparentemente *Alnus acuminata* presenta mayor regeneración que *Salix bonplandiana* y resultaría necesario determinar el significado de este cambio en la estructura de la comunidad pues podría indicar cambios en las variables fisicoquímicas del medio.

- OTATAL en las inmediaciones de la cañada de los filtros viejos, específicamente en los ecotonos de encinar con elementos de bosque tropical caducifolio se presenta una comunidad vegetal de baja altura (2 a 3 metros) donde la especie dominante es *Otatea acuminata* conocido localmente como bambú u otate.

**1.1.4 Factores de disturbio y amenazas a la integridad del ecosistema**

Una de las principales fuerzas que ayudan a la transformación de los ecosistemas terrestres es la conversión de la cobertura del terreno. La expansión de la ciudad de Morelia coincide con dos momentos de cambio; el cambio de un entorno de haciendas y ranchos por otro predominantemente ejidal (hecho que sucedió con el reparto agrario en la década de los 30's) y la urbanización de zonas ejidales registrada a partir de los 60's. La urbanización en tierra ejidal en la ciudad de Morelia se inicia en 1964 con la expropiación de ejidos en la parte sur de la ciudad; Jesús del Monte, Santa María de Guido y San José del Cerrito

Por lo anterior, la Loma de Santa María ha sido una zona que a pesar de la vulnerabilidad que presenta por la presencia de fallas geológicas ha sufrido paulatinamente el embate de la urbanización progresiva, siendo este uno de los riesgos más importantes a controlar para preservar la integridad de la zona. Sin embargo la expedición de decretos como área natural protegida en 1993 y posteriormente como zona de restauración y protección ambiental (2009) debería controlar las amenazas a la integridad del área provenientes del crecimiento urbano.

Además del crecimiento urbano, se pueden enlistar otras amenazas a la integridad de la ZRPA LSM; uno de dichos factores es la prevalencia del pastoreo pues dentro de la ZRPA LSM, sobre la cañada de los filtros viejos, existe un hato de aproximadamente 35 vacas y becerros los cuales pastan libremente con el consecuente efecto negativo en la compactación del suelo, incremento en la erosión por la existencia de múltiples pasos y veredas que el ganado usa y continúa degradando, daños en la regeneración del bosque por el pisoteo y ramoneo de plántulas, juveniles y adultos (Steinfeld et al. 2009).

Otro factor de disturbio en el área es la ocurrencia de incendios forestales, los cuales afectan directamente la cobertura vegetal e impiden o disminuyen el proceso de regeneración de los bosques de la Loma de Santa María. Especialmente en la ZRPA LSM, ha sido frecuente la ocurrencia de incendios debido a la cada vez más prolongada y severa sequía que se presenta en gran parte de nuestro país con el consiguiente incremento en la disponibilidad de combustible para dichos incendios. Por lo tanto se hace

indispensable ejecutar en la ZRPA LSM acciones preventivas contra incendios (creación y mantenimiento de guardarrayas, inspección y vigilancia en la zona y extracción de arbolado muerto).

La introducción gradual de especies exóticas, entre las que destacan jacarandas y laurel de la india, que se ha ido realizando en la cañada de los filtros viejos es un factor que debe controlarse, ya que aunque dicha actividad ha sido llevada a cabo con la intención de mejorar la imagen del lugar, claramente contraviene las disposiciones acerca de la introducción de especies no nativas en Zonas del Sistema Estatal de Áreas para la Conservación del Patrimonio Natural.

Por otra parte, con el incremento de la urbanización en la parte alta de la Loma de Santa María y la existencia de campos de cultivo a lo largo de los arroyos tributarios, se puede provocar un deterioro en la calidad del agua que circula por el Río Chiquito. Los bosques de galería que se ubican sobre los arroyos de la cuenca alta del Río Chiquito juegan un papel importante en el reciclaje de nutrientes ya que retienen parte del nitrógeno y fósforo transportados por la escorrentía desde las zonas de cultivo a los cuerpos de agua. Se hace necesario por lo tanto evaluar a detalle la calidad del agua tanto en aspectos químicos, físicos y biológicos.

## 1.2 Necesidades de restauración la Zona de Restauración y Protección Ambiental Loma de Santa María

El trabajo de campo realizado para el plan de restauración y protección ambiental permite identificar las necesidades de restauración ecológica para la ZRPA LSM. Estas acciones deben permitir la persistencia de los elementos nativos de la flora, que son sustento para la fauna, a la vez que garanticen los procesos que permitan la adaptación de la misma a los cambios que se esperan como consecuencia del crecimiento de la mancha urbana y del cambio climático. Las necesidades se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a) Control de los factores de disturbio antrópico: incendios, pastoreo, y otras actividades recreativas e zonas sensibles;
- b) Control de la erosión y pérdida del suelo;
- c) Control y reemplazo gradual de las especies exóticas;
- d) Restablecimiento de una cobertura vegetal con especies nativas en las zonas dominadas por pastos;
- e) Enriquecimiento del dosel vegetal con especies nativas en donde la cobertura es baja y por lo tanto está en riesgo la integridad del suelo; y,
- f) Monitoreo de las poblaciones de especies enlistadas en la norma y, en su caso, enriquecimiento de las poblaciones para garantizar tamaños viables de población.

El control de los factores de disturbio es un paso indispensable para evitar un mayor deterioro del área y a la vez crear las condiciones para la implementación de las demás medidas. Este control, sumado a las medidas necesarias para reducir la erosión y la pérdida de suelo, establecen las condiciones para iniciar el

restablecimiento de la vegetación y las demás medidas tendientes a conservarla en donde se encuentra en buen estado. En diversas áreas de la ZRPA LSM, es necesaria la reintroducción activa de individuos de las diversas especies nativas que se encuentran en el área. En la medida de lo posible, los individuos que se introduzcan deben derivarse de semillas o partes (por ejemplo estacas) de individuos dentro de la zona. Las especies enlistadas en la norma requieren de monitoreo especial para su persistencia en la zona, es posible que algunas de estas especies se encuentren representadas por un número de individuos debajo del tamaño viable de población, en cuyo caso incrementar los tamaños poblacionales sería una medida urgente de restauración.

