

LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL:

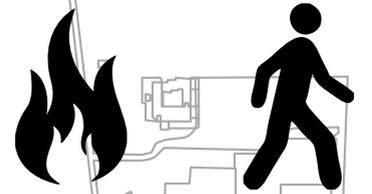
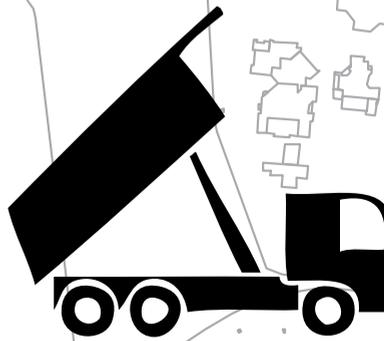
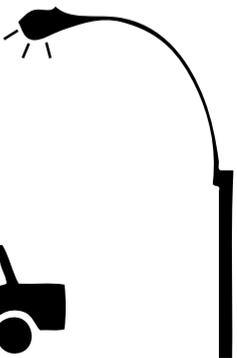
# ATAAS



DE RIESGOS

edición 2016

Luis Zambrano  
Saúl Rodríguez Palacios  
Marcela Pérez Escobedo  
Guillermo Gil Alarcón  
Pedro Camarena  
Antonio Lot



Universidad Nacional Autónoma de México



**LA RESERVA ECOLÓGICA  
DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL:  
ATLAS DE RIESGOS**

edición 2016



Arriba, la quietud duerme y medita;  
el horizonte gris –curva tras curva-  
se disloca en extática estampida  
sin dirección ni abrigo  
y las plantas gravitan inseguras  
sobre el sueño rupestre de los siglos.

El cactus, persiguiendo desiertos  
agrietados de sedes que no amengua  
ni la heroica promesa del diluvio,  
aclimató sus garras...  
Y el mitin colosal de rocas bravas  
estalló pirotecnia vegetales.

Vinieron los reptiles lazarinos  
a buscar rincones eremitas  
sacudiendo las caudas cascabeles  
y en el éter las ruelas orbitales  
siguieron devanando el hilo de los tiempos....

“CANTO AL PEDREGAL” octubre, 1953.  
**Francisco Neumann Lara**, paisajista mexicano que escribió versos  
y plasmó en al menos 20 cuadros el paisaje del Pedregal de San Ángel.



# **LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL: ATLAS DE RIESGOS**

edición 2016

**33 ANIVERSARIO  
1983-2016**

**Coordinación de la Investigación Científica  
Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel**

**Luis Zambrano  
Saúl Rodríguez Palacios  
Marcela Pérez Escobedo  
Guillermo Gil Alarcón  
Pedro Camarena  
Antonio Lot**



## **Universidad Nacional Autónoma de México**

**Enrique Graue Wiechers**

*Rector*

**William Lee Alardín**

*Coordinador de la Investigación Científica*

**Víctor Manuel Sánchez-Cordero Dávila**

*Director del Instituto de Biología*

*Presidente del Comité Técnico de la REPSA*

**Luis Zambrano González**

*Secretario Ejecutivo de la Reserva Ecológica*

DR\* 2016 Universidad Nacional Autónoma de México  
Coordinación de la Investigación Científica  
Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

Primera edición, octubre 2012

Segunda edición, noviembre 2016

**ISBN: 978-607-02-8665-0**

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita de los titulares.

Impreso y hecho en México

### **Agradecimiento a colaboradores**

#### **Compilación de datos**

**Estudiantes:** *Annette Johana Cano Castellanos, Faviola Sandivel Merino Vaquero, Roberto Lara Deras, Pavel Jonathan Pérez Hernández, Hefzi-ba Lorena Villarruel Mora, Armando Maravilla Ramírez, Ricardo Augusto Rodríguez Medina, Clara Patricia Corona Miranda, Karina Elizabeth Campos Linares, Alejandra Orellana Barbosa, Francisco Alejandro Domínguez de la Rosa, Miguel Ángel Cortés, Lyzette González Caballero, Néstor Chavarría Rodríguez, Pablo Arenas Pérez*

**Investigadores:** *Dr. Ricardo Ruíz Boullosa, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM*

#### **Fotografías**

*Ernesto Navarrete Arauza, Ahmed Aragón y SEREPSA*

#### **Diseño de portada, interiores y edición**

*Diego Magaña y Marcela Pérez*

#### **Ilustraciones**

*Pedro Camarena y Diego Magaña*

# CONTENIDO

■ INTRODUCCIÓN .....	6
Método y lista temática de riesgos ambientales .....	6
Advertencia a lectores y usuarios .....	6
¿Cómo usar el <i>Atlas</i> e interpretar los mapas? .....	7
Historia del Pedregal del Xitle .....	8
Contexto natural: biodiversidad .....	10
Contexto social: complejidad .....	12
Establecimiento histórico de la REPSA .....	14
■ SELECCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES .....	16
Reducción del Pedregal .....	16
Límites .....	18
Caminos .....	20
Presencia sistemática de personas .....	22
Acumulación de residuos, desechos, basura .....	24
Riesgos para la flora nativa .....	26
Riesgos para la fauna nativa .....	30
Contaminación lumínica, sonora y visual .....	34
Incendios .....	36
Instalaciones dentro de la Reserva .....	38
■ ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA REPSA .....	40
■ REFLEXIONES .....	46
■ RECOMENDACIONES .....	48
■ FUENTES DE INFORMACIÓN .....	50

# Introducción

El Atlas de riesgos de la reserva ecológica de la Universidad Nacional en su *campus* principal, es un instrumento primordial en la visualización rápida de los peligros ambientales y de las zonas vulnerables “*in situ*” del ecosistema del Pedregal de Ciudad Universitaria. Contar con información metódica en la temática de riesgos ambientales, nos permite preparar un Plan de Manejo “a la medida” y aplicar acciones efectivas en la cultura de la prevención y la educación ambiental y, por lo tanto, hacer partícipe a la comunidad universitaria y a la sociedad en programas colectivos para preservar a vida silvestre y al paisaje del Pedregal.

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), es una reserva natural de carácter urbano (Reserva Urbana Natural<sup>1</sup>) y representa uno de los últimos relictos del ecosistema del Pedregal al sur de la Ciudad de México, notable por mantener una alta biodiversidad en la cuenca de México. El conocimiento profundo del funcionamiento de este socioecosistema, es una tarea urgente, pero dicha información científica de poco nos servirá, si no protegemos al Pedregal y a sus comunidades de vida silvestre, y si no somos capaces de integrar un programa de manejo y conservación afín a las características singulares del matorral xerófilo desarrollado sobre un terreno accidentado de formaciones basálticas, en una de las urbes más pobladas del planeta.

## Método y lista temática de riesgos ambientales

En esta segunda edición, se presenta la actualización de los 15 mapas temáticos, acompañados de una síntesis de textos e imágenes que ilustran algunos de los principales riesgos ambientales del ecosistema del Pedregal de CU. Su orientación pretende transmitir didácticamente, de una lista ordenada, la identificación de zonas vulnerables a diversos siniestros, que puedan ser observados y analizados por profesionales y especialistas en protección civil y, por la comunidad universitaria en el tema de conservación ambiental, iniciando con los grupos de voluntarios del Programa de Adopción de la REPSA.

El Atlas contiene una selección de nueve riesgos ambientales y 14 mapas, los cuales fueron generados a partir del sistema de información geográfica de la Secretaría Ejecutiva de la REPSA (SEREPSA). Este sistema es alimentado constantemente mediante el procesamiento de imágenes digitales (fotos aéreas de 2005, 2008, 2010, 2011 y 2015), el mapeo en campo y la interpretación de información recabada de distintas fuentes como tesis e informes. La información presentada se basa en la recopilación de datos históricos y de campo presentados en la primera edición<sup>2</sup> y actualizados a noviembre de 2016.

La lista de peligros y desastres ambientales que por su importancia y magnitud pueden influir negativamente en la reducción de hábitats, fragmentación del territorio contemplado como área original y pérdida de la biodiversidad, son variados, numerosos y complicados en su delimitación, además su actualización es compleja debido a su gran variación espacial y temporal.

Entre los riesgos ambientales que el Pedregal de Ciudad Universitaria y la REPSA presentan, se pueden enunciar los siguientes:

- Reducción y fragmentación del Pedregal y los espacios abiertos, debido al crecimiento urbano
- Vulnerabilidad de los límites y caminos
- Presencia sistemática de personas
- Acumulación de residuos
- Introducción de especies exóticas
- Extracción y pérdida de especies nativas
- Contaminación lumínica, sonora y visual
- Incendios
- Instalaciones dentro de la Reserva

Cada uno de estos elementos puede subdividirse en más variables y agruparse temáticamente bajo otras clasificaciones, de manera que puedan ser motivo de estudio, prevención y control, dependiendo del área o especialidad de los planificadores y usuarios de este tipo de atlas o manuales de procedimientos.

## Advertencia a lectores y usuarios

Si bien la mayor parte de la información y datos mostrados en los mapas están documentados en los informes disponibles en las direcciones generales, de planeación, de servicios, en los programas universitarios, censos y agenda estadística de la UNAM, entre otras fuentes, se adolece de elementos fundamentados en investigaciones y en registros sistemáticos a lo largo del tiempo en Ciudad Universitaria. En algunos casos se recurrió a la observación y toma de datos sobre aspectos desconocidos y, en consecuencia a deducciones que nos permitan explicar posibles siniestros que pueden afectar a la Reserva y al *campus* de CU. En este sentido, y a cuatro años de su primera edición, el Atlas sigue conteniendo el componente que busca la reflexión sobre temas fundamentales en el funcionamiento de una ciudad como CU y su efecto en el ecosistema protegido por la REPSA. Esperamos que estas ideas prosperen para que diversas disciplinas se aboquen a investigar y documentar sobre los riesgos ambientales propios del *campus* central de la UNAM.



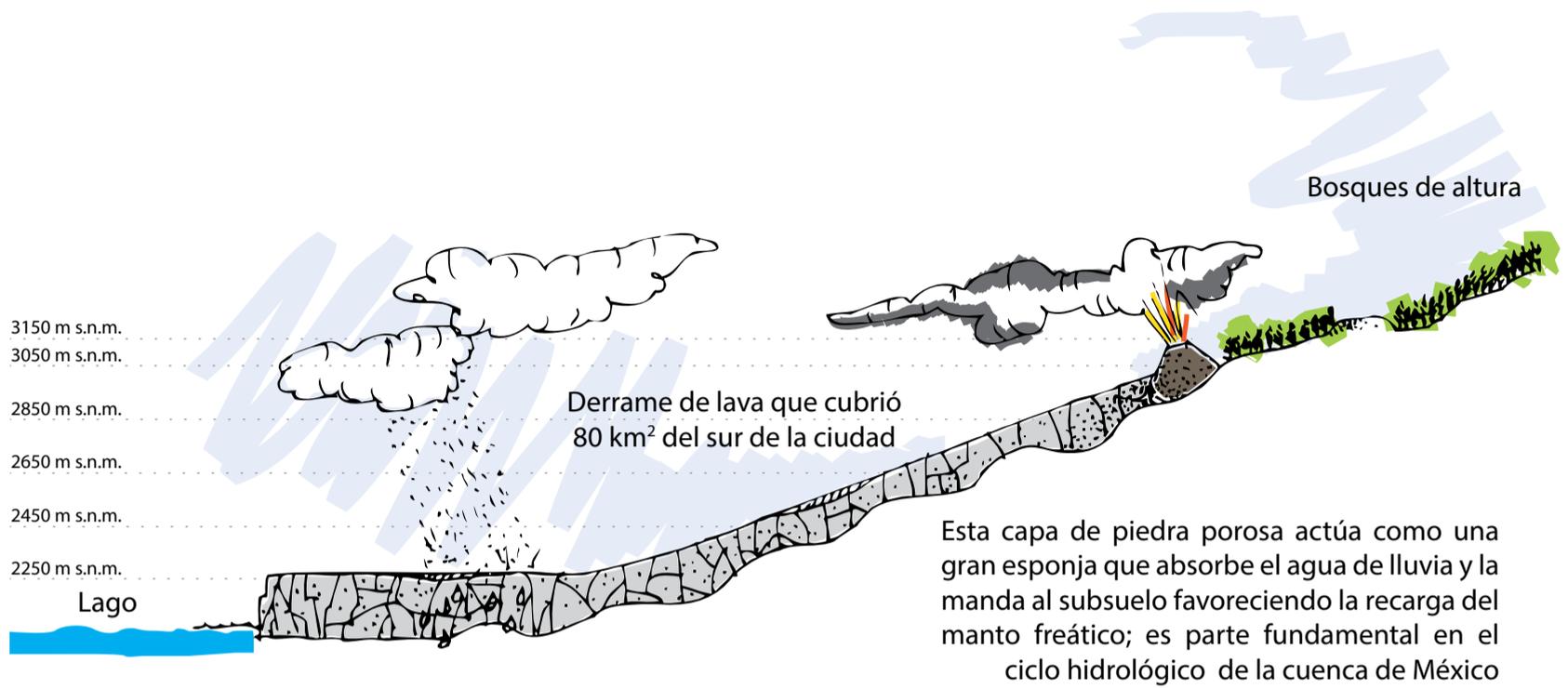
## ¿Cómo usar el Atlas e interpretar los mapas?

La estructura general en la que se presentan los diferentes riesgos ambientales es la siguiente:



- 1 Título del riesgo ambiental.**
- 2 Texto explicativo** de la problemática.
- 3 Imágenes, fotografías, gráficos, tablas y esquemas.**  
Son apoyos gráficos para una comprensión visual del tema.
- 4 Balazos.**  
Datos duros sobre el riesgo ambiental.
- 5 Mapa de referencia.**  
Es donde se ubican geográficamente los riesgos ambientales. El mapa está compuesto por: a) la *simbología* o *leyenda* del tema en particular; además en todos los mapas se indican, de manera permanente, los 16 polígonos que delimitan la Reserva Ecológica (tres zonas núcleo y trece de amortiguamiento), los edificios de Ciudad Universitaria y la traza urbana perimetral; b) la *escala gráfica*, representada en metros; c) la *orientación*, todos los mapas están orientados con el Norte hacia arriba; d) las *coordenadas geográficas* se representan en el sistema UTM (Geoide de referencia: GRS80, Datum horizontal: WGS84).
- 6 Información complementaria.**
- 7 Acetato.**  
Para poder cruzar información entre los diferentes mapas se sugiere el uso de un acetato con la retícula UTM cada 500 metros con las coordenadas de referencia, cuya retícula se basa en el plano de Ciudad Universitaria 2016 proporcionado por la DGOC<sup>3</sup>. Dicho acetato se puede obtener en las oficinas de la Secretaría Ejecutiva de la REPSA o descargar el archivo para impresión directamente en el portal web de la REPSA.

# Historia del Pedregal del Xitle



**año 300**

Cuicuilco llega a su fin con la erupción del Xitle

**año 550**

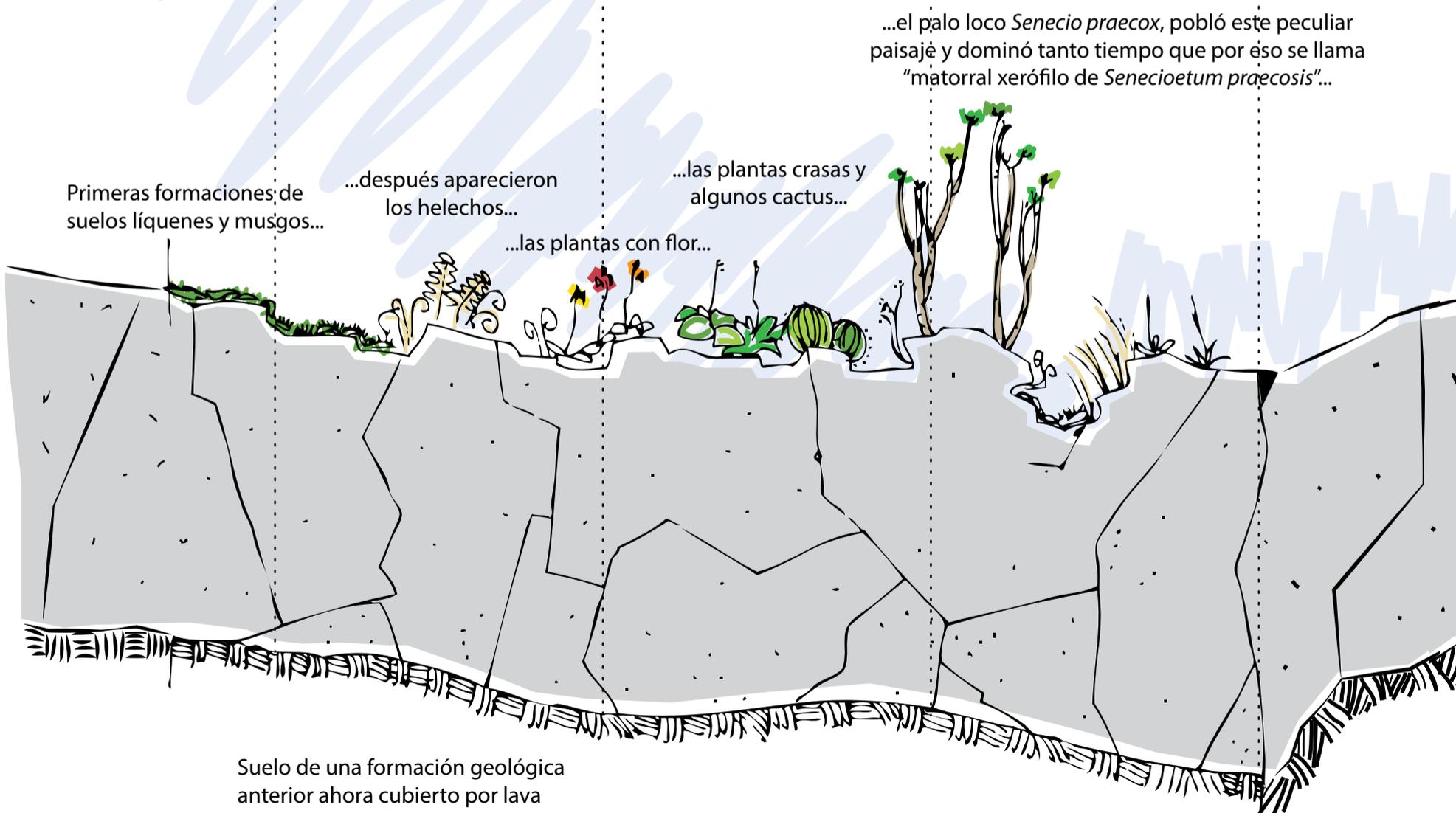
Teotihuacán llega a su máximo esplendor

**año 890**

No hay presencia de civilizaciones en la cuenca

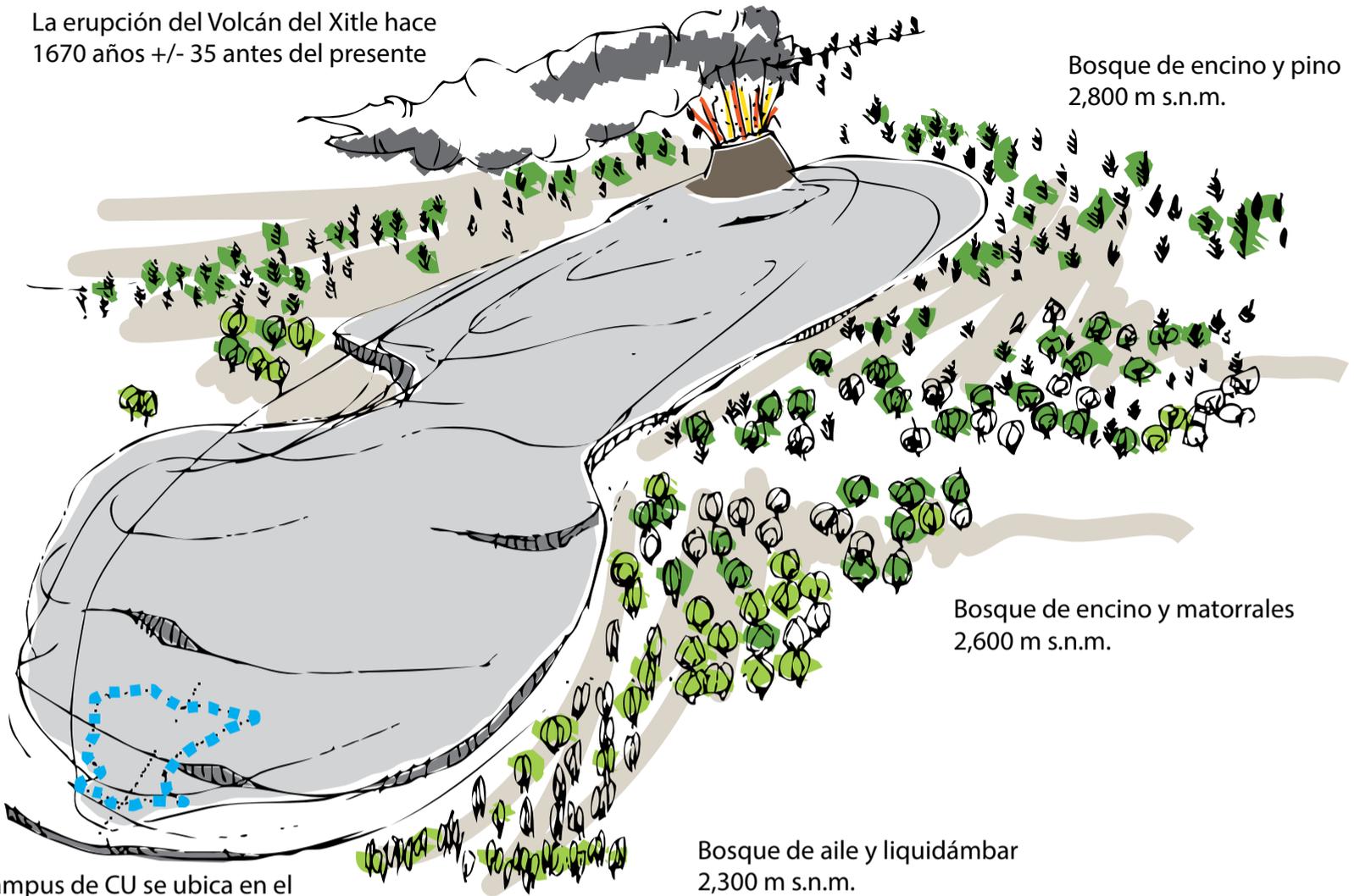
**año 1325**

Fundación de Tenochtitlán



La erupción del Volcán del Xitle hace 1670 años +/- 35 antes del presente

Bosque de encino y pino  
2,800 m s.n.m.



El campus de CU se ubica en el extremo norte de la extensión de lava

**año 1500**

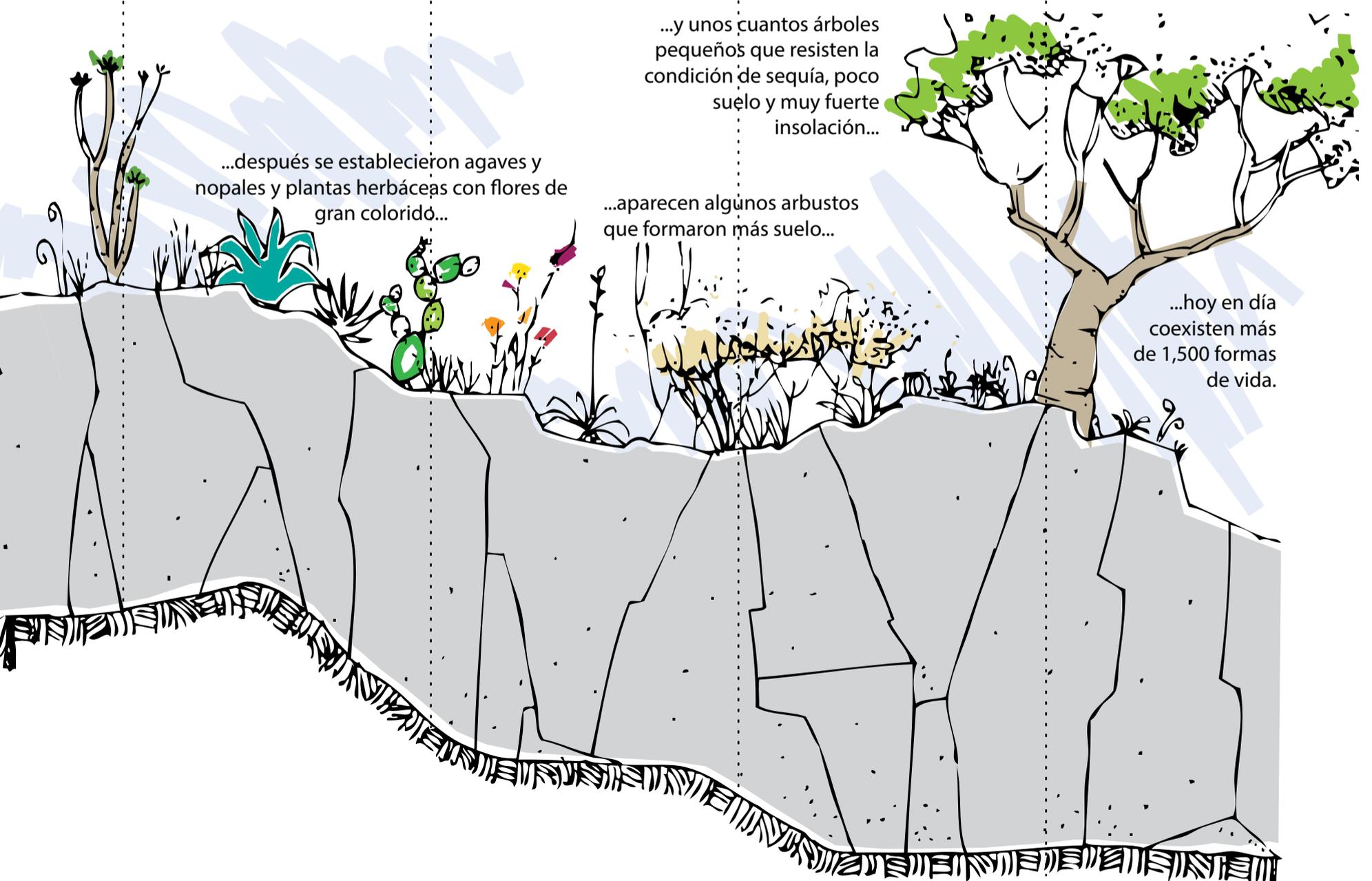
A 19 años de que se inicie la conquista de México

**año 1810**

Inicia la lucha por la independencia de México

**año 1983**

Establecimiento de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel



...después se establecieron agaves y nopales y plantas herbáceas con flores de gran colorido...

...y unos cuantos árboles pequeños que resisten la condición de sequía, poco suelo y muy fuerte insolación...

...aparecen algunos arbustos que formaron más suelo...

...hoy en día coexisten más de 1,500 formas de vida.





166,474\*

POBLACIÓN TOTAL DE CU

1,547<sup>5</sup>

PARQUE VEHICULAR DE CU

23,000<sup>5</sup>

TAXIS DIARIOS

ESTACIONES

123,693<sup>4</sup>

ESTUDIANTES

25,183<sup>4</sup>

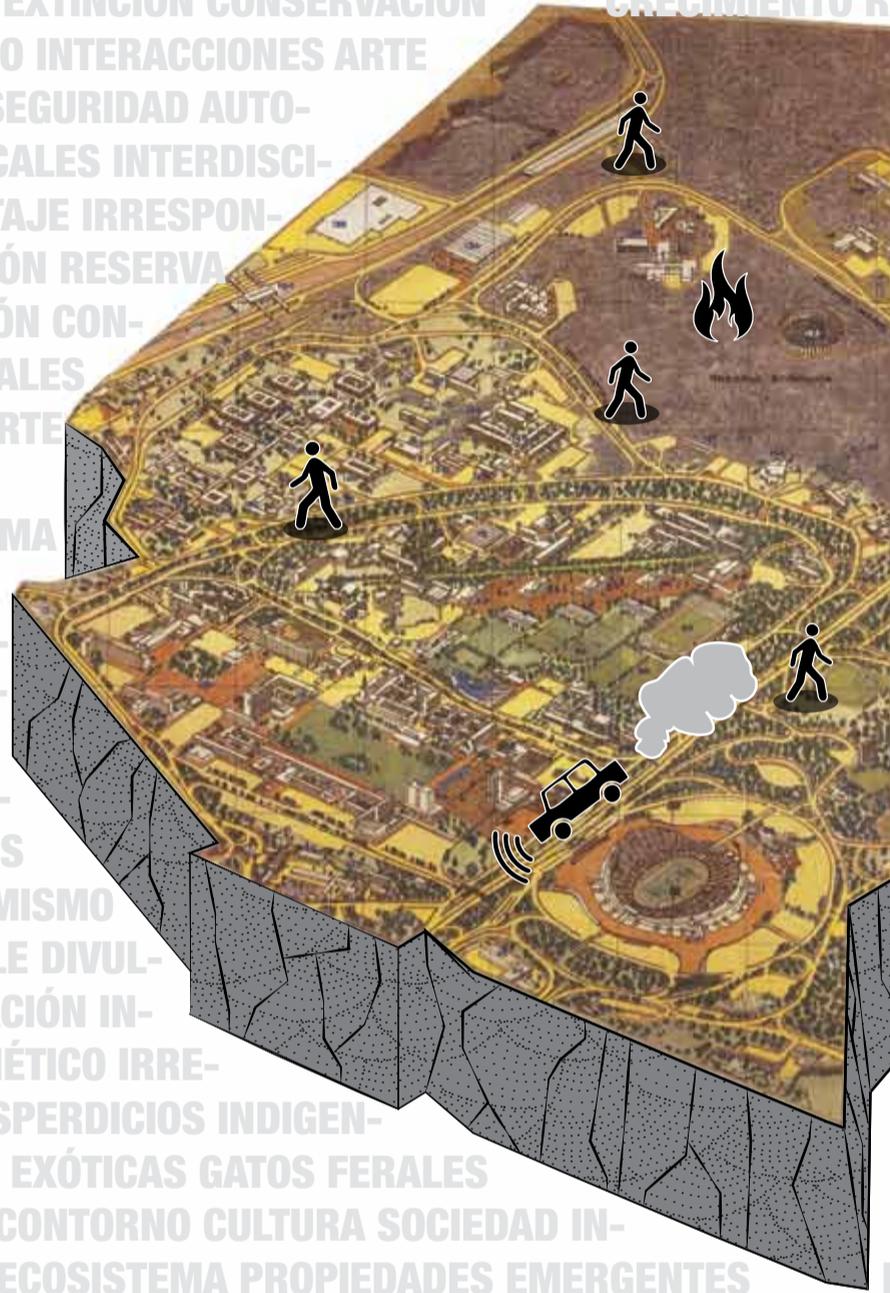
ACADÉMICOS

17,598<sup>4</sup>

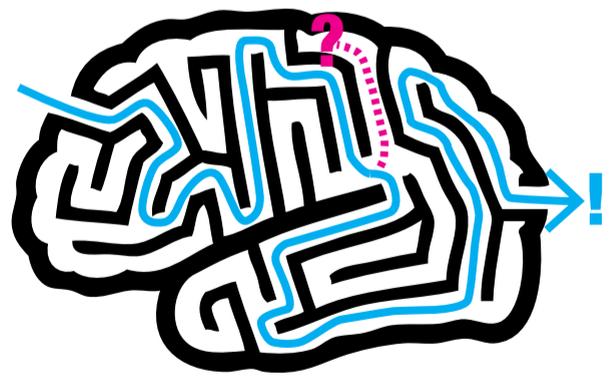
TRABAJADORES

100,000<sup>5</sup>

POBLACIÓN FLOTANTE DIARIA



FLUJOS DE MATERIA Y ENERGÍA



RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS



44\* 18,297\* 2,354\* 70,000<sup>5</sup>

ESTACIONAMIENTOS

LUGARES DE ESTACIONAMIENTO

AUTOS ESTACIONADOS EN VIALIDAD

AUTOMÓVILES DIARIOS

237<sup>6</sup> ha DE RESERVA ECOLÓGICA

48<sup>\*</sup> ha DE PEDREGALES REMANENTES

121<sup>\*</sup> ha DE ÁREAS VERDES

112<sup>\*</sup> ha DE VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTOS

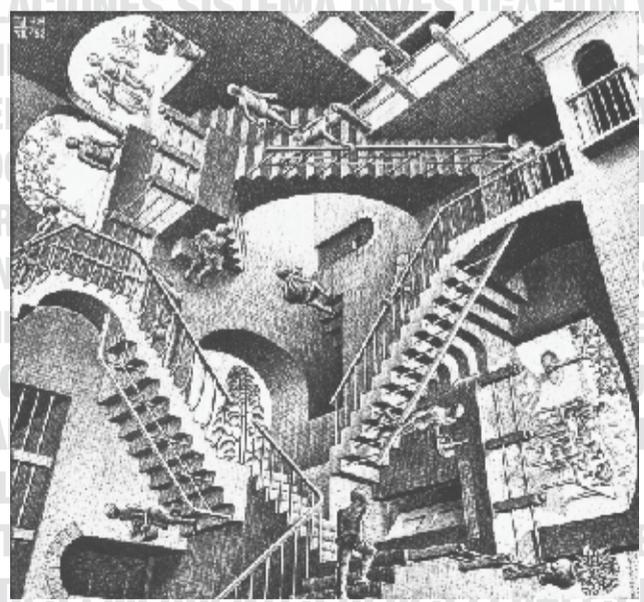
83<sup>\*</sup> ha OCUPADAS POR EDIFICIOS

61<sup>\*</sup> ha DE OTROS (banquetas, andadores...)