### 1.2.1 Justificación de la restauración ambiental

La ZRPA LSM representa un mosaico con manchones de vegetación en diversos estados de conservación que van desde áreas bien conservadas, considerando el ambiente urbano en el que se encuentra inmersa la zona, hasta áreas que muestran niveles de deterioro considerable y que representan una amenaza potencial para las mejor conservadas. Desde el punto de vista eco sistémico, la Loma de Santa María representa una serie de remanentes de vegetación más o menos aislados por áreas dominadas por vegetación exótica. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo esfuerzos de restauración ecológica para garantizar la persistencia de la vegetación nativa a largo plazo, incrementar la conectividad de los remanentes de vegetación restaurando las áreas degradadas, eliminar los factores de disturbio que evitan regeneración natural de la vegetación nativa y crear las condiciones para evitar la pérdida de funciones eco sistémicas que la zona proporciona a la Ciudad de Morelia.

### 1.2.2 Funciones y atributos eco sistémicos que se pretenden recuperar o mejorar

#### La función hidrológica

Durante el ciclo hidrológico el agua de lluvia es interceptada por diferentes elementos en su paso hacia los acuíferos subterráneos o hacia los océanos. En cada uno de estos elementos el agua puede ser retenida a diferentes tiempos o desplazarse en el espacio, como en el curso de los ríos. En el bosque los árboles funcionan como un compartimento de agua, almacenándola temporalmente en la superficie de las hojas y dentro de la planta misma, en un proceso denominado interceptación, retornando a la atmósfera a través de la evapotranspiración (Ramos, 2003).

El paradigma hidrológico del bosque, establece que estos tienen la capacidad de reducir los picos de escurrimiento, sobre todo en regiones donde las pendientes son pronunciadas y regular el flujo de los arroyos y manantiales (Messerli et al., 2003). Sin embargo, distintos estudios han demostrado que la capacidad de interceptación de una cubierta vegetal, depende no sólo de factores intrínsecos (arquitectura, estructura, dimensiones etc.) sino de la condición de conservación.

Eddleman y Miller (1991), mencionan que la pérdida total o roza excesiva de la vegetación modifica el ciclo normal del agua, transitando de una condición de alta infiltración y recarga de acuíferos, a otra donde predominan los escurrimientos pluviales,

que llegan a los ríos y arroyos casi de inmediato, ocasionando problemas relacionados con las inundaciones.

Calder 1990, Hall et al. 1992, IH, 1998 en Ward y Robinson (2000), en un estudio sobre interceptación en diferentes tipos de vegetación, obtienen valores que van de 5 a 35 % y concluyen que de los tipos de cobertura evaluados, las coníferas son más efectivas que el resto, mientras que los eucaliptos presentan la menor eficiencia (Tabla No. 1).

**Tabla No. 1. Interceptación anual en diferentes tipos de vegetación forestal.**

TIPO DE VEGETACIÓN	INTERCEPTACIÓN ANUAL (%)
Coníferas	30 – 35
Árboles de hoja ancha	15 - 25
Bosque Tropical	10 – 15
Eucalyptus	may-15

La interceptación también varía internamente entre los componentes de una misma unidad de cobertura vegetal dependiendo de características intrínsecas, como la arquitectura de los componentes vegetales y factores extrínsecos como la época del año y la forma de precipitación.

Oyarzún y Huber (1999), estudiando el balance hídrico en plantaciones jóvenes de Eucalyptus globulus y Pinus radiata en el sur de Chile, concluyen que el aporte de agua por escurrimiento fustal fue mayor en Pinus radiata. En ambas plantaciones la evapotranspiración aumentó de un 30% a un 58%.

Brooks et al., (1991), mencionan que el mantillo de bosques de coníferas puede almacenar una cantidad de agua equivalente al doble de su peso, mientras que Díaz (2005), registro interceptación del 82% para este componente de bosques de coníferas en la cuenca de Cointzio, municipio de Morelia.

Zepeda (2008), en estudio sobre la erosión y cubierta vegetal en cárcavas de la cuenca de Cuitzeo, menciona que en comunidades de arbustos, bosque y reforestaciones de pino, no se registró escurrimiento superficial debido a la interceptación de la lluvia tanto en el estrato arbóreo como en el mantillo.

La interceptación afecta positivamente el suelo reduciendo el proceso de erosión, debido a que el agua en escurrimiento constituye el principal agente de desprendimiento y transporte del suelo en los ecosistemas. Distintas áreas de la Loma de Santa María presentan evidencias de escorrentía y erosión severa, sobre todo aquellas donde la vegetación presenta mayor degradación. Este proceso es particularmente intenso en superficies con reforestación de eucaliptos, así como en matorrales y encinares bajo pastoreo extensivo, donde los estratos inferiores de la vegetación están severamente afectados.

El escurrimiento hídrico y la erosión del suelo, así como la descarga de sus productos directamente a los cauces naturales se ve favorecido por la presencia de elementos lineales del paisaje y la conectividad entre ellos y las áreas de aportación (donde se genera

la escorrentía y/o erosión). Bajo circunstancias favorables (sustrato erodable), el flujo concentrado que ocurre en estos sitios puede desencadenar procesos de erosión acelerada, que en muchos casos resultan en la formación de cárcavas, aún bajo cobertura vegetal conservada.

En la ZRPA LSM, estos elementos lineales del paisaje los constituyen los caminos y veredas por donde transitan personas y ganado y su distribución no corresponde con el patrón de degradación de la misma, por lo que su presencia ocurre aún bajo el dosel de vegetación densa y "conservada".

Por lo anterior, uno de los atributos del ecosistema que requiere ser recuperado en algunas áreas es la cobertura de los distintos estratos de la vegetación, que permita a su vez recuperar la función hidrológica de los ecosistemas.

Así mismo con las acciones de restauración ecológica en la Loma de Santa María se pretende incrementar la cobertura forestal nativa en detrimento de las áreas degradadas por erosión y establecimiento de especies arbóreas exóticas. Específicamente se buscará la recuperación de la integridad del bosque de galería que se ubica a lo largo de la cañada de los filtros viejos ya que estos bosques juegan un papel importante en el reciclaje de nutrientes al retener parte del nitrógeno y fosforo transportados por la escorrentía desde las zonas de cultivo a los cuerpos de agua. Además la creación de corredores vegetales a lo largo de los ríos es uno de los medios que permiten restaurar la calidad de las aguas superficiales (Granados-Sánchez et al. 2006). Las zonas de vegetación de galería proveen un refugio decisivo para la mayoría de los mamíferos no voladores y también son áreas importantes como sitios de reposo para especies migratorias independientemente del tamaño y grado de aislamiento o conectividad en relación con otros fragmentos del bosque.