730<sup>7</sup> HECTÁREAS DE SUPERFICIE TOTAL DE CU



Tamés y Batta, Ciudad Universitaria 1989.



POCA COORDINACIÓN

ESPECIES EXÓTICAS CONSUMISMO GATOS FERALES CONSTRUCCIONES CORRESPONSABILIDAD INFORMALIDAD AUTOPOIÉTICO INCENDIOS DESPERDICIOS INDIGENCIA CONTAMINACIÓN RUIDO FERALES PERROS CALLEJEROS LÍMITES REDUCCIÓN INSTALACIONES SISTEMA INVESTIGACIÓN VANDALISMO INTERAC-

EL TODO ES MÁS QUE LA SUMA DE SUS PARTES HIS-

\*Datos de obtención propia.

## Establecimiento histórico de la Reserva

La exposición de motivos que permitió el reconocimiento de una parte del territorio patrimonial de Ciudad Universitaria como “zona ecológica inafectable” (Acuerdo del Rector/30 de septiembre de 1983<sup>8</sup>), se inscribe en el documento, hoy histórico, publicado en el Cuaderno de Ecología núm. 1, de la Facultad de Ciencias, UNAM, denominado “Proyecto para la creación de una Reserva en el Pedregal de San Ángel”<sup>9</sup>. Ejercicio académico derivado de una gestión valiente y decidida de protección y defensa del Pedregal universitario, por parte de un grupo de profesores y alumnos de la propia Facultad de Ciencias.

Durante la primera década de vida (1983-1993), la REPSA (denominada inicialmente como Reserva Ecológica de Ciudad Universitaria), quedó a cargo de la Coordinación de la Investigación Científica con la formación de un Comité Asesor, personificado por autoridades y representantes académicos de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Biología, que a partir de 1990 (Acuerdo del Rector/20 de agosto de 1990<sup>10</sup>) se amplía con la inclusión y participación del Centro de Ecología y del Programa Universitario de Medio Ambiente, bajo el nombre de Comité Ejecutivo de la Reserva Ecológica. Estos primeros años, fueron fundamentales en el establecimiento y regulación de las actividades dedicadas a la investigación, docencia y difusión del ecosistema. La persona que coordinó y promovió su desarrollo, fue el biólogo Ariel Rojo Curiel.

En marzo y diciembre de 1996 se expiden dos Acuerdos<sup>11,12</sup>, que abrogan a los anteriores. Entre sus atribuciones y cambios, destaca el aumento de la superficie protegida de 124.5 ha, a 146.8 ha, y se crea como “zona de recuperación ecológica” a la Cantera Oriente (conocida actualmente como Zona de Amortiguamiento A3 y ubicada en un terreno de 7.5 ha, separado del *campus* universitario, por la Avenida Delfín Madrigal). Se incrementa la superficie de reserva a 172 ha. En enero de 1997 se publica un nuevo Acuerdo y se introduce la figura de Áreas Verdes de Manejo Especial, en lo que actualmente constituyen las Zonas de Amortiguamiento, la mayoría de las cuales conforman los camellones de los circuitos y la vialidad, con lo que el área de protección aumenta a 212 ha. Se establece el Comité Técnico de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. En esta segunda etapa de la REPSA y hasta el año de 2005 (mayo), la responsabilidad de protección y coordinación de acciones estuvo a cargo del Dr. Zenón Cano Santana de la Facultad de Ciencias.

El 2 de junio de 2005 se publica en la Gaceta de la UNAM<sup>6</sup>, el Acuerdo del Rector “por el que se rezonifica, delimita e incrementa la zona de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria”; esta fecha marca una nueva etapa en la vida de la REPSA, que ha permitido por un lado, valorar las primeras décadas que con un gran esfuerzo y pocos recursos, generaron un proyecto de entendimiento de una problemática singular y de reto para el manejo de un ecosistema único enclavado en Ciudad Universitaria y en una de las ciudades más poblada de la urbe. Por otro lado, el Acuerdo, nos ha permitido fortalecer la infraestructura y la misión institucional que da sentido a la REPSA. Hoy contamos con un mapa (ortomosaico base) que delimita con precisión verificada por el sistema de posicionamiento global (GPS) el territorio de la Reserva Ecológica y la colocación de postes (mojoneras), que nos permite hacer evidentes las invasiones. También aumentó la capacidad operativa del Comité Técnico con la creación de la Secretaría Ejecutiva y la figura de un responsable académico, con la asignación de un presupuesto básico que asegure la protección y el desarrollo de acciones encaminadas al estudio, restauración y manejo de la REPSA<sup>13</sup>.

Nota: Evolución de la poligonal de la REPSA tomado de Peralta y Prado<sup>13</sup>.

**1983**  
124 ha



**1990**  
147 ha



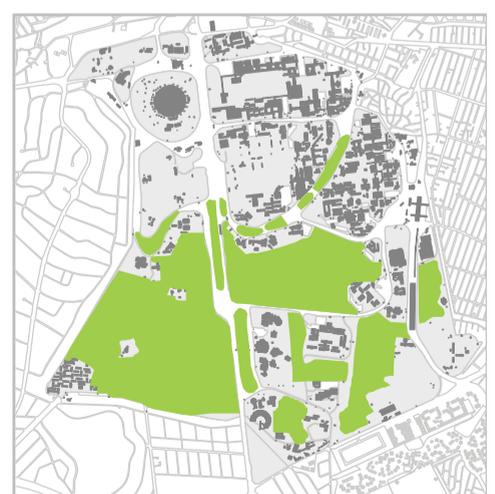
**1996**  
172 ha



**1997**  
212 ha



**2005**  
237 ha



RESERVA  
ECOLÓGICA



Universidad Nacional Autónoma de México

Comité Técnico de la Reserva del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria



Coordinación de la Investigación Científica



Facultad de Arquitectura



Facultad de Ciencias



Instituto de Biología



Instituto de Ecología



Instituto de Geografía



Instituto de Geofísica

30 de mayo de 2005

Ortomosaico base creado a partir de fotografías aéreas digitales obtenidas el 12 de febrero de 2005



Proyección: UTM  
Geoide de referencia: GRS80  
Datum horizontal: WGS84

Reticula UTM cada 500m



**Leyenda:**

Zona	Superficie
Núcleo	171 ha
Protección estricta	
Amortiguamiento	66 ha
Uso restringido para protección ambiental	

Superficie total de la Reserva: 237 hectáreas

Instalaciones no relacionadas con la Reserva

# Selección de riesgos ambientales

## Reducción del Pedregal y espacios abiertos

El área construida del *campus* universitario ha dejado una huella significativa en los pedregales que resguarda la UNAM. La extracción de roca y la construcción de cada metro cuadrado de edificios, vialidad, estacionamientos y jardines, así como de la infraestructura asociada que requiere, ha tenido diferente tipo de impactos sobre el terreno original de Pedregal, del cual, dentro de CU ya sólo queda el 31%, esto aumenta la vulnerabilidad del ecosistema ante las nuevas acciones antropogénicas.

**CONSTRUIR MÁS METROS CUADRADOS DE EDIFICACIÓN TIENE IMPACTO EN EL ECOSISTEMA QUE ESTAMOS TRATANDO DE CONSERVAR**

### Afectaciones históricas

Una de las afectaciones históricas presentes en las zonas de la Reserva es la causada por la extracción de roca volcánica debido a las canteras. Las canteras son el resultado de la ruptura estructural del sustrato geológico, lo cual lleva a la destrucción irreversible del ecosistema donde se establezcan. La roca volcánica es utilizada para la producción de asfalto. Desde 1994 ya no existe extracción de roca volcánica dentro de CU, la cual se tiene registrada en tres zonas. Dentro del territorio de la Reserva se tienen cuantificadas 14.3 ha de donde se extrajo roca (Zonas de Amortiguamiento A3: 7.48 ha y A13: 1.3 ha y la Zonas Núcleo Sur Oriente: 5.5 ha). Se estima que tan sólo en el área de la Cantera Oriente (A3) se extrajo un volumen aproximado de 5.5 millones de metros cúbicos de roca<sup>14</sup>.

Otra de las afectaciones históricas presentes dentro de la Reserva es la superficie impermeable en la Zona Núcleo Sur Oriente que se formó debido al vertido constante de cemento por parte de la cementera Cruz Azul ubicada donde hoy en día se localiza la planta de composta de CU.

### Obras y construcciones nuevas

Además de las nueve obras mencionadas en la edición anterior, realizadas entre 2005 y 2012, se registran 13 más de 2013 a 2016, las cuales incluyen la instalación de infraestructura de media tensión (Zona de Amortiguamiento A6), la construcción de un invernadero (Zona de Amortiguamiento A10), una intervención artística (Zona Núcleo Poniente) y la colocación de nueve cámaras de vigilancia (diversas zonas).



Impacto de construcción de camellón e infraestructura para tensión media en la Zona de Amortiguamiento A8 y aspecto terminado de la obra.

En la primera edición del Atlas, de 2005 a 2012 dentro de Ciudad Universitaria, se registraron 14 obras mayores a mil m<sup>2</sup> y más de 91 obras pequeñas realizadas durante 2011<sup>15</sup>. En la presente edición se agregan 11 obras mayores a mil m<sup>2</sup> y 300 obras de menos de mil m<sup>2</sup>.

**35 CONSTRUCCIONES DE MÁS DE MIL M<sup>2</sup>**  
de diciembre de 2004 a noviembre de 2016\*<sup>16</sup>,  
11 en los últimos cuatro años

### Algunas consecuencias

Toda obra de construcción conlleva impactos, tanto directos como indirectos, así como definitivos o mitigables, pero nunca reversibles. Aunado a la reducción de Pedregal y de espacios abiertos, durante el proceso de obra se observan múltiples impactos como son: el derribo y tala de toda clase de plantas locales con el consecuente desplazamiento de la fauna debido a la reducción de espacios para guarecerse, alimentarse y encontrar pareja; el ruido generado por la destrucción del afloramiento rocoso; el constante acarreo de los materiales pétreos para despejar la zona de obra; los vertidos de aceites y gasolina de la maquinaria pesada que se filtran a las capas inferiores de la piedra contaminando el manto freático; el relleno con tepetate u otros depósitos realizados para permitir el desplazamiento de personas y maquinaria durante la obra y que generalmente no se restauran una vez terminadas las obras, pérdida del espacio de captación de agua, la modificación a los microclimas de las áreas circundantes. Estas acciones según los lineamientos de la REPSA no están permitidas (Artículo 15<sup>17</sup>).

**LOS RELLENOS SON UNO DE LOS IMPACTOS MÁS NEGATIVOS AL PEDREGAL. ES MUY FÁCIL TIRAR Y RELLENAR PERO ES SUMAMENTE DIFÍCIL SACAR DE ENTRE LAS ROCAS TODOS ESTOS MATERIALES QUE PERTURBAN Y DAÑAN AL ECOSISTEMA**

Ante la falta de supervisión por parte de las empresas constructoras y sus contratantes, también es evidente la mala disposición de toda clase de residuos sólidos como materiales de desperdicio de obra (cascajo, madera, metal, papel, cartón, láminas, cable, etc.) así como los desperdicios de comida, envases de plástico y residuos sanitarios del personal de obra.



Residuos de manejo especial de obra en la Zona de Amortiguamiento A2

Algunas de estas afectaciones han tratado de ser mitigadas, pero debido a la naturaleza compleja del ecosistema del Pedregal, las acciones de mitigación son sólo paliativas y no restituyen las características fundamentales del ecosistema. Además se tiene registrado que de 2012 a noviembre de 2016 se perdieron 23 hectáreas de pedregales remanentes de CU, lo cual aumenta la vulnerabilidad del ecosistema nativo.

Aún no existen los lineamientos oficiales (aprobados) que prevengan y sancionen los impactos efectuados en las zonas de Reserva Ecológica, ni en CU en general. Observamos necesario que la construcción sustentable, línea de acción del EcoPuma, la Estrategia de Universidad Sustentable<sup>18</sup> y el Comité para las Intervenciones Urbanas, Arquitectónicas y de las Ingenierías en el Campus Ciudad Universitaria y los *campi* de la UNAM<sup>19</sup> consideren la planeación y supervisión de las obras así como la remediación de sus impactos para poder evitar aumentar la presión sobre la Reserva y los afloramientos rocosos del *campus*, los cuales valdría la pena conservar como una medida de mitigación de las afectaciones ya ejercidas sobre el área de Reserva Ecológica.

**24 MIL M<sup>2</sup> DE PEDREGAL SE PERDIERON EN CU DE 2012 A 2016**

\*Obtención a partir del plano de Tamés y Batta 1989; fotos históricas de Google Earth, el plano oficial de la REPSA 2005 y fotos aéreas 2011-2015.





## Reducción del Pedregal y espacios abiertos

Edificaciones
  Cuerpos de agua
  REPSA Zona Núcleo con pedregal
  REPSA Zona de Amortiguamiento con pedregal
  Vialidad

Edificio
  Estacionamiento
  Vialidad
  Obras
  Cantera histórica dentro de la REPSA -área en ha
  Cantera histórica fuera de la REPSA -área en ha

No.	Año	Nombre
28.	20	Centro "Mario Molina"
29.	2013	Ciencia Forense
30.	2014	Instituto de Geofísica, Servicio Sismológico Nacional
31.	2012	Centro Nacional de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa
32.	2013	Alianza FiiDEM
33.	2014	Centro de Ciencias de la Complejidad
34.	2014	Centro de Investigación en Población, Políticas y Salud
35.	2014	Anexo Instituto de Investigaciones Biomédicas
36.	2014	Campo de Beisbol
37.	2014	Centro de Exposiciones y Congresos
38.	2014	Anexo de Filosofía y Letras
39.	2012	Complejo Deportivo "Harp Helú"

No.	Año	Nombre
Construcciones 1 al 27 correspondientes a los años 2005 -2012*		
25	2011	Reja en Zona Cultural
26	2012	Andador entre Pumitas e Instituto de Biomédicas*
27	2012	Tensión media*
Camino asfaltado		
Camino con piedra braza		
Brecha		
Andador		
Veredas		
Vegetación inducida e introducida		
Vegetación de colección del Jardín Botánico		
Pedregales complementarios y de influencia		
Espacios deportivos		
Áreas con pasto kikuyo		

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, 2005 - agosto 2016.  
 \*Ver Atlas de Riesgo de la REPSA, 2012.

## Límites

Los bordes son elementos lineales que conforman el límite entre zonas de dos clases distintas. Los hay de gran diversidad: penetrables e impenetrables, continuos y discontinuos, naturales o artificiales; fijos y cambiantes, o con características más perceptuales como seguros o inseguros, "...pero con todo, subsiste la imagen de límite. Los bordes que parecen más fuertes son aquellos que no sólo son visualmente prominentes sino que también tienen una forma continua y son impenetrables al movimiento transversal... Muchos son verdaderamente suturas y unen, en vez de ser vallas que separan"<sup>20</sup>; y en la medida que el límite sea penetrado, nos indica que tan útil es para la conservación del ecosistema del Pedregal.

**PERÍMETRO TOTAL DE LA REPSA 30.1 km**  
**48% DE ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO**  
**52% DE ZONAS NÚCLEO**

Bajo esta forma de categorizar el espacio, al interior y en la escala de Ciudad Universitaria, se marcan dos zonas generalizadas: la destinada a las construcciones (edificaciones, vialidad, estacionamientos y áreas verdes) y la destinada al Pedregal y a la REPSA. Sus bordes presentan una heterogeneidad en los tipos de rejas y bardas.

En el caso de aquellos fragmentos de Zonas Núcleo y de Amortiguamiento que no tienen bardas o rejas, se presentan distintos tipos de límite como vías peatonales y vehiculares de alta y mediana velocidad, o el caso de la A3 (Cantera Oriente) que tiene una alta cantidad de elementos limítrofes, incluyendo la topografía modificada que terminó en unas paredes verticales de más de 30 metros de profundidad y cuerpos de agua, lo que la hace impenetrable o peligrosamente penetrable.

Haciendo el recuento, el 50% del perímetro de la Reserva se encuentra bardeado, enrejado o delimita con construcciones, la otra mitad, no cuenta con estos elementos contenedores lo cual ayuda a no seguir fragmentando el ecosistema.

**PONER MÁS BARDAS Y REJAS IMPLICA FRAGMENTAR MÁS EL ECOSISTEMA Y NO SOLUCIONA EL PROBLEMA DE SEGURIDAD**

## Accesos formales

Con el establecimiento de barreras físicas hacia la Reserva Ecológica, se ha tenido que proporcionar accesos, principalmente en donde ya existían caminos y brechas definidas con el uso cotidiano. Otros accesos se terminaron de formalizar, posteriores al establecimiento de las rejas y bardas, inducidos por acciones de vandalismo o por sucesos o emergencias ambientales.

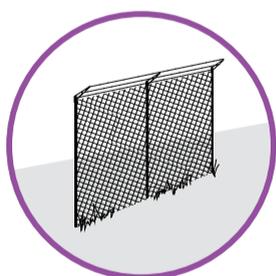
# 36 ACCESOS FORMALES A LAS DIVERSAS ÁREAS DE LA RESERVA

Actualmente existen 36 accesos formales, 15 de ellos caracterizados como principales, 18 como secundarios, y tres contiguos a la REPSA. Los accesos principales generalmente cuentan con la presencia sistemática de personal de vigilancia y control de acceso o con sistemas automatizados o sistemas de cerraduras y chapas; mientras que los secundarios generalmente solo cuentan con diversos dispositivos de cierre, como candados, cadenas con candado y alambrión acerado retorcido. Los contiguos no están ubicados en zonas de la Reserva pero permiten el acceso a la misma.

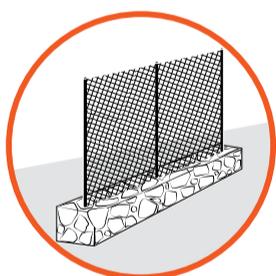
El control de los accesos requiere del mantenimiento constante (como poda de áreas de abatimiento, aceitado de candados, chapas y bisagras y recubrimiento acrílico periódico para reducir la intemperización), así como la coordinación permanente con personal de emergencias como Bomberos y Protección Civil, así como el personal de Vigilancia. Para la gestión de los accesos se estableció una numeración, un código de colores por zonas y se cuenta con la base de datos de accesos donde se indica las características del mismo así como las fechas de mantenimiento.



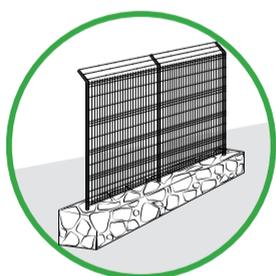
Guardapedregales en rondín de monitoreo de puertas.



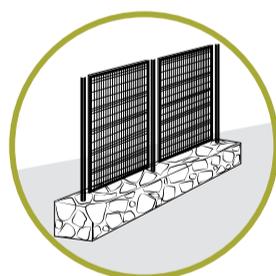
**MALLA CICLÓNICA**  
2.41 km (11.2%)



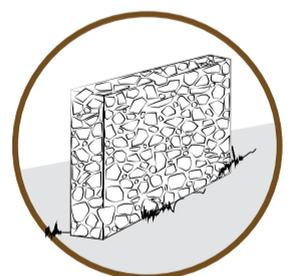
**MURETE Y MALLA CICLÓNICA**  
6.12 km 28.4%



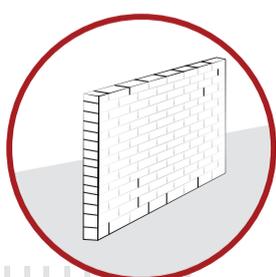
**MURETE Y PARRILLA**  
0.99 km (4.6%)



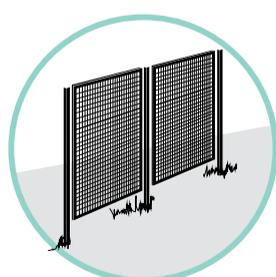
**MURETE Y PÁNELES DE PARRILLA**  
0.45 km (2.1%)



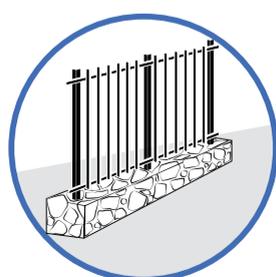
**MURO DE MAMPOSTERÍA**  
3.82 km (17.7%)



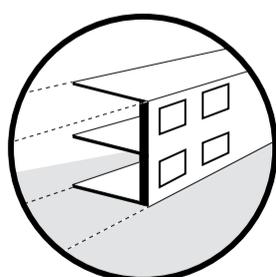
**MURO DE BLOCK**  
0.11 km (0.5%)



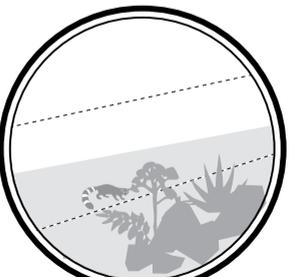
**MALLA PREONDULADA EN PÁNELES**  
0.68 km (3.1%)



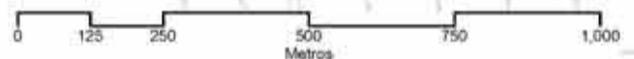
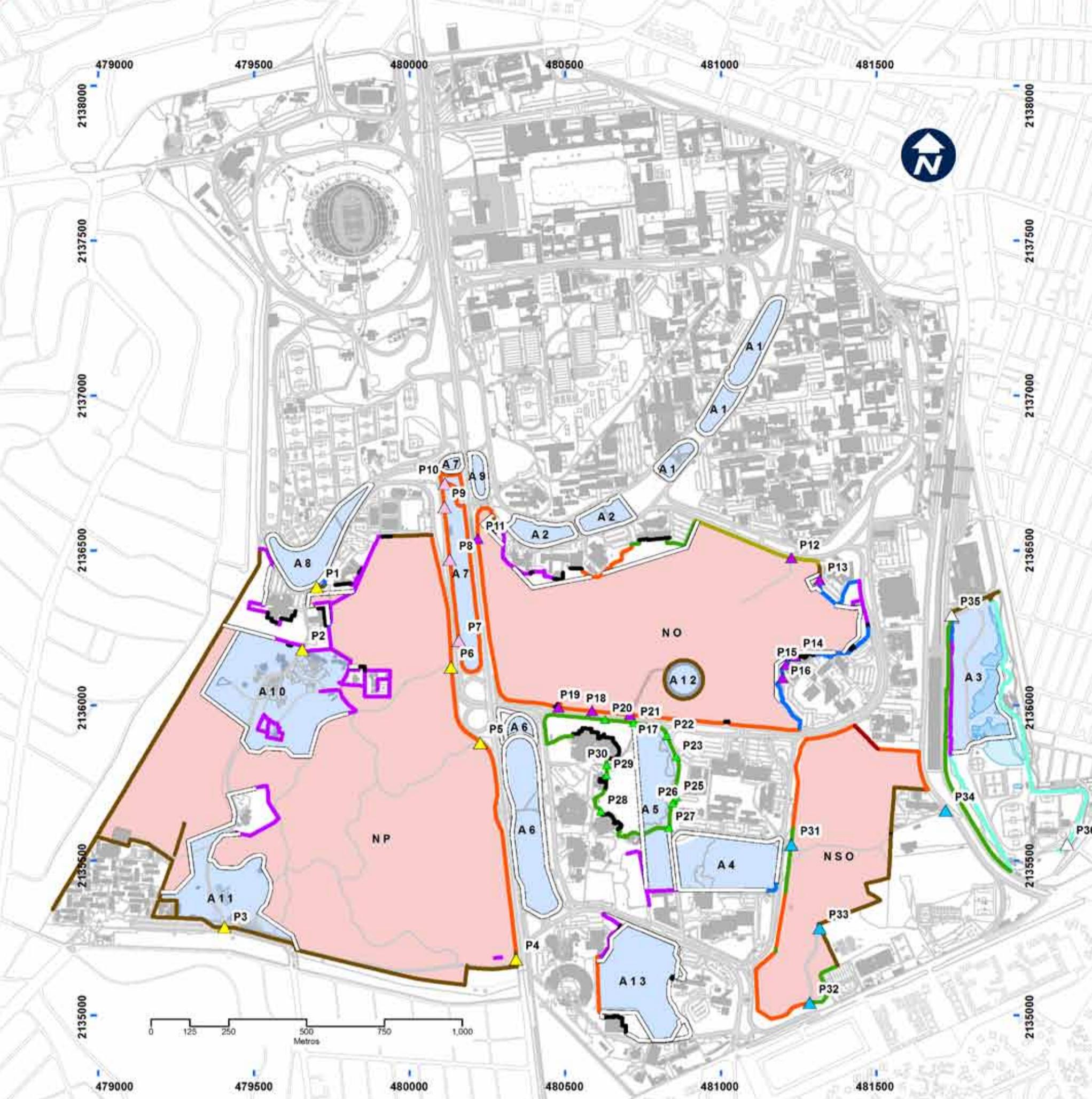
**TUBULAR Y/O PERFIL**  
0.33 km 1.5%



**LÍMITE CON CONSTRUCCIÓN**  
0.24 km (1.1%)



**SIN REJA O BARDA**  
14.93 km (69.1%)



### Límites

- REPSA Zona Núcleo
- REPSA Zona de Amortiguamiento
- Cuerpos de agua
- Edificaciones
- Vialidad

### Accesos por zona

- Zona Núcleo Poniente
- Zona Núcleo Oriente
- Zona Núcleo Sur Oriente
- Zona de amortiguamiento A3 Cantera Oriente
- Zona de amortiguamiento A5 Paseo de las Esculturas
- Zona de amortiguamiento A7 Biomédicas
- Malla ciclónica
- Murete y malla ciclónica
- Murete y parrilla
- Murete y paneles de parrilla
- Muro de mampostería
- Muro de block
- Malla preondulada en paneles
- Tubular y/o perfil
- Limite con construcción
- Sin reja o barda

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, junio 2011 - agosto 2016.

## Caminos

Para la mayoría de las personas, los caminos constituyen los elementos urbanos predominantes<sup>20</sup>. Son en gran medida los que nos permiten transitar el territorio, movernos de un punto a otro para realizar cierta actividad, razón por la cual la red de caminos se verá estrechamente ligada a un sinnúmero de actividades representadas en los mapas del presente Atlas.

**39 KILÓMETROS DE CAMINOS ATRAVIESAN LA RESERVA**

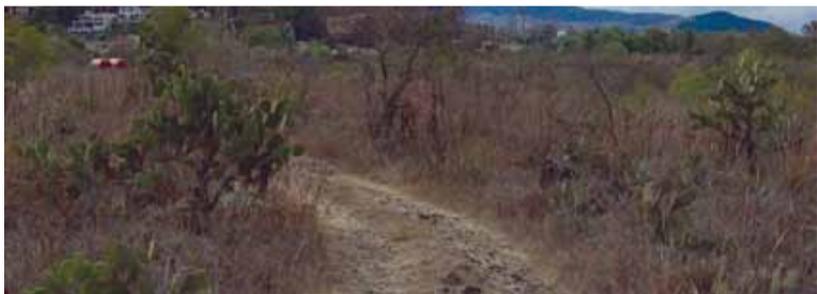
Los caminos encontrados en las zonas de la REPSA son parte del sistema de vialidad de CU, y se subcategorizan en:

**Camino asfaltado:** es la vía más formal al interior de la REPSA en la que su superficie de rodamiento se encuentra asfaltada y tiene una sección transversal de aproximadamente 3 metros. Este camino está ubicado en cinco zonas de la Reserva. En la Zona Núcleo Sur Oriente y una parte del ubicado en la Zona Núcleo Poniente están actualmente en desuso y poco a poco la vegetación va recuperando el espacio perdido.



Camino asfaltado que atraviesa de norte a sur la Zona Núcleo Poniente.

**Brechas:** se caracterizan por tener una superficie de relleno con tierra, tepetate, cascajo o pedacería de piedra braza para eliminar lo abrupto de las curvas naturales del relieve. Por ellas circulan vehículos y peatones. El 80% están ubicadas en las Zonas Núcleo y el resto en las Zonas de Amortiguamiento. Tienen una sección transversal de aproximadamente dos metros.



Brecha Zorra gris en la Zona Núcleo Poniente.

**Camino empedrado con piedra braza:** construido con material de piedra braza para poder transitar en la zona inundable de la Cantera Oriente (A3). El camino va desde avenida Delfín Madrigal hasta el extremo sur que colinda con el área de entrenamiento deportivo.

**Andadores:** sendas adaptadas y acondicionadas para el tránsito peatonal de uso común o con fines educativos. El 88% (4.3 kilómetros) se localiza en Zonas de Amortiguamiento como la A10 (Jardín Botánico), A5 (en la serpiente del Paseo de las Esculturas) o en la A4 (Senda Ecológica). Este tipo de caminos, tienen superficies niveladas o adaptadas, recubiertas con distintos materiales como, gravilla de tezontle rojo, pavimento de concreto, de piedra braza o terreno original.



Andador de la Senda Ecológica (A4) con fines educativos.

**Veredas:** las veredas se desprenden de las brechas o caminos principales, algunas se han establecido por el uso continuo y por la necesidad de acortar el camino en ciertos tramos, otras se han ido consolidando con el paso constante hacia puntos al interior de la Reserva. Se desarrollan siguiendo la topografía irregular del terreno. Tienen una sección transversal muy irregular que va desde veinte centímetros a casi nunca más de ochenta centímetros. Son éstas las que aumentan de manera significativa el acceso a las áreas de la Reserva, haciéndola en muchos casos más vulnerable ante los impactos.



Vereda en la Zona Núcleo Poniente.

El uso de los caminos dentro de la Reserva está determinado por los Lineamientos<sup>17</sup> y el acceso a estos está permitido sólo a aquellas personas que cuenten con el oficio de permiso otorgado por la SEREPSA como parte de un proyecto de investigación. Es importante considerar que la superficie que ocupan los caminos generalmente se convierte en impermeable, por lo que no permiten la infiltración natural del agua de lluvia.

	CAMINO ASFALTADO	CAMINO CON PIEDRA BRAZA	ANDADOR	BRECHAS	VEREDA
A1 Circuito Exterior Norte	-	-	177.56 m 3.61 %	-	-
A2 Circuito Exterior Sur	-	-	85.69 m 1.74 %	-	-
A3 Cantera Oriente	-	556.13 m 100 %	-	-	-
A4 Senda Ecológica	-	-	415.45 m 8.46 %	-	2178.00 m 8.79 %
A5 Paseo de las Esculturas	397.04 m 14.00 %	-	789.44 m 16.07 %	-	4380.88 m 17.69 %
A6 Centro Cultural	-	-	213.21 m 4.34 %	-	1225.47 m 4.95 %
A7 Biomédicas	-	-	153.00 m 3.11 %	-	446.55 m 1.80 %
A8 Biológicas	-	-	64.63 m 1.32 %	-	-
A9 Estadio de Prácticas	-	-	-	-	-
A10 Jardín Botánico	737.08 m 26.00 %	-	2257.23 m 45.95 %	759.00 m 12.06 %	283.00 m 1.14 %
A11 Vivero Alto	424.39 m 14.97 %	-	174.22 m 3.55 %	454.28 m 7.22 %	-
A12 Espacio Escultórico	-	-	-	-	-
A13 Zona Administrativa Exterior	-	-	-	-	680.18 m 2.75 %
Núcleo Oriente	-	-	582.40 m 11.85 %	249.43 m 3.96 %	3864.33 m 15.60 %
Núcleo Sur Oriente	254.14 m 8.96 %	-	-	1286.60 m 20.44 %	7128.86 m 28.79 %
Núcleo Poniente	1022.38 m 36.06 %	-	-	3545.08 m 54.32 %	4577.57 m 18.48 %
<b>TOTAL</b>	<b>2.83 km</b>	<b>0.55 km</b>	<b>4.91 km</b>	<b>6.29 km</b>	<b>24.76 km</b>

Tabla que indica el tipo de camino, su cantidad y su porcentaje dependiendo de la zona de la Reserva en que se encuentra.



## Caminos

- REPSA Zona Núcleo
- REPSA Zona de Amortiguamiento
- Edificaciones
- Vialidad
- Camino asfaltado
- Camino con piedra braza
- Brecha
- Andador
- Veredas

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, 2006 - noviembre 2016.

## Presencia sistemática de personas

Los caminos y los accesos, formales e informales, están directamente ligados tanto a la acumulación de basura, los incendios, los robos y la extracción de flora y fauna, así como a la presencia de indigentes y vandalismo que encuentran en la Reserva y en el resto del *campus*, un refugio y un espacio, -dirían algunos-, de expresión, a expensas del patrimonio universitario.