También se persigue recuperar poblaciones de especies vegetales raras o de distribución restringida tales como el otate (Otatea acuminata), por ser carismáticas o inclusive porque algunas están bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el sirimo, el nogalillo y el colorín (Tilia mexicana, Cedrela dugesii y Erythrina corralloides respectivamente). Se pretende también que a mediano y largo plazo se incremente la calidad de los beneficios estéticos y paisajísticos que proporciona la ZRPA LSM a sus visitantes (vista panorámica de la ciudad de Morelia, presencia de cuerpos de agua limpios, disminución en la cantidad de paisajes degradados, etc.).

### 1.2.3. Beneficios económicos

Los beneficios económicos son difíciles de cuantificar debido a las múltiples funciones del ZRPA LSM, entre las que destacan control de inundaciones, el efecto en el clima de una importante zona de la ciudad de Morelia, infiltración de agua, entre otros. Sin embargo, es de esperarse que estos beneficios se vuelvan más importantes dadas las consecuencias del cambio climático. Estudios detallados sobre los servicios ecosistémicos que proporciona la ZRPA Loma de Santa María son necesarios para contar con datos concretos sobre los beneficios económicos que proporciona.

### 1.2.4. Beneficios culturales

Los beneficios culturales que proporciona la ZRPA Loma de Santa María son múltiples, ya que representa uno de los espacios cubiertos por vegetación de la ciudad de Morelia. El área es utilizada por un número considerable de visitantes, particularmente los fines de semana, además de que es punto de reunión para estudiantes de diversos niveles en donde se llevan a cabo prácticas escolares. El potencial de la zona para llevar a cabo proyectos de investigación que aporten información valiosa para su manejo y el manejo de ecosistemas similares es muy alto.

### 1.3 Descripción de los tipos de ecosistemas o elementos de los mismos a restaurar en la Zona de Restauración y Protección Ambiental Loma de Santa María y Depresiones Aledañas.

- **Bosque de encino.** Será la comunidad vegetal a restaurar en las partes altas de la ZRPA (tanto zonas de encinar que se encuentran mezcladas en diferentes proporciones con especies exóticas, como zonas donde las especies exóticas forman la cobertura vegetal dominante. En todas estas zonas se intentará establecer las ocho especies de encinos registradas así como un grupo adicional de especies arbórea típicas de estos bosques y que fueron registradas en los fragmentos de encinares más conservados; *Prunus serótina* (capulín), *Crataegus mexicana* (tejocote), *Arbutus xalapensis* (madroño), *Condalia velutina* (granjeno), *Forestiera phillyreoides* (olivo u acibuche). También se intentará establecer en estos mismos sitios a la única especie de conífera registrada durante los recorridos (*Pinus lawsonii*) y que con certeza se puede afirmar que formaba parte de la comunidad original (Bosque de encino-pino), dicha especie será establecida en bajas proporciones.

De manera general, se intentará establecer una comunidad de 5 a 12 m de alto, la cual es típica de los encinares más bajos de la cuenca del Río Chiquito y donde las especies más abundantes serán *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*, además del resto de las especies de encinos registradas en los recorridos. Siguiendo los principios de la restauración adaptable (Zedler 2004), se utilizarán individuos de las especies de encino presentes en la zona que se sabe son más resistentes a las condiciones de sequía y altas temperaturas que se esperan como consecuencia del cambio climático, esto con la intención de lograr la persistencia de este tipo de vegetación al largo plazo aunque se pierdan las especies de afinidad más templada, debido a que en el futuro la Loma de Santa María quedará fuera del rango altitudinal en el que podrán sobrevivir y establecer poblaciones persistentes.

- **Bosque Tropical Caducifolio.** En la cañada del Río Chiquito, mejor conocido como zona de los filtros viejos, se realizarán acciones para restaurar un bosque tropical caducifolio sobre ambas laderas (toda la ladera con exposición oeste y sur-oeste, así como la parte baja de la ladera con exposición este y noreste),.

La comunidad vegetal que se restaurará incluirá algunas especies que ya existen en la zona; *Bursera cuneata*(copal),

*Bursera fagaroides*(papelillo), *Forestiera phillyreoides*(olivo u acibuche), *Condalia velutina*(granjeno), *Ehretia latifolia* (capulín blanco), *Casimiro aedulis* (zapote blanco), *Erythrina corraloides* (colorín) y *Cedrela dugesii*(nogalillo), estas dos últimas registradas en la NOM 059-SEMARNAT-2010 en las categorías amenazada y sujeta a protección especial, respectivamente.

Se intentará el establecimiento de otras especies que actualmente no se registran en la zona pero que son componentes originales del bosque tropical caducifolio del Bajío como *Albizia pluriyuga*(parotilla) que se está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada, *Ceiba aesculifolia* (pochote) y *Celtis caudata* (cuáquil), algunas de las cuales ya han sido introducidas con resultados alentadores en un proyecto de restauración ecológica en el Cerro Punhuato, a unos cuantos cientos de metros la ZRPA Loma de Santa María. (Valle-Díaz et al. 2009, Encino-Ruiz 2010).

- **Bosque de galería.** El bosque de galería de la ZRPA presenta un nivel menor de degradación en comparación con los encinares o el matorral subtropical, sin embargo en este documento se proponen algunas acciones para incrementar las poblaciones de especies arbóreas que en este momento son escasas en la zona, pero que se asume tuvieron mayor presencia en el pasado (*Tilia mexicana*, *Phoebeaensei*, *Ilexbrandeana*). También se realizarán acciones para incrementar la cobertura espacial de las especies más comunes en el bosque de galería (*Salix bonplandiana*, *Salix aeruginosa* y *Alnus acuminata*) a través de reforestaciones en sitios con condiciones adecuadas para albergar a este tipo de especies (suelos aluviales más o menos profundos, con alto contenido de materia orgánica y sujetos a regímenes de circulación permanente de agua).
- **Rehabilitación de zonas altamente degradadas.** Para algunas zonas que están desprovistas de vegetación arbórea y/o que sufren graves procesos de erosión se propone iniciar el establecimiento de especies arbustivas y herbáceas que formen una cobertura vegetal con rapidez, retengan el suelo y sirvan como micro sitios para el establecimiento posterior de especies arbóreas. Se intentará la hidrosiembra de especies de leguminosas y compuestas con acompañamiento de sustratos adecuados.

#### 1.3.1 Descripción general de los objetivos de la restauración ambiental dependiendo del tipo de ecosistema, descripción de sistemas de referencia.