### Accesos informales y rejas vandalizadas

Paralelamente a los accesos formales, se han identificado accesos informales, por los cuales ingresa un perfil de usuario muy variado; desde estudiantes de la propia Universidad, estudiantes que vienen “de pinta” provenientes de otras instituciones, residentes de las zonas habitacionales vecinas, trabajadores universitarios, personas en situación de calle, hasta personas que realizan actividades ilícitas.

Se tienen identificados 54 puntos de acceso informal, en los cuales la reja o barda es vandalizada o “adaptada” para poder ingresar. Algunos de los accesos informales se utilizan para usos puntuales como por ejemplo, el indigente que ingresa a su área de “estar”, otros son utilizados por diversos usuarios a la vez, como la reja del CCH Sur a un costado de la Zona Núcleo Poniente.



Alumno del CCH Sur sorprendido *in fraganti* mientras se salta al territorio de la Zona Núcleo Poniente por un acceso informal.

Se identifican accesos donde una vez cerrado el mismo no se incurre en el daño y otros puntos e incluso zonas, donde una vez detectado el acceso, reportado y reparado, al paso de cierto tiempo, el daño se vuelve a presentar, es en estas zonas donde las acciones requieren de entender a mayor profundidad el origen del problema para poder proponer acciones eficientes.

### Spots

Nombramos como *spots* a los puntos de encuentro frecuente donde se realizan prácticas como socialización, consumo de alcohol y drogas o relaciones sexuales dentro de las zonas de la Reserva. En estos sitios los impactos al ecosistema son variados e incluyen desde la acumulación de residuos, inhibición de crecimiento de especies nativas, hasta la propagación y dispersión de especies exóticas en los mismos puntos y en los caminos por los que se ingresa a ellos.



Alumnos del CCH Sur en uno de los *spots*, se observa la presencia de *Leontotis* y la ausencia de vegetación nativa en las áreas utilizadas.

Se identifica un tipo particular de *spots*, al cual llamamos de socialización, donde indigentes o pepenadores utilizan como sitios de encuentro para socializar o separar o acomodar sus residuos y aunque no pernoctan en él los usan de manera frecuente. Se registran seis para el *campus*, de los cuales cuatro se encuentran en zonas de la Reserva.

## Vandalismo

Incluye el rayar, pintar, “graffitear”, dañar o robar, desde instalaciones, paredes, señales informativas, hasta la roca volcánica o vegetación nativa. La vandalización de señales y esculturas es un fenómeno constante, hasta esta edición se tienen registradas 35 señales y prácticamente todas las esculturas “graffiteadas”; este constante daño implica limpiezas permanentes, renovación total y en el caso de las esculturas la restauración profesional ya que son obra patrimonial.



Nopal con restos de pintura en la Zona Núcleo Poniente.



Señal de la Zona Núcleo Poniente vandalizada a menos de un mes de su colocación.



Basura acumulada, sobre todo vidrio de botellas de cerveza y roca volcánica vandalizada en spot de la Zona de Amortiguamiento A5.

En la edición anterior se registró el robo total o parcial de partes de una escultura, cinco mojoneras y 120 metros lineales de malla ciclónica, de 2013 a la fecha no se ha observado este tipo de daño en particular.

### Indigentes

Los indigentes aprovechan el Pedregal como casa, en la cual acumulan múltiples desperdicios que van colectando. A pesar de contar con instalaciones precarias, realizan sus actividades de manera cotidiana, se alimentan de los desperdicios y defecan al aire libre; algunos, al tratar de calentarse en la época de invierno, acumulan material combustible el cual al prenderlo se les sale de control propiciando incendios y daños a su persona. Algunos indigentes tienen problemas psiquiátricos, pero también los hay sanos, aquellos que como trabajadores de obras y construcciones no poseen los medios para transportarse a su hogar y se instalan de manera temporal. La mayor pertenencia y compañía de un indigente son los perros, generalmente callejeros, los cuales acumula y mantiene. Por ejemplo, en enero del 2012 se desmanteló el campamento de un indigente que mantenía 27 perros dentro de la Zona Núcleo Sur Oriente, al cual se le observó desde noviembre de 2010 con tan sólo tres perros.

Actualmente dentro de la Reserva se registra sólo a un indigente que reincide a pesar de que su albergue ya ha sido desmantelado anteriormente.

El uso para defecar y orinar al aire libre, en las áreas de Reserva, por parte de personas con una presencia sistemática, principalmente taxistas, tiene un impacto importante en la salud humana y del ecosistema, más aún si consideramos que en CU transitan diariamente 23 mil taxistas<sup>5</sup>.



## Presencia sistemática de personas

- |  |  |   |                  |   |
|--|--|---|------------------|---|
| REPSA Zona Núcleo                      | REPSA Zona de Amortiguamiento                  | Cuerpos de agua                                   | Edificaciones    | Vialidad                                  |
| Indigente                              | Mampara, señalización, poste o mojonera robada | Mampara vandalizada o en mal estado               | Acceso principal | Acceso secundario                         |
| Puntos Spot                            | Puntos de socialización de indigentes          | Acceso indirecto                                  | Bases vigilancia | Camaras de vigilancia próximas a la REPSA |
| Zonas de encuentros sexuales 2006-2012 | Zonas de encuentros sexuales 2012-2016         | Accesos informales en bardas y rejas vandalizadas |                  |   |

## Acumulación de residuos, desechos, basura

Un *residuo* es aquel material que te “sobra” después de un proceso; un *desecho*, “aquello que te queda después de haber escogido lo mejor y lo más útil”; y la *basura* es “suciedad”, es una “cosa repugnante o despreciable”<sup>21</sup>... En la naturaleza nada se desperdicia, todo residuo es un insumo para otro proceso, otro ciclo, pero en las ciudades hemos roto estos ciclos, en gran parte, por la velocidad en la que consumimos y crecemos, ya que esto no nos permite analizar cómo podemos reintegrar los residuos en los ciclos locales de producción y consumo, además de que estamos importando insumos de otros sistemas y ello propicia una acumulación de materia que en algún lugar debemos colocar.

En este sentido, el Pedregal y específicamente la Reserva, lamentablemente, ha sido un espacio para depositar basura, residuos de jardinería (en conjunto denominados residuos sólidos urbanos, RSU) y los residuos de obras y construcciones (residuos de manejo especial), lo cual contribuye al deterioro y reducción del ecosistema original y desata una laboriosa tarea de limpieza y mitigación constante del daño.

**15** ton

**DIARIAS DE DESECHOS  
GENERADOS EN CU<sup>22</sup>**  
sin incluir desechos de jardinería

### La producción de “basura”

Aquí se engloba a todos los residuos de envolturas y restos de lo que se consume en el día a día, así como los desechos domésticos que se depositan en zonas de la Reserva. Este tipo de residuos se caracteriza por ser muy diverso y contener muchos tipos de plásticos así como ir mezclados con residuos orgánicos.

No contamos con el dato exacto de la cantidad de basura que existe dentro de la Reserva, pero sí identificamos zonas de acumulación constante como el Espacio Escultórico (A12) y el Paseo de las Esculturas (A5), las cuales son áreas de acceso continuo. Asimismo en las áreas aledañas a los 39 km de caminos y veredas es frecuente encontrar basura.



Guardapedregales en registro de acumulación de residuos de jardinería y sólidos urbanos de las casas contiguas a la Zona Núcleo Poniente.

El área de contacto entre la Zona Núcleo Poniente y los 21 terrenos de casas particulares de la Delegación Álvaro Obregón (790 m), es un área donde se han acumulado durante años desechos domésticos de diversa índole, se estiman 500 toneladas de desechos en dicha área.

**500** ton

**DE DESECHOS DE CASAS DE  
LA COLONIA JARDINES DEL  
PEDREGAL EN LA RESERVA**

Aunado a esto y producto de nuestros hábitos de consumo, están el comercio informal, la pepena y la indigencia, los cuales, como se dijo en el tema anterior, también aportan una gran cantidad de residuos. Se ha observado que algunos vendedores ambulantes tienen lugares, entre las grietas y oquedades del Pedregal, donde guardan su mercancía y acumulan el em-

balaje; los pepenadores, a pesar de cumplir una función importante aún no cubierta por la Universidad, también contribuyen a la dispersión de basura.

Si bien la basura es un problema que depende de nuestros hábitos y por lo tanto somos parte de este círculo vicioso, es importante destacar la existencia del Comité Asesor de Salud, Protección Civil y Manejo Ambiental, como la instancia universitaria encargada de atenderlo<sup>23,24</sup>.

### Residuos de jardinería

Existen diversos sitios aledaños e internos a la Reserva en los que se deposita el residuo de jardinería como hojas, ramas e inclusive árboles, a pesar de que CU cuenta con un mecanismo específico para la recolección de residuos de poda y una planta de composta para procesarlos. Este tipo de acumulación propicia la formación de suelo y la posterior entrada de plantas exóticas, asimismo puede funcionar como combustible para un incendio.



Residuos de jardinería y decorativos en el Zona de Amortiguamiento A4, provenientes de la zona de Institutos de Humanidades.

### Residuos de obras y construcciones

Cualquier obra o construcción, por pequeña que sea, genera *residuos de manejo especial*. Este tipo de residuos requieren ser llevados a lugares específicos para su disposición final, por ello se considera un delito depositarlos fuera de dichos sitios<sup>25</sup>.

Anteriormente CU era utilizado para descargar cascajo de manera ilícita, pero para la presente edición no se tiene registro de tiraderos nuevos de 2013 a la fecha.

Históricamente se tienen registradas 54.4 ha cubiertas por cascajo, tierra o tepetate dentro de la Reserva, donde por lo general crece el pasto kikuyo. Con esto se puede estimar (considerando sólo un metro de profundidad en promedio) la cantidad de desechos de construcción dentro de la Reserva.

**544**

**MIL m<sup>3</sup> DE DESECHOS DE  
OBRAS Y CONSTRUCCIONES  
DENTRO DE LA RESERVA**

Las consecuencias de rellenar el Pedregal, además de fomentar la presencia de plantas exóticas al proveerles de suelo y de perder superficie del ecosistema original son el de hacer impermeable la superficie rellenada con tepetate, ya que promueve una alta densidad, una baja conductividad hidráulica, así como una alta retención de humedad<sup>26</sup>, con lo cual estamos perdiendo superficie de captación de agua.



Desechos de trabajadores de la obra de construcción de la Unidad de Posgrado.



## Acumulación de residuos, desechos, basura

- |  |   |                               |               |          |
|--|---|-------------------------------|---------------|----------|
| Cuerpos de agua                                    | REPSA Zona Núcleo                                   | REPSA Zona de Amortiguamiento | Edificaciones | Vialidad |
| Basura residencial en colindancia de límite urbano | Tiros de jardinería                                 |                               |               |          |
| Basura en zonas focalizadas                        | Contenedores de residuos de jardinería              |                               |               |          |
| Cascajo o tierra descargada clandestinamente       | Viales rotas del sistema Metrobús                   |                               |               |          |
| Cascajo  | Barreras rellenas rotas del sistema Metrobús        |                               |               |          |
|  | Rellenos históricos con cascajo-tierra-desperdicios |                               |               |          |

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, junio 2011 - agosto 2016.

## Riesgos para la flora nativa

### Extracción de flora nativa

Uno de los riesgos que genera pérdida de la biodiversidad en un ecosistema, es sin duda la extracción de la vida silvestre. El impacto de esta práctica depende de la escala en la que se realiza así como la frecuencia. El Pedregal presente en el *campus* representa uno de los últimos espacios para la vida silvestre del matorral xerófilo, reducir las poblaciones o incidir en la reducción de su variabilidad genética aumenta el riesgo de perder especies nativas del ecosistema original del cual hoy en día queda menos del 46%<sup>27</sup>.

Dentro de las zonas de Reserva, la extracción de plantas con fines comerciales no está permitida y la extracción de partes y derivados para fines de investigación requiere del permiso de colecta otorgado por la SEMARNAT.

Aun existe, aunque cada vez menos frecuente, la extracción de flora dentro de las áreas de la Reserva. Un ejemplo sencillo tiene que ver con la extracción eventual de flores ya sea para regalar u ofrendar en altares.



Extracción eventual de flores. Algunas flores extraídas recurrentemente: Flor del tigre y Estrellita de San Nicolás.

Un caso especial de extracción es el del zacatón (*Muhlenbergia robusta*) que es utilizado como base para los arcos florales de iglesias. De 2013 a la fecha se registró el robo de individuos de especies de importancia para el ecosistema, ante lo cual se procedió legalmente ya que la vida silvestre del país está protegida por la Ley General de Vida Silvestre.



Extracción de zacatón de la Zona de Amortiguamiento A13.

### Introducción de flora exótica

La flora exótica (plantas que se encuentran fuera de su distribución original o nativa, histórica o actual, y cuya presencia no es acorde con su potencial de dispersión original<sup>28</sup>) genera impactos diversos al ecosistema. Cotidianamente, debido al gran flujo de especies que existe actualmente, entra una gran cantidad de especies a los ecosistemas originarios, no todas sobreviven en ellos y no todas las que sobreviven se comportan de manera invasiva, pero las que lo hacen representan un gran riesgo para el ecosistema ya que modifican las redes tróficas e incluso el proceso de sucesión ecológica.

Generalmente el establecimiento de especies exóticas dentro de un ecosistema originario se genera debido a una previa perturbación en el mismo, por lo que al observar especies exóti-

cas podemos inferir que se realizó un daño anteriormente. Frecuentemente las especies de plantas usadas para ornato se pueden comportar como invasoras ya que presentan una tasa de crecimiento alta, producen muchas semillas o tienen reproducción vegetativa, además algunas de ellas se eligen debido a que pueden sobrevivir a la sequía, lo cual promueve su fácil adaptación al ecosistema, una rápida dispersión y ocupación del territorio con lo que desplazan a la flora nativa.

### SE HAN REGISTRADO AL MENOS 59 ESPECIES DE PLANTAS EXÓTICAS DENTRO DE LA RESERVA

#### Especies exóticas herbáceas y arbustivas

El impacto en el ecosistema originario por parte de las especies exóticas que crecen como hierbas o arbustos depende de su grado de invasividad. Dentro de la Reserva actualmente tenemos tres ejemplos notables de hierbas exóticas invasoras: son el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el bastón de San Francisco (*Leonotis nepetifolia*) y la madre de millones (*Kalanchoe* spp.), las tres originarias de África.

### 17% DE LA REPSA ESTÁ CUBIERTA POR PASTO KIKUYO

El ejemplo más notable es el pasto kikuyo, cuyo uso extensivo para el ajardinamiento de las áreas verdes del *campus* ha promovido el relleno de pedregales así como un alto consumo de agua e insumos para su mantenimiento. Esta especie tiene un comportamiento invasivo por lo que en las áreas de colindancia con pedregales o zonas de la Reserva ha ocupado una importante superficie, evitando la instalación de especies nativas y funcionando como combustible que aviva los incendios que ocurren durante la temporada seca.



Imagen aérea que muestra la invasión del pasto kikuyo a la Zona Núcleo Poniente de la Reserva.



ZONA DE CONTACTO ENTRE LA RESERVA Y EL PASTO EXÓTICO (*Pennisetum clandestinum*) EQUIVALENTE A LA DISTANCIA ENTRE LAS ESTACIONES DE METROBUS PERISUR E INDIOS VERDES

En el mapa y en la foto podemos observar las significativas áreas cubiertas de pasto kikuyo que han ido creciendo paulatinamente conforme se va generando suelo en zonas colindantes con la REPSA. Estas áreas deben tener un manejo que permita eliminar el pasto, extraer los rellenos y restablecer la flora local.

Uno de los sitios en donde se pueden observar muy bien los efectos nocivos de las plantas invasoras, es el área que circunda al Jardín Botánico y en la zona de producción de pasto del vivero alto, en las Zonas de Amortiguamiento A10 y A11, dentro del polígono Núcleo Poniente de la REPSA. En esta zona del *campus* el pasto kikuyo y los eucaliptos prosperan juntos bordeando la Reserva en forma de agrupamientos densos. Esta frontera permite estudiar las interacciones y los efectos negativos de estas especies que ejercen una fuerte presión sobre el matorral xerófilo.



## Riesgos para la flora nativa. Pasto

- REPSA Zona Núcleo
- REPSA Zona de Amortiguamiento
- Cuerpos de agua
- Edificaciones
- Vialidad
- Línea de contacto pasto con Pedregal
- Pasto kikuyo predominantemente

El impacto del bastón de San Nicolás y de la madre de millones no se ha identificado pero la primera compite por los polinizadores con las especies nativas y la segunda compite por el espacio ya que una vez instalada forma extensos tapetes monoespecíficos.



Especies exóticas invasoras presentes en la REPSA y en CU: Bastón de San Nicolás (*Leonotis nepetifolia*) y madre de millones (*Kalanchoe* sp.)

### Especies exóticas arbóreas

Dentro de las especies exóticas, las que presentan un crecimiento arbóreo representan un mayor riesgo para el ecosistema, en particular para los pastizales y matorrales nativos, ya que un árbol genera un cambio estructural en el ecosistema pudiendo modificar por completo el proceso de sucesión ecológica.

**8% DE LA REPSA ESTÁ CUBIERTA POR EUCALIPTO**

Los eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), las casuarinas (*Casuarinas* sp.), los robles australianos (*Grevillea* sp.), los fresnos (*Fraxinus uhdei*) y las jacarandas (*Jacaranda* sp.) son algunas de las especies arbóreas exóticas, las tres primeras originarias de Australia y la última de Brasil, que se encuentran en las áreas de la Reserva y se comportan como invasoras.



Extensa masa forestal formada por eucaliptos en la Zona Núcleo Poniente.

El amplio establecimiento del eucalipto en la Reserva lo ha hecho una de las especies más alarmantes ya que ha provocado un desplazamiento de especies nativas, en parte por los efectos que sus hojas tienen de inhibir la germinación y crecimiento de plantas, además del agotamiento de agua que propicia el crecimiento de sus raíces y que no permite el establecimiento de otras especies. La sombra que causan sus frondas también condiciona el establecimiento natural de la vegetación nativa.

**EN UN CONTEO RÁPIDO DE CUATRO CUADRANTES DE 2,500 m<sup>2</sup> SE ENCONTRÓ UN PROMEDIO DE 60 EUCALIPTOS**

En el mapa se pueden observar extensas masas forestales donde la especie predominante es el eucalipto y se hace evidente el impacto que éste genera al ecosistema al comportarse como una especie de establecimiento extensivo.

### Presencia de muérdago

La jardinería convencional (donde predomina el uso de especies exóticas y sobretodo arbóreas), que se ha venido practicando dentro de las instalaciones del *campus* en los últimos años, ha causado un enorme daño al ecosistema debido a la proliferación de especies invasoras, pero también porque es un modelo de mayor consumo de agua y mantenimiento.

Esta práctica ha generado, además, otros problemas fitosanitarios como la proliferación del muérdago (*Struthanthus* spp.), que se propaga sobre todo en algunas especies de árboles con los cuales se ha forestado el *campus* desde tiempo atrás. Esta planta parásita está generando una desaparición de la cobertura forestal y tiende a ser un problema de grandes dimensiones si no se controla eficazmente.

Pero lo más grave para el caso de la REPSA es que esta planta se ha observado, por lo menos, sobre especies nativas del Pedregal como el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), la falsa retama (*Senna septemtrionalis*), *Bursera fagaroides*, *Montanoa tomentosa*, que forman parte del paisaje del matorral xerófilo. Asimismo se registra en los árboles de fresno ubicados dentro de la Reserva, los cuales sirven como puntos de dispersión de la planta parásita.



*Eysenhardtia polystachya*, en la Zona Núcleo Poniente, muerta por la invasión de muérdago.

### Jardín Botánico

Hay que considerar que en el Jardín Botánico están presentes cerca de 1,200 especies de flora mexicana, pero la mayoría, ajena al Pedregal. Esta gran colección tiene 12,032 metros de contacto con el Pedregal, por lo cual sería prudente implementar medidas (barreras y franjas de amortiguamiento con flora nativa del Pedregal) para impedir la invasión y establecimiento de éstas especies al interior de la REPSA.



Paisaje del Jardín Botánico.

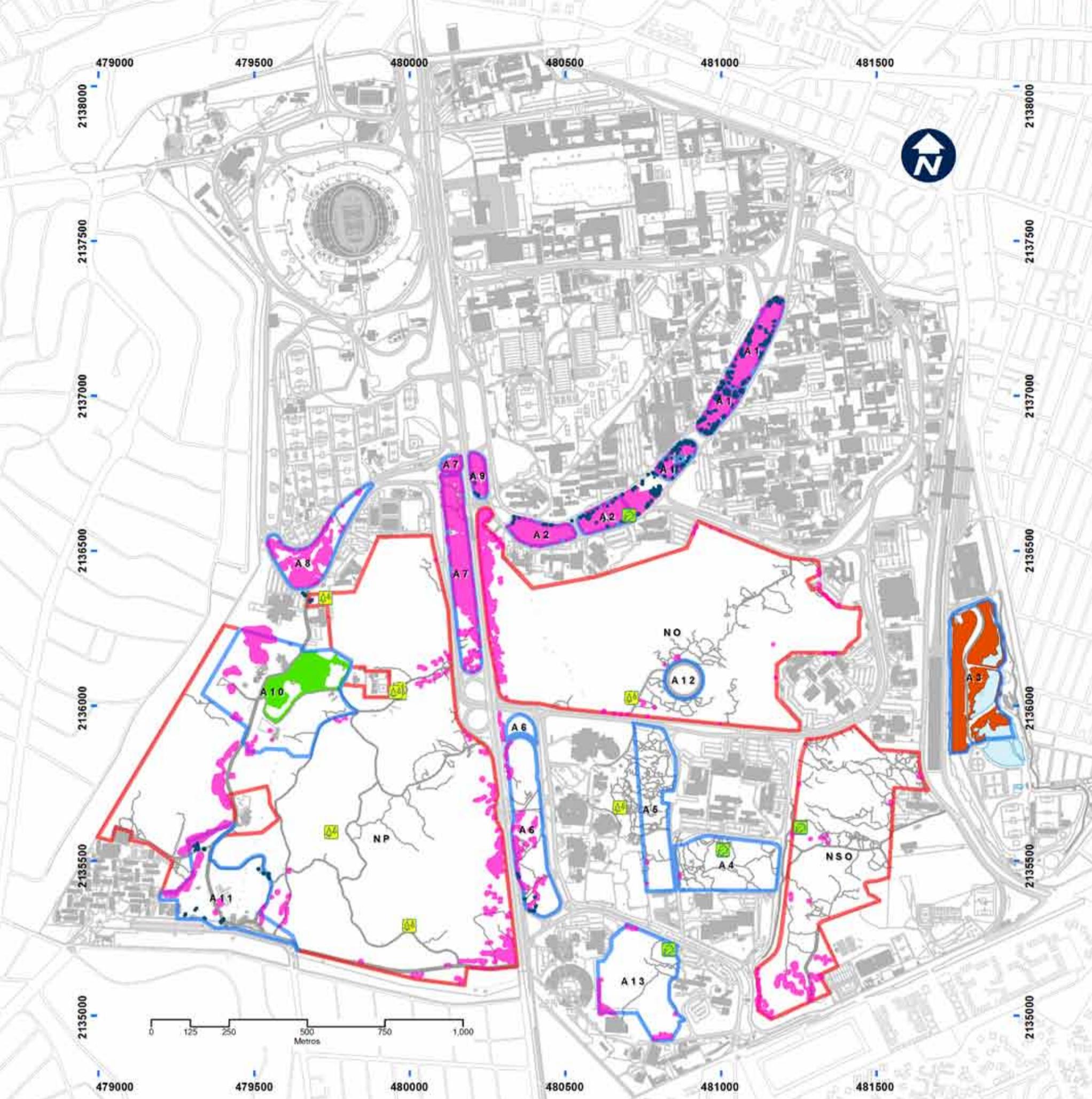
### Cantera Oriente

En contraste con esta zona y con el matorral xerófilo en general, tenemos el particular paisaje que se ha propiciado a partir de la explotación de canteras y que dentro del área protegida se conoce como Cantera Oriente (A3). Aquí proliferan plantas acuáticas que conviven con el establecimiento de un bosque artificial formado en un relleno repleto de plantas exógenas.

Este interesante lugar de la REPSA da cuenta de la formidable modificación ambiental a la que puede ser sometido un Pedregal a consecuencia de la extracción de material pétreo que llegó al antiguo nivel de lo que fuera un lago.



Paisaje del Pedregal totalmente modificado de la Cantera Oriente (A3).



## Riesgos para la flora nativa. Eucalipto y Casuarina

- REPSA Zona Núcleo
- REPSA Zona de Amortiguamiento
- Cuerpos de agua
- Edificaciones
- Vialidad
- Zonas de árboles plagados con muérdago
- Recolección ilegal de flora
- Casuarina
- Eucalipto
- Vegetación de colección del Jardín Botánico
- Vegetación inducida e introducida Cantera Oriente

## Riesgos para la fauna nativa

A pesar de estar embebida en una de las urbes más grandes del mundo, la REPSA alberga al menos, 180 especies de vertebrados nativos de la cuenca de México. Los animales nativos de CU, para poder sobrevivir, necesitan lidiar día a día con la pérdida y fragmentación de su hábitat, la competencia y desplazamiento por fauna exótica, así como con el cambio de hábitos para poderse adaptar a las modificaciones de su entorno.

Históricamente se tienen registradas 30 especies de mamíferos nativos silvestres para la REPSA<sup>29</sup>. La especie más visible es el ardillón, seguida por el tlacuache, los cacomixtles, el conejo y el zorrillo moteado, como parte de la fauna local, aunque también se registra una abundancia importante del perro y el gato como fauna introducida<sup>30-35</sup>.



Mamíferos medianos nativos del Pedregal de Ciudad Universitaria: Ardillón, tlacuache, cacomixtle y zorrillo moteado.

Desde el año 2007 no se tiene evidencia robusta o al menos un avistamiento de algún ejemplar de zorra gris o sus rastros, lo que implicaría que posiblemente se perdió esta especie dentro de la REPSA, sin conocer la causa<sup>29</sup>.

Los mamíferos nativos de las reservas pequeñas, fragmentadas y aisladas son vulnerables debido a que las poblaciones son exiguas y existe una baja variabilidad genética. A pesar de la endogamia y de las barreras ecológicas, las especies de carnívoros como la zorra gris y el cacomixtle, tienen potencial de crecimiento demográfico y sus poblaciones pueden recuperarse rápidamente gracias a que su reproductividad es alta, lo cual da una esperanza para estos animales que están en la cúspide de la red alimentaria, y cuya existencia nos habla de que el ecosistema, en general, se encuentra en buenas condiciones.

Es importante mencionar que cualquier vertebrado de vida silvestre que no es autosuficiente está condenado a no sobrevivir; por ello el alimentar a la fauna nativa es contraproducente para su supervivencia.

**SI TE INTERESA PROTEGER LA FAUNA NATIVA, NO LA ALIMENTES**

### Fragmentación: vialidad y rejas

El motivo primordial por el cual se fragmentan los ecosistemas es por la urbanización y uno de los impactos ecológicos es la disminución de las poblaciones de fauna nativa, ya sea por que quedan sepultados, porque al huir son atropellados o mueren por el estrés causado por las obras<sup>36-39</sup>.

Hoy en día la REPSA está compuesta por 23 fragmentos separados por 51 km de vialidad del circuito universitario (aproximadamente 54 ha de superficie), 15 km de rejas y la avenida de los Insurgentes. En Ciudad Universitaria circulan más de

70 mil automóviles diarios<sup>5</sup>. A pesar de que el 30% del *campus* universitario es Reserva Ecológica, los animales no distinguen dónde comienza y dónde termina ésta, y se movilizan en el 100% de CU para poder satisfacer sus necesidades, que van desde alimentarse hasta poder encontrar una pareja. A esto se le suma que algunas rejas cuentan con sistemas extra de seguridad, como navajas o púas que lastiman a la fauna que pasa por ellas.



Serpiente de cascabel atropellada en el Circuito Exterior frente del Instituto de Biología.

**NO MÁS DE 40 km/hr  
BAJÉMOSE LA VELOCIDAD  
A LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD**

A pesar de que dentro del *campus* la velocidad máxima es de 40 km/hr, velocidad a la cual se podría eludir perfectamente a animales de locomoción lenta, se estima que dentro de CU se atropella a un mamífero mediano al día. Los sitios con mayor reporte de atropellamientos coinciden con lugares donde la vialidad es recta y los conductores aumentan la velocidad, pero el registro de fauna atropellada está presente en prácticamente todas las vialidades del *campus*. A principios de 2012 se colocaron siete pares de señales que informan sobre el paso de fauna nativa y convocan a reducir la velocidad.



Señales que indican el paso de fauna nativa en el circuito universitario. La huella de la señal "¡Alto!" pertenece a un tlacuache.

La colocación arbitraria de cercas, bardas y rejas, prohíbe el tránsito natural de los animales, especialmente la reja tipo parrilla cuya abertura es muy pequeña, haciéndolos más vulnerables al tratar de encontrar un paso. Esto último podría ser mitigado, al menos en parte, con la colocación estratégica de pasos de fauna a través de las cercas. Hoy en día existen al menos 53 ductos y hoyos en las bardas que funcionan como pasos de fauna, pero es necesario replantear su ubicación adecuada, además de considerar la reapertura de algunos que por diversos motivos se han cerrado.

### Extracción de fauna

Un riesgo poco evidente pero latente e importante es la extracción de fauna nativa. Al menos, se conoce que la gente extrae del Pedregal aves, tarántulas y chapulines. A las primeras las extraen personas que de manera ilegal lucran con ellas, las segundas son extraídas por coleccionistas y aficionados. Los chapulines son extraídos durante el mes de octubre, cuando están en apogeo los adultos, para venderlos como botana. Desconocemos si existe alguna otra especie extraída, así como las cantidades de las que sí lo son, pero es necesario tomar las medidas preventivas para que estas acciones cesen, ya que son una presión más para el ecosistema. Cabe mencionar que la extracción de ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre como parte de algún proyecto de investigación, requiere del permiso de colecta otorgado por la SEMARNAT.



## Riesgos para la fauna nativa



Fuente: Datos generados por la SEREPSA, 2011 - 2016.

## Fauna exótica

Los términos exótico, introducido o no nativo se refieren a una especie que se encuentra fuera de su área de distribución original o nativa (histórica o actual), la cual no está acorde con su potencial original de dispersión y que llegó ahí por acciones humanas directas o indirectas<sup>40</sup>.

No todas las especies exóticas tienen éxito para establecer sus poblaciones ya que, si el ecosistema no está muy perturbado, encuentran una “resistencia ecológica”, pero al reducir la diversidad nativa, los seres humanos ayudamos al establecimiento de las especies exóticas ya que reducimos la competencia natural.

El grado de perjuicio que puede tener una especie exótica depende del tamaño de su población y su capacidad reproductiva<sup>41</sup>; y puede llegar a dominar en una comunidad debido a su amplio margen de tolerancia a diferentes hábitats, a su carácter alimentario generalista y a la ausencia de predadores; con todo ello son capaces de modificar las redes alimentarias de un ecosistema y poner en peligro a la flora y fauna nativa<sup>42</sup>.

Dentro de la REPSA se han registrado animales exóticos como: ranas, iguanas, tortugas, palomas, tordos, gorrión inglés, ratas negra y gris, ratones caseros, ardillas negras, perros y gatos. Estos dos últimos identificados también como poblaciones ferales. Muchos de estos animales exóticos fueron abandonados, por ejemplo, las tortugas japonesas (*Trachemys scripta*) presentes en los estanques del Jardín Botánico; otros escaparon de su cautiverio, como halcones de cetreros.



Ardilla arborícola (*Sciurus aureogaster*) no nativa del Pedregal.

A pesar de lo que comúnmente se cree, las ardillas negras no son parte de la fauna nativa del Pedregal, ésta especie se distribuye en los árboles y llegó a Ciudad Universitaria gracias a que la forestamos con especies exóticas arbóreas. Aunque se desenvuelven en un estrato diferente se ha observado que estas ardillas compiten por el recurso con los ardillones del Pedregal así como con las aves.

## Fauna feral

El término fauna feral se refiere al establecimiento, en el medio silvestre, de poblaciones de especies exóticas que derivaron, forzosamente, de una condición doméstica. Los animales que dan origen a poblaciones ferales son siempre animales domésticos como los gatos y los perros<sup>40,43</sup>.



Individuo de la población feral ubicada dentro de la Zona Núcleo Sur Oriente, captada a través de fototrampéo.