Los objetivos dependen del tipo de vegetación a intervenir y dependen sobre todo del nivel de degradación que presentan los sitios en donde se encuentran. Se enlistan a continuación:

- **Bosque de encino.-** Restauración de la asociación vegetal con la finalidad de permitir la regeneración natural de las especies características. Reemplazo gradual de las especies exóticas por especies nativas con especial énfasis en aquellas que estén representadas por pocos individuos o

que tengan características que les permitan tolerar los efectos del cambio climático.

- Bosque tropical caducifolio. Restauración de la asociación vegetal a través del reemplazo gradual de los individuos de especies exóticas por especies nativas con énfasis en aquellas que se encuentren representadas por pocos individuos y a través de la introducción de especies características de este tipo de vegetación en la cuenca y que en la actualidad ya no se encuentran representadas en la ZRPA Loma de Santa María.
- Bosque de galería. Restauración de los elementos característicos de este tipo de vegetación para mejorar las condiciones del cauce a través de la remoción de nutrientes y la creación de un microclima adecuado para la vida acuática.
- Zonas degradadas. Rehabilitación del suelo a través de obras de control de la erosión y el posterior desarrollo de una de cobertura vegetal con especies nativas resistentes a las condiciones adversas que presentan estas áreas. Al mediano y largo plazo establecer elementos de los tipos de vegetación nativa que mejor se puedan establecer en estas áreas dependiendo de sus características físicas y el estado que se logre como resultado de la rehabilitación.

### 1.3.2 Elementos de la topografía que deben ser intervenidos

Los elementos topográficos que requieren intervención en el área son escasos. Incluyen los taludes y la base de los elementos lineales del paisaje formados por efecto de los siguientes factores:

1. El tránsito de personas sobre los caminos y veredas, ubicados principalmente en la cañada de los filtros viejos y zonas aledañas, así como en las inmediaciones del Bosque Lázaro Cárdenas.
2. La construcción de obras hidráulicas.

### 1.3.3 Factores de disturbio que deben de ser controlados y/o manejados

- Exclusión de ganado de libre pastoreo en la ZRPA LSM.
- Invasión del polígono de la ZRPA para uso habitacional o actividades productivas.
- Incidencia de incendios forestales (combate y actividades preventivas).
- Introducción de especies de ornato exóticas mediante reforestaciones.
- Compactación del suelo e incremento del riesgo de erosión por el acceso de visitantes a todas las áreas.

### 1.3.4 Elementos específicos de la vegetación que deben ser considerados.

Especies exóticas. Se debe poner especial énfasis a la extracción paulatina de especies exóticas (eucaliptos) para comenzar a establecer especies nativas, para reducir la inhibición por el efecto alelopático (Espinoza-García 1996). Debido a la alta densidad de eucaliptos en algunas zonas de la ZRPA LSM, se propone la extracción gradual ya que de otro modo podría provocarse una mayor erosión debido a la ausencia total de cobertura arbórea.

Especies prioritarias. Se colectarán y propagarán especies arbóreas *Cedreladugessii*, *Erythrina coralloides*, *Tilia mexicana* que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán establecidas en las áreas de bosque tropical caducifolio como vegetación potencial, mientras que *T. mexicana* será establecida en el bosque de galería.

Especies con potencial de atracción de fauna (interacciones bióticas) que contribuyan a la dispersión de semillas como es el caso de *Rhustrilobata*, *Ehretia latifolia*, *Condalia velutina* y *Monnina ciliolata* de mamíferos como *Crataegus pubescens*. En el caso de sitios más húmedos, podrían utilizarse algunas especies como *Cornus excelsa*, *Cedrela dugessii*, *Alnus acuminata*, *Fraxinus uhdei* y *Tilia mexicana*.

Es importante tomar en cuenta que las especies sean resistentes a las condiciones que actualmente prevalecen el sitio de estudio, además de prever los cambios que se presentarán ante el cambio climático global. Como objetivo general, se espera el enriquecimiento de las comunidades con la presencia de especies resistentes como *Cosmos bipinnatus* y *Tithonia tubiformis*.

Especies clave para catalizar la recuperación de zonas altamente degradadas que son consideradas también especies que mejoran las condiciones edáficas y microambientales para el establecimiento futuro de otras especies nativas, o mejor desempeño de las ya existentes, es decir, que tengan la capacidad de contribuir con la dinámica de ciclos biogeoquímicos como fijación de nitrógeno, como en el caso de las leguminosas tanto herbáceas, arbustivas o arbóreas como pueden ser: *Crotalaria pumila*, *Crotaria rotundifolia* y *Eysenhardtia polystachya*.

También puede considerarse la importancia para la conservación de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Albizia plurijuga* o *Cedrela dugesi* para contribuir con su recuperación.

Especies que presenten estructuras ramificadas para disminuir el impacto de las gotas de lluvia en el suelo y por lo tanto, evitar erosión como en el caso de especies de la familia *Asteraceae*, plantas arbustivas como *Montanoa tomentosa* y *Verbesinaoncophora*.

### 1.3.5 Restricciones del paisaje y propuestas de manejo relacionadas con las mismas.

Las principales restricciones a nivel del paisaje se relacionan con el carácter urbano que rodea a la ZRPA Loma de Santa María. Por un lado, la totalidad de la mancha urbana altera las condiciones del clima de la zona incluyendo la calidad del aire. Experiencias en otras áreas de restauración en zonas afectadas por el crecimiento de la mancha urbana (Zedler 2004), indican que la mejor opción es adaptar las metas de la restauración a las nuevas condiciones, en

particular si no se puede influir en el desarrollo de la zona urbana circundante. En el caso de la Loma de Santa María, debido a los tipos de vegetación que en ella se encuentran representados, es posible que el más vulnerable sea el bosque de galería. Lograr la conectividad con zonas bien conservadas en las partes más altas de la cuenca puede mitigar, al menos parcialmente, los efectos negativos del crecimiento urbano.

**1.3.6 Necesidades especiales de equipo, fuentes de germoplasma y permisos**

El permiso para la extracción de especies exóticas será gestionado ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por ser una zona forestal e implicar el derribo de más de 30 árboles (competencia municipal). Esta actividad requiere el uso del siguiente equipo de seguridad: casco sencillo, guantes y gafas para troceadores; vehículo, gasolina; equipo de comunicación, cuñas, limas, moto sierra y refacciones, aceite, grasa, lubricante, mezcla correcta de combustible; cuerdas y cables, ganchos y palancas, astilladora de ramas; cinta de seguridad, conos, señalización colorida, silbato, machetes, cinturón para protección de espalda baja (fajas), impermeables, chaleco reflejante.

Permisos de colecta. El germoplasma de la mayoría de las especies arbóreas que se producirán en vivero serán colectadas en la misma ZRPA LSM (tal es el caso de Quercus spp, Tilia mexicana, Alnus acuminata, Salix bomplandiana, Salix aeruginosa, Prunus serótina y Crataegus mexicana, ya que para todas ellas se han localizado poblaciones adultas con potencial de alta producción de semilla. Para esto se necesitará obtener el permiso correspondiente ante la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT.

**1.3.7 Cronograma general del proyecto**

Los plazos de ejecución de las acciones de restauración se presentan en el siguiente cuadro;

**Tabla 2. Calendario de ejecución de actividades**

ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN			OBSERVACIONES
	CORTO	MEDIANO	LARGO	
	PLAZO	PLAZO	PLAZO	
Elaboración del Reglamento de la ZRPA LSM	X			Se considera prioritario elaborar una lista de actividades permitidas y no permitidas en la ZRPA LSM, las cuales deben estar disponibles para los visitantes ya sea mediante señalización y/o folletos.
Eliminación de agentes de disturbio	X			Estas acciones deben ser prioritarias en la ZRPA LSM. Este apartado incluye desde el control del pastoreo (ya sea mediante estabulación en el sitio o su remoción del mismo), el control eficiente de incendios, hasta planear las rutas de tránsito de personas que recorren la zona a pie, a caballo, bicicleta y motocicleta.
Señalización	X			La difusión y señalización del proyecto será indispensable para que la sociedad civil conozca, apropie y vaya siendo partícipe de los objetivos de la ZRPA LSM

Sustitución de especies exóticas	X	X		La extracción de especies exóticas debe iniciarse a la brevedad pero será realizada de manera gradual para no dejar sin cobertura arbórea los fragmentos que contienen sólo eucaliptos u otra especie introducida.
Colecta de germoplasma	X	X		A corto plazo se realizará la colecta del germoplasma que debe ser producido en vivero para todas las zonas de la ZRPA LSM. A mediano plazo se dará más énfasis en la colecta y propagación de especies prioritarias, carismáticas o que estén bajo alguna categoría de riesgo.
Protección de sustrato	X	X		Es indispensable iniciar a la brevedad las obras de protección de suelos, sobre todo ante la proximidad de la estación lluviosa.
Actividades preventivas contra incendios	X	X	X	Se realizarán acciones permanentes para prevenir y combatir incendios. La presencia de personal de protección de suelos y extracción de especies exóticas permitirá realizar esta actividad de manera más eficiente. En la realización de brechas cortafuego se dará a prioridad a los fragmentos con vegetación nativa.
Reforestación	X	X	X	Se realizarán actividades permanentes de reforestación y diversificación de las comunidades vegetales. Estas acciones se realizarán al inicio de la época lluviosa.
Vigilancia	X	X	X	Será una actividad permanente para coadyuvar a la disminución de agentes de disturbio.
Monitoreo	X	X	X	Deberán establecerse protocolos de muestreo permanentes lo que permitirá evaluar la efectividad de las acciones realizadas.

**1.3.8 Manejo post-restauración y medidas de protección**

En las zonas intervenidas, será necesario establecer un programa de manejo que permita su conservación. En particular, es necesaria la implementación de un plan permanente de control de incendios que incluya el mantenimiento de la infraestructura necesaria. Además, es necesario establecer zonas de veda en las que se evite la circulación de personas, estas zonas se deben definir en función de las características topográficas y de la vegetación. Su establecimiento permitirá conservar las áreas más sensibles a la erosión y que, principalmente por presentar pendientes pronunciadas, pueden representar un riesgo para los visitantes.

La vigilancia de la zona es necesaria para evitar el daño causado por la reintroducción de ganado que podría darse una vez concluida la intervención de restauración. Además, es necesario establecer veredas bien delimitadas que permitan la circulación de los visitantes

evitando las áreas más sensibles. El monitoreo de las poblaciones de las especies enlistadas en la norma debe implementarse no sólo durante la restauración sino como una estrategia de largo plazo de conservación.

## 2. Actividades previas a la implementación del Plan de Restauración

### 2.1. Del o los responsables de la implementación

Para que el Plan de Restauración y Protección Ambiental logre cumplir con las metas en establecidas es necesario que la autoridad correspondiente asigne las tareas a personas físicas o morales, u otros tipos de organizaciones, con probada experiencia en las actividades que realizarán. En el caso de quienes se encarguen de los aspectos directamente relacionados con la manipulación de la biota deben de contar con experiencia en proyectos de restauración.

Para esto, la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente deberá conformar un equipo de trabajo que ejecute las acciones programadas. Este equipo estará integrado por: un coordinador y distintas brigadas de técnicos de campo.

### 2.2. Obligatoriedad de debida documentación

Quien implemente medidas de restauración se obliga a documentar, con el auxilio del presente Plan, las condiciones iniciales de los sitios en los que intervenga así como de las condiciones una vez terminada la intervención. El registro debe ajustarse a los estándares científicos para la descripción de especies de flora y fauna, así como otros estándares aplicables.

### 2.3. Descripción de objetivos

Quien implemente medidas de restauración deberá establecer objetivos que permitan cumplir con las metas específicas que se relacionen con la intervención planeada. Entre los objetivos se pueden incluir ensayos piloto para evaluar la factibilidad de las metas en sitios específicos. Los objetivos deben de ser evaluables a través de verificación empírica cuantitativa y por lo tanto ser compatibles con el inciso 2.2. Cuando sea pertinente, se deben de incluir objetivos culturales, los que serán evaluados dependiendo de la naturaleza de los mismos.

### 2.4. De los permisos

Quien implemente medidas de restauración será responsable de obtener los permisos necesarios para el cumplimiento de los objetivos propuestos, con excepción de aquellos que sean competencia exclusiva de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA). La SUMA se compromete a facilitar toda la información necesaria y coadyuvar en la medida de sus atribuciones para la obtención de los permisos requeridos.

### 2.5. Participación comunitaria

En la medida de lo posible, quien implemente medidas de restauración se compromete a involucrar a la sociedad en las labores de restauración que realice. Esto incluye lo previsto en el inciso.

## 2.2 para que la SUMA esté en posibilidades de hacer campañas de información sobre los avances del proceso de restauración.