Se considera que la presencia de perros y gatos en la REPSA tiene un impacto negativo en el bienestar y supervivencia de la fauna nativa, ya que: 1) generan un cambio en la conducta de ésta; 2) desplazan, marginan y reducen; y 3) transmiten enfermedades pudiendo diezmar sus poblaciones. Asimismo, la fauna silvestre es portadora de enfermedades (rabia, toxoplasmosis, parvovirus, leptospirosis, etc...)<sup>42</sup>, que puede transmitir a perros y gatos; aunado a esto se tienen registradas más de

35 enfermedades que perros y gatos pueden transmitir a los seres humanos, lo cual representa un gran riesgo de salud pública en CU. Por ejemplo, se ha demostrado la existencia de algunas serovariedades de *Leptospira* en animales silvestres de la REPSA algunas de las cuales (como la *Leptospira canicola*) puede ser transmitida al ser humano y cuyo portador es el perro<sup>44-45</sup>.

### **POR LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES, LA PRESENCIA DE PERROS Y GATOS FERALES REPRESENTA UN RIESGO DE SALUD PÚBLICA EN CU**

De los animales atacados por perros, algunos sólo son heridos pero otros mueren. Generalmente debido a los ataques. Generalmente los animales que se encuentran en estas condiciones son los cacomixtles y los tlacuaches a los cuales los perros sólo matan y no se los comen, esto podría indicar que lo hacen para delimitar su territorio; aunque se sabe que los perros sí se alimentan de conejos y ardillones.



Zorrillo moteado muerto por gatos en la Zona Cultural. Foto: Dr. Constantino Macías

La población de perros dentro de la Reserva, se ha reducido de 80 (2012) a 11 (2016). Estos animales han desarrollado conductas para vivir agrupados; están organizados para la vigilancia y el vagabundeo y se ha observado que bajo amenaza responden de manera solidaria con los de su manada. Se estima que al año, entre 40 y 80 perros abandonados, extraviados o callejeros deambulan libremente por el *campus*.

La supervivencia de las poblaciones ferales depende de la facilidad para obtener alimentos. Son considerados animales oportunistas y depredadores muy hábiles, ya que pueden encontrar su alimento en la basura o en un momento dado cazando animales en las zonas que invaden.

El problema se incrementa con el comportamiento de ciertas personas, de la propia comunidad universitaria o vecinos de ésta, que les proporcionan alimento y agua, lo cual contribuye a que los perros y gatos puedan sobrevivir más tiempo en estos lugares.



Comida que deja la gente para alimentar a perros y gatos dentro de la REPSA.

No se han encontrado pruebas directas del efecto de los gatos en la fauna nativa, esto debido a que son más sigilosos y voraces, por lo cual, no dejan evidencias. Pero se sabe que comen lagartijas, aves, murciélagos y ratones, además de que en los lugares en los que se observan frecuentemente gatos, las poblaciones de animales nativos se reducen. En 2008 se estimaron que hay unos 400 gatos<sup>32</sup> dentro del *campus*, los cuales rondan libres y sin control.

### **EL ABANDONO DE ANIMALES DOMÉSTICOS EN CU, A PARTE DE SER MALTRATO ANIMAL, GENERA UN DAÑO A LA FAUNA NATIVA DEL PEDREGAL**

## Acumulación de desechos

Los residuos generados por las más de 250 mil personas que habitamos en CU diariamente, los cuales se estiman en 53 toneladas diarias\*, además de los desechos generados por restaurantes, barras, cafeterías, expendios de dulces, vendedores informales, etc... favorecen a la fauna feral y fauna nociva, además de contaminar el ambiente en general.

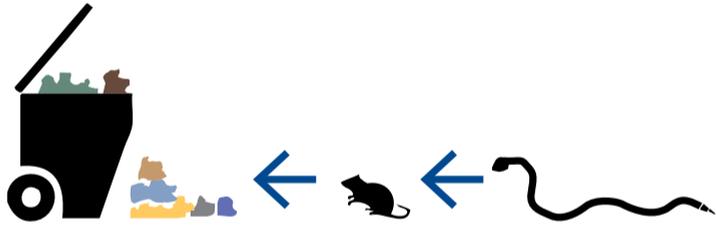
Los contenedores y basureros en general funcionan como atractivos de perros, gatos y ratas, detrás de las cuales van las serpientes. Los pepenadores que frecuentan los contenedores, trayendo consigo perros, se suman a este círculo vicioso.

Esta disponibilidad excesiva de alimentos, la cual no es natural, propicia cambios en los hábitos alimentarios de la fauna nativa, teniendo, probablemente, un impacto en su bienestar y supervivencia, además de que la búsqueda de éstos aumenta el riesgo de atropellamiento y su vulnerabilidad ante perros y gatos.



Contenedores ubicados a un costado de "El Cafesin" de Ciencias dentro de la Zona de Amortiguamiento A1.

Aunado a ello, los diferentes tipos de botes existentes dentro del *campus*, como los botes campana, son un atractivo de fauna y es común encontrar animales, como los tlacuaches, atrapados en ellos. El personal de limpieza de las áreas exteriores indica que al día saca, al menos, a un tlacuache de un bote de basura. Por todo esto, hacer un manejo diferenciado y adecuado, al menos de los residuos orgánicos, además de reducir el desperdicio de comida, tendrá un beneficio para la fauna nativa y reducirá el impacto ecológico de la Universidad.



El incorrecto manejo de los desechos representa un atractivo para la fauna nativa y los desplazamientos que ésta realiza para llegar a ella representan un riesgo.

## Estanques de agua

La construcción de estanques, fuentes y cuerpos de agua es un factor muy importante de alteración del hábitat, ya que dentro del Pedregal, de manera original, no los hay. Se han registrado al menos ocho estanques y 19 fuentes y espejos de agua dentro y cercanos a la Reserva Ecológica. Su mantenimiento, además de ser costoso, implica lavar o agregar periódicamente cloro o químicos antibacteriales con el objetivo de que no se enlamen o den mal aspecto. Estos espacios son atractivos para animales como aves, mamíferos e insectos los cuales deben esta agua contaminada. Asimismo, se han registrado tlacuaches ahogados dentro de estos cuerpos de agua.



Tlacuache ahogado en estanque del Jardín Botánico (A10).

Además dichos espacios atraen animales como abejas y avispas y son un punto de incubación de organismos nocivos como las amibas y otros protozoarios. Es necesario contar con un plan de manejo de los estanques destinados a formar colecciones o áreas demostrativas en los programas de educación ambiental, por ejemplo del Jardín Botánico del IBUNAM.

## Acciones de mitigación

A pesar de que se tiene información de que las especies silvestres existentes mantienen poblaciones reproductivas y posiblemente viables, es necesario llevar a cabo un control y mitigación para evitar que los diversos riesgos ambientales puedan llevarlas a la extinción local<sup>35</sup>.

Para ello, desde agosto de 2011 existe la patrulla ecológica, la cual ayuda a dar manejo y atención a la fauna del *campus*, y desde julio de 2012 ha atendido 781 animales nativos del Pedregal y de la Cuenca, los cuales incluyen ardillones, tlacuaches, zorrillos, cacomixtles, serpientes y aves. Se atienden desde animales malheridos, ya sea por ataques de perros o atropellamientos, a los cuales generalmente se les termina sacrificando; animales huérfanos y animales sanos que estén atrapados en diversos tipos de instalaciones. Este trabajo se realiza en colaboración con el Hospital de Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), y con Protección Civil y Bomberos UNAM quienes están capacitados para realizar el manejo de fauna y pueden responder los 365 días del año, las 24 horas del día.



Tlacuache huérfano rescatado y posteriormente liberado en la Reserva; su madre fue atacada por perros.

Cabe aclarar que el observar a un animal, como un tlacuache, un cacomixtle, dentro del *campus* es normal, ya que ellos habitan CU de manera original, no están perdidos, su hábitat estuvo aquí antes de que se construyera el *campus* y seguirá mientras respetemos su espacio.

Asimismo, como parte de la remediación de fauna feral (permiso SEMARNAT\*\*, de 2012 a noviembre de 2016 se han capturado 76 perros ferales, 51 perros de libre rango y 41 gatos dentro de las áreas de la REPSA. Este trabajo se realiza coordinadamente con el Programa de control de fauna feral de CU de la FMVZ. Los perros y gatos de libre rango (callejeros) que habitan dentro de CU o en las áreas colindantes, potencialmente pueden reclutarse a las poblaciones ferales ya existentes, por ello es importante aumentar las acciones de prevención.

# \$2,200

**COSTO APROXIMADO (EN PESOS) DEL MANEJO DE UN PERRO FERAL EN LA REPSA**

Asimismo, para promover el cuidado y respeto de las serpientes, en especial de la víbora de cascabel que habita en CU en 2006 se creó la Red de ayuda para el accidente ofídico (Red AO-UNAM) la cual cuenta con protocolos para brindar asistencia organizada, adecuada y oportuna a aquella persona que sufra de una mordedura por una serpiente venenosa mexicana (accidente ofídico, ofidiotoxicosis) dentro de CU\*\*\*.

\*Dato obtenido considerando que estamos de 4 a 8 horas diarias en CU y que si cada uno generáramos 200 gr de residuos al día durante nuestra estancia en el *campus*.

\*\* Permiso de control y remediación de ejemplares o poblaciones que se tornen perjudiciales dentro de la REPSA. Oficio No. SGPA/DGVS/03670/2015 con fecha del 9 de abril de 2015. Dos años de vigencia.

\*\*\* Red AO-UNAM portal web de la Reserva Ecológica [www.repsa.unam.mx](http://www.repsa.unam.mx)

# Contaminación lumínica, sonora y visual

## Contaminación lumínica

La contaminación lumínica es el conjunto de efectos de la difusión, en la atmósfera nocturna, de la luz producida por fuentes artificiales que alteran las condiciones originales de luminosidad; estos efectos se producen por la emisión del flujo luminoso en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios y algunos de sus efectos son la alteración del desarrollo de los ecosistemas nocturnos, la consecuente reducción de la calidad ambiental y el derroche energético<sup>46-48</sup>.

En general, la iluminación artificial nocturna se piensa como un parámetro de progreso, seguridad y bienestar para la población humana, pero es necesario detenerse a considerar si existe otro modo de lograr estos fines minimizando los perjuicios que tiene hacia las otras poblaciones de seres vivos.

Se sabe que la iluminación artificial favorece los accidentes y atropellamientos de fauna silvestre, también modifica las conductas de las poblaciones animales<sup>39</sup>. Los insectos podrían ser los más vulnerables ya que las lámparas con radiaciones en el azul y ultravioleta (mercurio) atraen hasta tres veces más insectos que las de vapor de sodio<sup>47</sup>. La flora también se ve afectada ya que produce crecimiento anormal por fototropismo, altera los ritmos de floración, provoca la disminución de insectos que realizan la polinización de ciertas plantas y contribuye a la parcelación ecológica del territorio y la consiguiente pérdida de biodiversidad<sup>48</sup>. Además, las radiaciones en torno a los 460-470 nanómetros, producidos por ciertos tipos de luminarias, son las que controlan los ritmos circadianos, por lo que su emisión nocturna produce daño<sup>47</sup>.



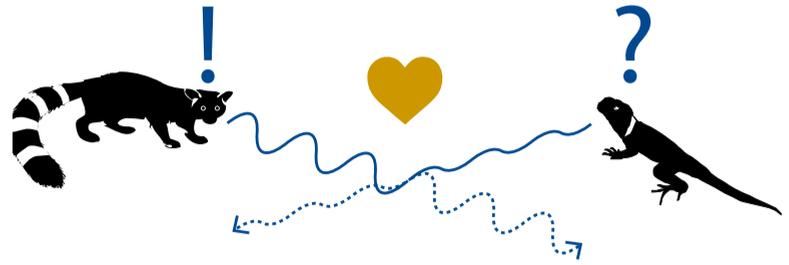
El Pedregal de noche, sin poder descansar del estímulo lumínico.

En CU contamos con más de 2000 luminarias, 47 ubicadas dentro de la REPSA y 493 ubicadas de tres a diez metros de su perímetro. La extensión artificial del día provoca otros impactos no tan conocidos o evidentes; preservar íntegramente la naturaleza implica conservar los paisajes de luz natural, especialmente en la noche. Hoy en día, a nivel mundial, existen programas y laboratorios científicos que buscan la conservación de la noche, los cuales pueden ser tomados como base<sup>47</sup>.

## Contaminación sonora

Algunos de los efectos del ruido en las especies nativas son el impacto en el comportamiento y distribución espacial de artrópodos, anfibios, aves y mamíferos<sup>49-53</sup>. Asimismo, el desplazamiento, reducción de áreas de actividad, un bajo éxito reproductivo (lo que está asociado a pérdida del órgano audi-

tivo), aumento de las hormonas del estrés y comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva<sup>54</sup>, impacta en la integridad de los ecosistemas<sup>49</sup>.



El ruido obstaculiza la comunicación normal de algunas especies.

El ruido se mide en decibelios (dB) la cual es una unidad logarítmica; los equipos más utilizados para medirlo son los sonómetros. A nivel internacional la OMS considera, al menos para humanos, los 50 dB como el límite superior deseable<sup>55</sup>, ya que, por ejemplo, un sonido de 70 dB produce efectos psicológicos negativos en tareas que requieren concentración y atención, entre los 80 y 90 dB se puede producir reacciones de estrés, cansancio y alteración del sueño y entre 100 y 110 dB, se puede llegar a ocasionar lesiones del oído medio, por lo cual se considera como "umbral tóxico".

El tránsito vehicular es una de las fuentes principales generadoras de ruido en la REPSA, considerando que en CU circulan 70 mil vehículos al día<sup>5</sup> y se registran al menos 2354 carros estacionados en vialidad. En un estudio hecho en febrero de 2012 se midió la cantidad de ruido en Zonas Núcleo de la Reserva y en las avenidas aledañas a ésta. La diferencia entre fue de casi 40 dB ya que las avenidas mantienen niveles constantes por arriba de 80 dB.

Otras fuentes de ruido dentro de la REPSA son: 1) la generada por los helicópteros que descienden en el helipuerto ubicado al centro de la Zona Núcleo Poniente, los cuales están generando ruido mayor a los 100 dB; 2) la generada de manera permanente por las torres de alta tensión en la Zona Núcleo Poniente y 3) la generada por la planta de composta a un costado de la Zona Núcleo Sur Oriente.

En nuestro país no hay muchos estudios relativos al ruido urbano y mucho menos sobre áreas protegidas, y tampoco existe legislación específica correspondiente para regular el ruido y los problemas que conlleva en las áreas originarias. Por lo tanto, trabajar en desarrollar una normatividad para la UNAM sería de trascendencia.

## Contaminación visual (modificaciones al paisaje)

Las modificaciones antropogénicas en el paisaje que no han sido debidamente consensuadas, generan cambios irreversibles que afectan, en su conjunto, a los elementos del mismo. Los edificios, espectaculares, torres de alta tensión y demás equipamientos e infraestructuras urbanas modifican no sólo la imagen sino todas las relaciones ecosistémicas de la reserva natural protegida por la UNAM.



10 dB



30 dB



120 dB

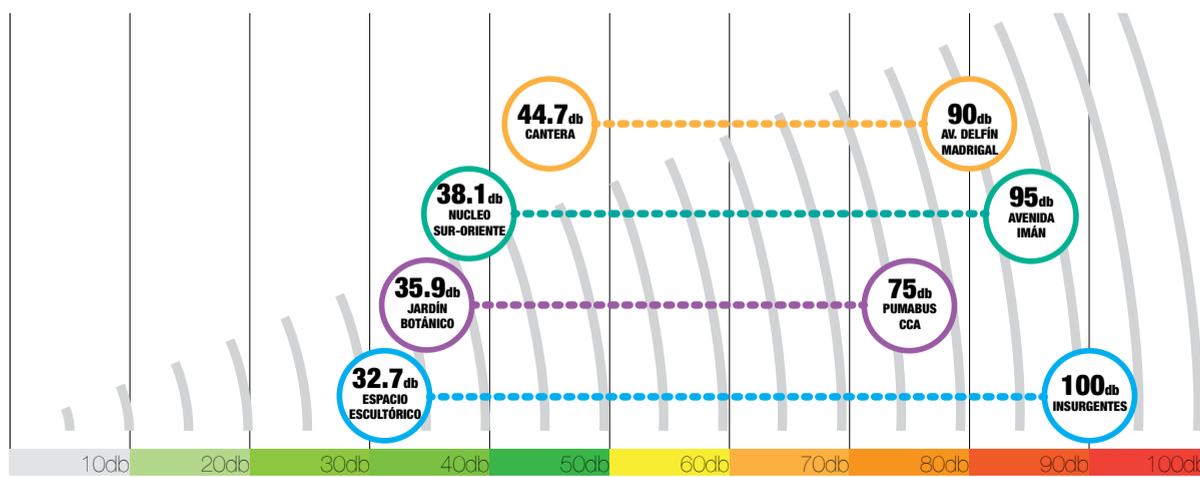


Gráfico que muestra los niveles de ruido de distintas Zonas Núcleo de la Reserva y su vialidad asociada. Datos obtenidos gracias a la colaboración del Dr. Ricardo Ruiz Boulosa del CCADET, UNAM en 2012.