Será conveniente implementar estrategias de participación como la adopción de áreas o individuos por parte de personas físicas, instituciones educativas, organizaciones no gubernamentales, Empresas con certificación como socialmente responsables o cualquier otro tipo de congregación social.

## 3. Planeación de medidas de implementación

### 3.1 Descripción de los tipos de intervención

1. Eliminación de factores de disturbio. Uno de los pasos iniciales en un programa de restauración y protección consiste en la eliminación de los agentes de disturbio, sobre todo cuando estos son de origen antrópico. En el área se han identificado como agentes de perturbación antrópica, el pastoreo de ganado bovino, el tránsito de personas, los incendios y la fauna doméstica o feral.

Para la eliminación del disturbio debido al pastoreo, deberá implementarse un programa de exclusión y estabulación del ganado, el cual requerirá del trabajo coordinado entre la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) como institución responsable de administrar el área y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Peca y Alimentación (SAGARPA) y Secretaría de Desarrollo Rural (SEDRU) como instituciones responsables del sector pecuario a nivel federal y estatal, respectivamente.

El tránsito de personas deberá ser regulado mediante la ordenación, acondicionamiento y acotamiento de senderos, así como de la implementación de un reglamento y un programa de vigilancia permanente, con personal capacitado para orientar a los paseantes en el uso correcto del área, y evitar el tránsito por los espacios no permitidos. Así mismo, se deberá implementar un programa de erradicación de fauna feral y control de la fauna doméstica.

La prevención de incendios requerirá de la construcción y mantenimiento de brechas cortafuego, así como del apoyo en el programa de vigilancia permanente para detección y combate de incendios.

2. Sustitución de especies exóticas. Para algunas áreas de la ladera norte de la ZRPA LSM en donde se presenta cobertura de encinares mezclados con vegetación exótica se propone extraer con mayor rapidez a estas especies ya que las especies remanentes protegerán el suelo.

Para otras especies exóticas como *Pinus greggi*, *Cupressus lindleyi* y *Schinus molle* se propone sean sujetas a extracciones en etapas posteriores, cuando la vegetación establecida mediante reforestaciones represente más para la estructura de la comunidad, debido a que dichas especies no están reportadas que causen daños a los ecosistemas como lo hacen los eucaliptos.

Dicha actividad de extracción de especies exóticas no se

realizará durante la época lluviosa ya que los eucaliptos pueden ser más difíciles de manipular en esas fechas debido al mayor peso que tienen por la humedad del ambiente y las lluvias, a la mayor prevalencia de vientos y a la fragilidad de sus ramas y troncos.

- Obras de protección del sustrato. Con el propósito de asistir la recuperación de funciones eco sistémicas como la infiltración y el control de la erosión, se efectuará un tratamiento con distintas obras de protección del suelo. Las necesidades de este tipo de intervención se ubican en áreas con problemas de erosión y/o escorrentía señaladas en el mapa No. 3 del anexo cartográfico.

Las obras recomendadas provienen del Manual de Obras y Prácticas de Protección, restauración y conservación de suelos forestales de la Comisión Nacional Forestal (Cardoza et al., 2007), y fueron elegidas en función de la necesidad y factibilidad de aplicación, con base en características del terreno como: el tipo de degradación, la disponibilidad de materiales para su construcción y su costo.

La erosión hídrica del suelo es un proceso que depende de la escorrentía, por lo que el control de esta última constituye la clave para frenar el proceso. De esta manera, las obras recomendadas están diseñadas para reducir el escurrimiento en sus dos formas principales, flujo laminar y flujo concentrado. Los detalles descriptivos de cada una de ellas y del proceso construcción deberán consultarse en el citado manual.

Para la construcción de estas obras se aprovecharán al máximo los residuos vegetales provenientes de la extracción de especies exóticas, incendios forestales y residuos de material muerto.

- Colecta de germoplasma. La colecta de germoplasma se realizará en la misma ZRPA LSM, ya que ahí se han localizado poblaciones viables de varias de las especies. El germoplasma que no pueda ser colectado en la ZRPA LSM se localizará lo más cerca posible para garantizar una mayor adaptabilidad de los propágulos a las condiciones de la zona lo que redundaría en una mayor supervivencia de las reforestaciones. Es importante señalar que las especies que aquí se proponen para ser usadas en la restauración de la Loma de Santa María son conocidas, presentan poblaciones dentro o cerca de la ZRPA LSM y ya se tienen ubicados los periodos de colecta de semilla para la mayoría de ellas.
- Reforestación con especies nativas. Para los distintas comunidades vegetales a restaurar se contemplarán a las siguientes especies:

Bosque de galería: *Alnus acuminata*, *Salix bonplandiana*, *Cornus excelsa*, *Salix aeruginosa*, *Tilia mexicana*, *Phoebea senei* (la penúltima se encuentra en la NOM 059- SEMARNAT-2001).

Bosque de encino: *Quercus castanea*, *Q. obtusata*, *Q. deserticola*, *Q. glaucoidea*, *Q. magnoliifolia*, *Q. crassipes*, *Arbutus xalapensis*,

*Prunus serótina*, *Crataegus mexicana*.

Bosque tropical caducifolio: *Ceiba aesculifolia*, *Cedrela dugesii* (en la NOM 059-SEMARNAT-2010), *Casimiro aedulis*, *Albizia plurijuga*, *Condalia velutina*, *Celtis caudata*, *Morus celtidifolia* y *Erethia latifolia*.

Para las zonas deforestadas, con altos niveles de insolación y problemas de erosión se propone iniciar revegetación con: *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya*.

Hidrosiembra. Es una técnica de revegetación que consiste en aplicar sobre el terreno, mediante una manguera a presión, una mezcla de semillas, nutrientes químicos y orgánicos, microorganismos del suelo y sustancias aglutinadoras, suspendida en un medio acuoso, para facilitar la germinación, el arraigo y desarrollo de las plantas (Martínez y Fernández, 2001).

Con su aplicación se pretende, no tanto la introducción de especies nuevas, como el hecho de que el desarrollo de éstas controle la erosión desde los primeros estadios de la sucesión, facilitando el crecimiento posterior de las especies autóctonas, gracias a los aportes de materia orgánica y al enriquecimiento en nitrógeno del suelo.

Como sustrato de la mezclas sugiere utilizar una pasta de papel elaborada con cartón reciclado y enriquecerla con alguna enmienda orgánica. Estos insumos son ampliamente utilizados en hidrosiembras, han mostrado buen desempeño y son de bajo costo e impacto ambiental.

Para seleccionar la mezcla de especies es importante tomar en cuenta que las especies sean resistentes a las condiciones que actualmente prevalecen en el sitio de estudio. Por otra parte se consideran también especies que pueden mejorar las condiciones edáficas y micro ambientales para el establecimiento futuro de otras, o mejor desempeño de las ya existentes, es decir, que tengan la capacidad de contribuir con la dinámica de ciclos biogeoquímicos como fijación de nitrógeno o que presenten estructuras ramificadas para disminuir el impacto de las gotas de lluvia en el suelo y por lo tanto evitar erosión. Otro atributo es que puedan funcionar como especies atrayentes de aves u otros organismos que contribuyan a la dispersión de semillas. Entre las posibles candidatas a tomar en cuenta se encuentran *Cosmos bipinnatus*, *Tithonia tubiformis*, *Montanoa tomentosa*, *Verbena onocophora*, *Crotalaria pumila*, *Crotalaria rotundifolia*, *Rhustri lobata*, *Paspalum nutatum*, *Sporobolus indicus*, *Mimosa albida* y *Mimosa biuncifera*.

### 3.2 Presentación de estándares de desempeño y protocolos de monitoreo para los objetivos.

Quien implemente medidas de restauración presentará estándares de desempeño y protocolos de monitoreo para cada uno de los objetivos que busque cumplir. Estos estándares y protocolos serán previamente aprobados por la SUMA y en ellos se basará la evaluación de las labores realizadas, los datos derivados de ellos serán parte de la información requerida en el inciso 2.2.

En términos generales, el seguimiento podría basarse en la evaluación de los siguientes parámetros:

**Suelo**

- Conductividad hidráulica saturada.
- Porcentaje total de precipitación interceptada.
- Porcentaje de precipitación interceptada en cada estrato de la vegetación.
- Porcentaje de escurrimiento.
- Tasa de erosión.
- Integridad del perfil.
- Densidad aparente.
- Estabilidad de agregados.
- Contenido de materia orgánica y carbono orgánico.
- Relación carbono: nitrógeno.
- Contenido de nutrimentos: P, N, K, Mg, Ca y Na.

**Vegetación (Ferris et al. 1996)**

- Porcentaje de cobertura vegetal por especie.
- Porcentaje de cobertura vegetal total (sumando la cobertura de todas las especies).
- Porcentaje de cobertura total del suelo (vegetación + mantillo + rocas).
- Porcentaje de suelo desnudo.
- Densidad de herbáceas.
- Densidad de arbustos.
- Composición florística.
- Abundancia de especies particulares (raras, amenazadas, invasoras, etc.).
- Diversidad.
- Proporción de especies nativas y exóticas.
- Tasas de crecimiento y supervivencia de especies establecidas mediante reforestación.
- Reclutamiento de especies nativas.

**Fauna**

- Diversidad.
- Composición faunística.
- Abundancia de especies indicadoras (aves).
- Riqueza de especies.
- Estructuras poblacionales.

**Agentes de disturbio**

- Número de cabezas de ganado

**4. Implementación****4.1. Señalización de las áreas intervenidas**

Quien lleve a cabo medidas de restauración y protección se obliga a marcar de manera clara la o las zonas bajo intervención. Se debe incluir información para el público en general sobre las medidas que se llevan a cabo y su relevancia en el contexto del Plan de Restauración de la Loma de Santa María.

**4.2. Protección de las áreas intervenidas**

Todas las áreas intervenidas deberán de contar con protección en contra de actos de vandalismo y herbivoría, y para la protección

del público cuando las características de la intervención puedan representar un riesgo.

**4.3. Manejo post-intervención**

Es responsabilidad de quien implemente medidas de restauración incluir en su propuesta las medidas de manejo necesarias para la conservación del área que intervenga, aunque la implementación del manejo a que este inciso se refiere será responsabilidad de la SUMA o de quien tenga a su cargo la administración de la ZRPA Loma de Santa María y Depresiones Aledañas.

Dentro del manejo post-intervención, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos para garantizar a largo plazo el buen mantenimiento de las acciones realizadas durante la etapa de intervención.

Elaboración de un reglamento del sitio, que se encuentre enfocado principalmente a regular el acceso del público a La Loma de Santa María.

La implementación de un programa de manejo del fuego, que permita mantener a las comunidades ausentes de esta perturbación y por lo tanto, la recuperación de funciones ecosistémicas como consecuencia de la recuperación de cobertura vegetal. Con la presencia de incendios, las comunidades pueden quedar desprovistas de propágulos viables, si se elimina este factor de disturbio, la capacidad de regeneración puede verse favorecida en gran medida.

La restauración ecológica implica un conjunto de mecanismos aplicables según se trate de suelos degradados por la pérdida de la cobertura vegetal o la simplificación de un sistema por la pérdida de ciertos componentes de la flora o de la fauna. La aplicación de los mecanismos está en función de varios elementos entre los que deben considerarse: las características particulares del sistema a restaurar, la intensidad del deterioro, el objetivo del área, las especies involucradas, los resultados esperados, entre otros (Gálvez 2002).

Por ello, el mantenimiento de obras de protección de suelo, se tiene considerado, sobre todo para garantizar el establecimiento de las especies que se establezcan en una segunda etapa, mismas que a su vez en un mediano plazo, puedan contribuir a la retención de suelo, aumento de la infiltración de agua y consecuentemente la disminución de escorrentía en las capas superficiales de suelo para llevar a cabo la conservación del ciclo hidrológico.

La vigilancia, será indispensable para garantizar todas las acciones anteriormente realizadas. Se plantea la necesidad de que esta sea constante y continua para evitar el robo de anuncios, incendios, o cualquier uso inadecuado del área.

**4.4 Manejo adaptable de la implementación**

En reconocimiento a causas de fuerzas mayor, quien implemente medidas de restauración y protección ambiental podrá proponer medidas correctivas e incluso replantear los objetivos basado en la información derivada del inciso 3.2. La SUMA se compromete a dar una respuesta en no más de 30 días naturales, en caso de que la respuesta no se dé, se asumirá el principio de afirmativa ficta.

5. Evaluación y relaciones públicas

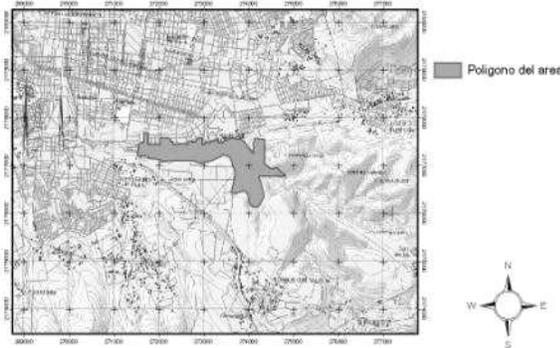
5.1 Monitoreo

Los resultados del monitoreo deben ser presentados por escrito al finalizar una intervención ante la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) para que ésta pueda determinar el cumplimiento de los objetivos comprometidos o de sus modificaciones en caso pertinente. El informe debe de incluir, además de los análisis y síntesis necesarios, los datos originales derivados del monitoreo y de una evaluación final de la intervención. En el caso de que la intervención sea llevada como parte de actividades de investigación o docencia la SUMA se compromete a conservar el carácter confidencial de los datos originales hasta que se dé la publicación de los mismos o pase un año calendario, lo que ocurra primero, de acuerdo al inciso 2.2.

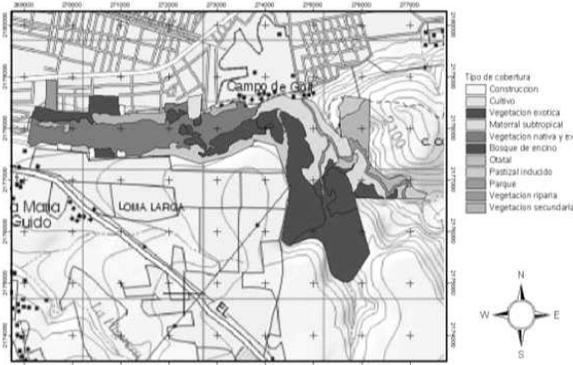
5.2 De la difusión de los resultados

Quien realice intervenciones de restauración en la ZRPA LSM autoriza a la SUMA, o quien sea responsable del manejo del área, a difundir a través de cualquier medio los resultados a que se refiere el inciso anterior incluyendo cualquier material gráfico, por su parte SUMA se compromete a dar los créditos correspondientes.

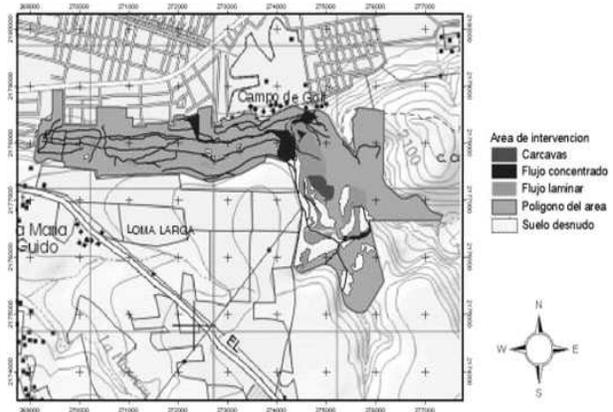
ANEXO 1. CARTOGRÁFICO



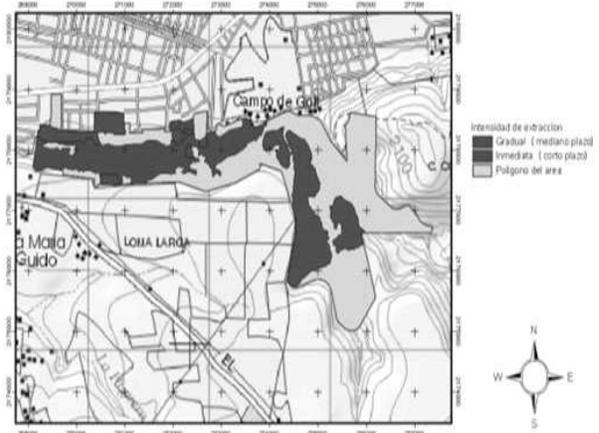
Mapa No.1. Micro localización de la ZRPA "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", municipio de Morelia, Michoacán



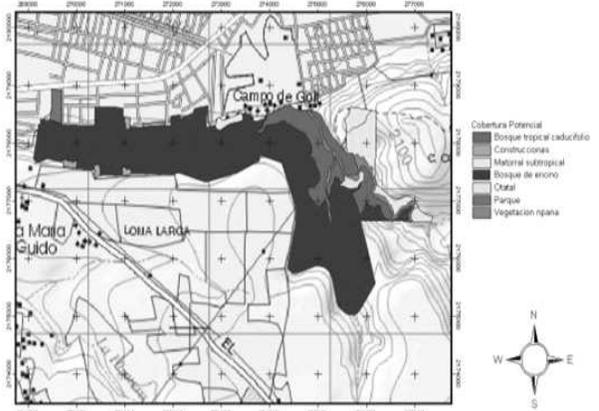
Mapa No. 2. Coberturas de la ZRPA "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", municipio de Morelia, Michoacán.



Mapa No. 3. Áreas que requieren asistencia para la protección del suelo y la recuperación de la función hidrológica de los ecosistemas en la ZRPA "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", municipio de Morelia, Michoacán.



Mapa No.4. Intensidad de extracción de especies exóticas en la ZRPA "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", municipio de Morelia, Michoacán.



Mapa No.5. Escenario probable de restauración (cobertura potencial) de la ZRPA "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", municipio de Morelia, Michoacán.

**TRANSITORIOS**

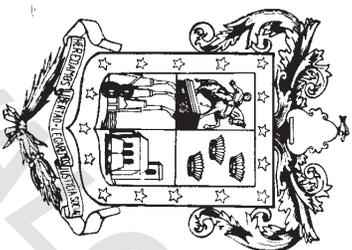
**ARTÍCULO PRIMERO.** El Plan de Restauración y Protección Ambiental al que se refiere el presente resumen entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** El Plan de Restauración y Protección Ambiental de la Zona de Restauración y Protección Ambiental "Loma de Santa María y Depresiones Aledañas", Municipio de Morelia, Michoacán, en su versión completa estará a disposición

para su consulta en los archivos del Sistema Estatal de Áreas para la Conservación del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo, en la Dirección de Ordenamiento y Sustentabilidad del Patrimonio Natural de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático y en la página de internet [www.semarnacc.michoacan.gob.mx](http://www.semarnacc.michoacan.gob.mx).

Morelia, Michoacán de Ocampo a 20 de junio de 2016

Atentamente. El Secretario De Medio Ambiente, Recursos Naturales Y Cambio Climático, Ing. Ricardo Luna García. (Firmado).



COPIA SIN VALOR LEGAL