70 dB



115 dB



120 dB



## Contaminación lumínica, sonora y visual.

- REPSA Zona Núcleo
- REPSA Zona de Amortiguamiento
- Cuerpos de agua
- Edificaciones
- Vialidad
- Contaminación por luminarias con 30 m de diámetro de iluminación
- ☀ Contaminación lumínica
- ☀ Contaminación visual y lumínica
- Contaminación sonora
- ✈ Contaminación sonora por helipuerto
- Contaminación sonora por línea de alta tensión
- Contaminación lumínica, sonora y visual por 2,354 autos estacionados en 12 km de vialidad
- Estacionamientos formales

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, julio 2011 - agosto 2016.  
 Recorrido en campo de autos estacionados en vialidad 4 - 6 enero 2012.

## Incendios

El impacto que puede tener un incendio depende de la intensidad del mismo, su frecuencia, extensión y la temporada en que ocurre. En particular en el Pedregal, donde los incendios no son parte de la dinámica original del ecosistema, los efectos son devastadores.



Zona de Amortiguamiento A6 tras incendio de febrero 2016 provocado por jóvenes que utilizan el área de manera ilícita.

Desplazan, dañan y eliminan semillas, huevecillos, bulbos e individuos de diversas especies. Por ejemplo, por cada individuo de zacatón (*Muhlenbergia robusta*) que se quema, se extirpa el hábitat de al menos 158 especies<sup>56</sup>, y por cada tetlacote (*Verbesina virgata*) el de 235 tipos de invertebrados<sup>57</sup>.

**POR CADA INDIVIDUO DE ZACATÓN QUE SE QUEMA, SE ANIQUILA EL HÁBITAT DE 158 ESPECIES**

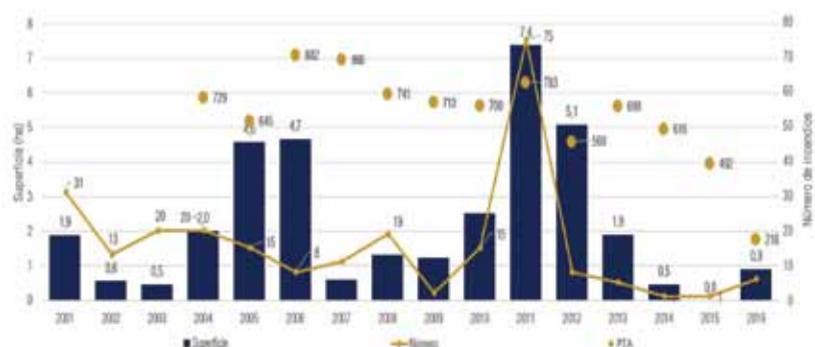
Además, cambian las condiciones biofísicas del ambiente modificando la disponibilidad de recursos, por la liberación de cenizas durante la combustión se aumenta el contenido de nitrógeno y materia orgánica, pero éstos se volatilizan rápidamente debido a las altas temperaturas; cambian la acidez del escaso suelo existente, haciéndolo más ácido o más alcalino; al quemarse la cubierta vegetal hay mayor incidencia de radiación solar, lo que provoca un drástico incremento de temperatura en la superficie, aumentando la velocidad del viento y disminuyendo la humedad. Todo esto altera la dinámica de la comunidad y por lo tanto la sucesión ecológica del ecosistema. Además hay que agregar las emisiones de CO<sub>2</sub> que se liberan a la atmósfera<sup>58-62</sup>.

Desde 1969, Ciudad Universitaria cuenta con el Departamento de Prevención y Combate de Siniestros (H. Cuerpo de Bomberos UNAM)<sup>63</sup>, conformado hoy en día por 75 elementos, el cual es el encargado de combatir y prevenir los incendios en CU.

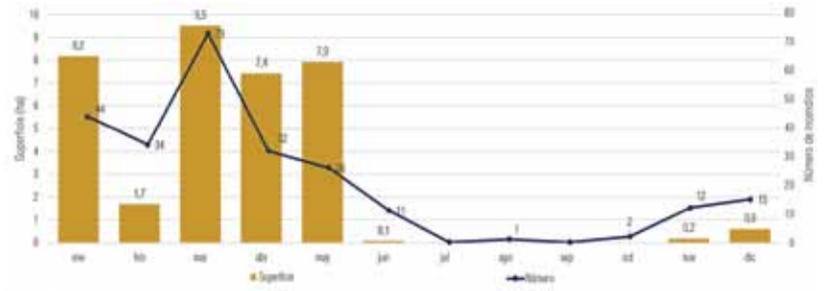


Elementos del H. Cuerpo de Bomberos UNAM combatiendo el incendio de la A6 en 2016.

En CU los incendios pueden ser tanto estructurales como “forestales”. Los primeros son los que ocurren en las edificaciones y los segundos son los que ocurren en las áreas de Pedregal; se les llama “forestales” por convención aunque, el tipo de vegetación que aquí se presenta no es de bosque sino de matorral.



Gráfica de número de incendios, superficie afectada y precipitación total por año.



Gráfica del número de incendios y superficie afectada según el mes con datos de 2001 a 2016.

Debido a la accidentada topografía del Pedregal, a que los espacios entre la roca volcánica le permite al fuego dispersarse a través de ellos y por lo tanto tener incendios superficiales o subterráneos, el combate de éstos es particularmente difícil. El 84% de los incendios ocurren entre enero y mayo, meses de la temporada seca en los que cae sólo el 15% de la precipitación anual.

**90%**

**DEL ÁREA QUEMADA HA SIDO EN LAS ZONAS NÚCLEO**

Anteriormente se consideraba conato cuando el fuego abarcaba una hectárea e incendio cuando abarcaba más de una hectárea, pero debido a que esta clasificación está establecida para extensas áreas de bosque, y que en el Pedregal el ecosistema no es boscoso sino de un matorral altamente biodiverso, en el que cada metro cuadrado es fundamental para el ecosistema, se considera como conato cuando abarca entre uno y mil m<sup>2</sup> e incendio cuando abarca más de mil m<sup>2</sup>. Esta clasificación ha permitido dimensionar la importancia de atender pronta y eficientemente los conatos.

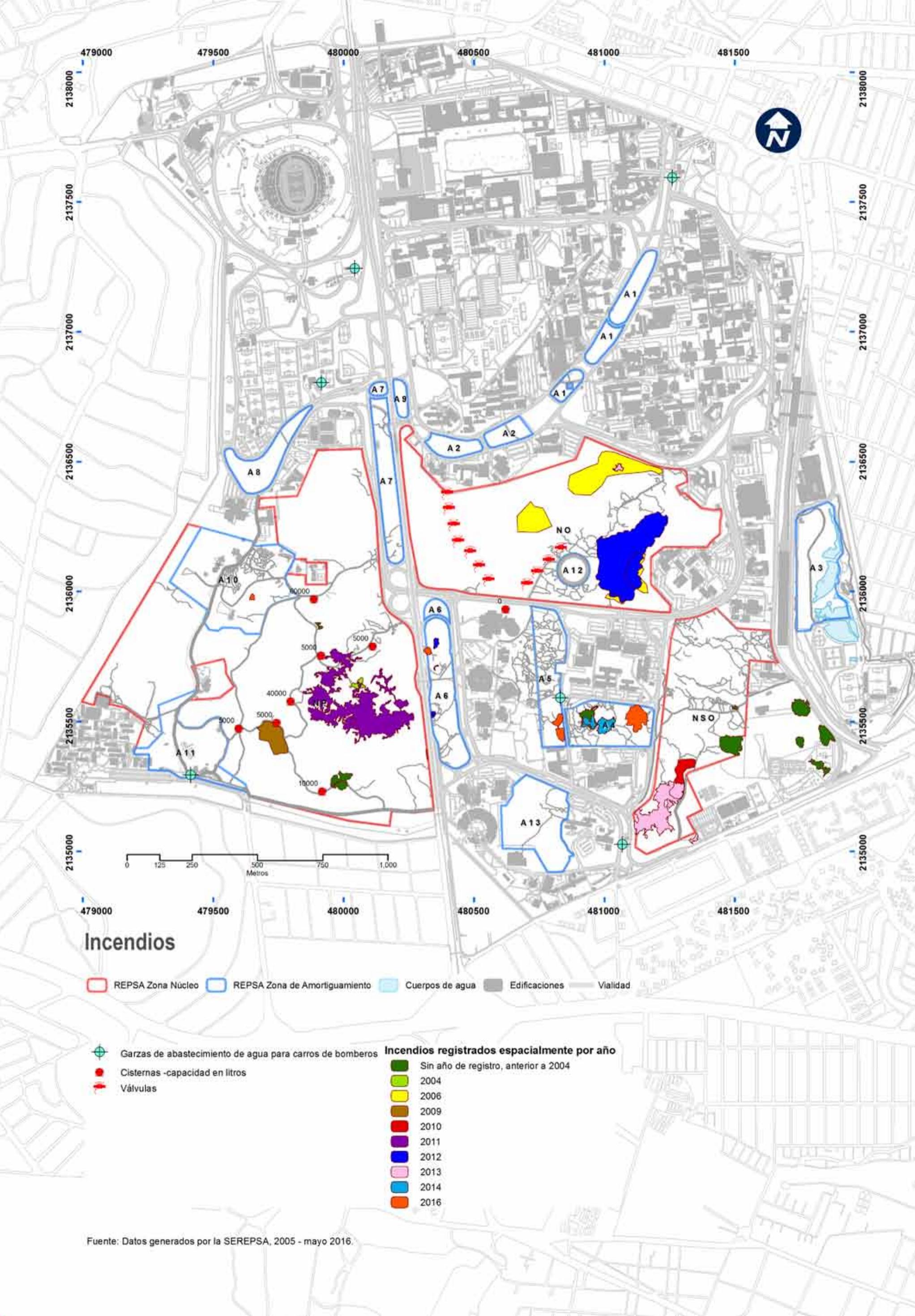
PERIODO (AÑOS)	# CONATOS		# INCENDIOS				SUPERFICIE TOTAL (HA)	**
	>1000 m <sup>2</sup>		1000-3000 m <sup>2</sup>		<3000 m <sup>2</sup>			
	#	HA	#	HA	#	HA		
2001-2005*	78	1.9	8	17.7	4	58.5	9.49	9
2006-2010*	40	1.0	2	2.9	9	9.0	10.33	5
2011-2015*	66	0.8	4	0.7	7	13.7	15.23	4
2016	3	0.1	2	0.2	1	0.6	0.91	0
TOTAL	187	3.8	16	21.5	21	81.8	35.96	18

Tabla que indica el número de incendios por periodo y la superficie afectada. \*Reporte<sup>64</sup>. \*\*Incendios sin dato exacto de sitio de afectación ni superficie

La causa de los incendios es totalmente antropogénica ya que las condiciones originales del ecosistema del Pedregal no favorecen los incendios. Los principales factores que los propician son las colillas de cigarro prendidas que avientan los transeúntes distraídos y las fogatas realizadas por indigentes, *pelacables* o grupos de jóvenes en los *spots*.

Antes de 2011, no se contaba con un registro escrito, geográfico y fotográfico preciso de cada incendio ocurrido dentro de la REPSA, pero actualmente Bomberos UNAM y la SEREPSA trabajan de manera conjunta para alimentar este registro y evaluar los mecanismos de prevención y control de incendios. Hoy en día la base de datos cuenta con 250 registros, entre conatos e incendios forestales en CU, más 455 incendios reportados entre 1992 y 1997<sup>63</sup> pero no tienen ni superficie afectada ni sitio de afectación.

Evitar el manipular fuego en las áreas de Pedregal, sobre todo en la temporada seca, por parte de la comunidad universitaria, visitantes y transeúntes de CU es fundamental para prevenir la pérdida y afectación de este importante ecosistema protegido por la UNAM. Si observas fuego dentro de Ciudad Universitaria llama inmediatamente al: 56-22-05-65.



# Incendios

REPSA Zona Núcleo REPSA Zona de Amortiguamiento Cuerpos de agua Edificaciones Vialidad

Garzas de abastecimiento de agua para carros de bomberos  
 Cisternas -capacidad en litros  
 Válvulas

**Incendios registrados espacialmente por año**

- Sin año de registro, anterior a 2004
- 2004
- 2006
- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2016

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, 2005 - mayo 2016.

## Instalaciones dentro de la Reserva

Desde su primer Acuerdo, se contempló dejar dentro del área protegida de la Reserva algunas instalaciones que ya existían y las cuales tienen un uso esporádico o permanente. Hoy en día existen esculturas, construcciones e infraestructura (cámaras, ductos de agua, cableado y líneas eléctricas) dentro o circundados totalmente por ella; dichas instalaciones son visitadas frecuentemente por el público en general o requieren de mantenimiento, por ello es necesario tener un cuidado especial en su manejo para poder minimizar su impacto en el funcionamiento del ecosistema.

### Esculturas

Dentro de la REPSA están ubicadas seis esculturas: “Las Serpientes del Pedregal”, “Coatl” y “Ave dos” en la Zona de Amortiguamiento A5 (Paseo de las Esculturas); la serpiente de la Senda Ecológica en la A4; la escultura ubicada en la Zona de Amortiguamiento A6 y el Espacio Escultórico en la Zona de Amortiguamiento A12.

El Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas son obras maestras de arte público que han sido visitadas, desde 1979 hasta nuestros días, por una gran diversidad de grupos, tanto universitarios como externos, que llegan de manera libre o en visitas guiadas a disfrutar del arte que incorpora al paisaje del Pedregal.



Espacio Escultórico (Zona de Amortiguamiento A12).

El acceso a estos espacios está permitido de 8:00 a 16:00 hrs. de lunes a viernes. A este lugar, desde hace 14 años, la Coordinación de Difusión Cultural realiza visitas guiadas a través de su programa “Visitas guiadas del Centro Cultural Universitario”<sup>65</sup>.



Paisaje del Paseo de las esculturas (Zona de Amortiguamiento A5).

Ambos espacios, además de ser zonas constantemente vandalizadas, cuentan con una gran cantidad de veredas en las cuales frecuentemente se acumulan desechos. El óptimo estado de estos espacios depende de diversas dependencias universitarias. Vigilancia UNAM es la encargada de abrir y cerrar su acceso principal. La Dirección General de Obras y Conservación a través de la Coordinación de la Zona Cultural es la encargada de retirar la vegetación del mar de lava y darle mantenimiento general, la Dirección General de Patrimonio Universitario de promover su restauración artística y la SEREPSA de atender al ecosistema circundante.

La Senda Ecológica, construida en 1994, es un sendero diseñado para divulgar la importancia del ecosistema del Pedregal. En este espacio, de 1994 a 2006, se impartían visitas guiadas como parte de las actividades del UNIVERSUM, Museo de las Ciencias. A partir de que se cerró al público se convirtió en una zona altamente vandalizada, con acumulación de desechos y presencia de incendios. Para promover su conservación a partir de 2016, UNIVERSUM ha retomado las visitas guiadas gratuitas, las cuales se pueden solicitar al 56-22-72-60<sup>66</sup>.

### Construcciones

Como parte de las construcciones que se encuentran prácticamente dentro de la Zona Núcleo Poniente están las instalaciones del Jardín Botánico, la Unidad de Seminarios, la Mesa Vibradora del Instituto de Ingeniería, las instalaciones del Vivero Alto (A11) dependiente de la DGOC y los siete tanques de agua, con capacidad total de 130 mil litros, como parte del programa de Protección Civil. El camino pavimentado que atraviesa de norte a sur ésta Zona Núcleo es un paso asiduo de personas que se trasladan del CCH Sur al *campus* universitario. Algunas de estas personas se pasean por las brechas de la Zona Núcleo y entran a las brechas y veredas sin tener un propósito específico de visita, pero ello hace vulnerable a esta área en el tema de incendios ya que durante la época seca y específicamente durante los períodos vacacionales se han registrado incendios principalmente relacionados a la presencia de fogatas.

Las diversas instalaciones que existen en las 12.6 hectáreas del Jardín Botánico (A10), en particular lo relacionado con las colecciones de plantas vivas e invernaderos, ejercen una presión constante hacia el ecosistema debido al riesgo latente de liberar plantas exóticas al ecosistema del Pedregal, las cuales ya se han registrado dentro del ecosistema.

En medio de la Zona de Amortiguamiento A1 se encuentra la cafetería “El Cafesín” (conocido como comedor de Ciencias) el cual genera, diariamente una cantidad importante de residuos principalmente alimenticios, cerca de los cuales se ha observado rondando a perros, gatos y ratas.



Cafetería El Cafesín en la Zona de Amortiguamiento A1.

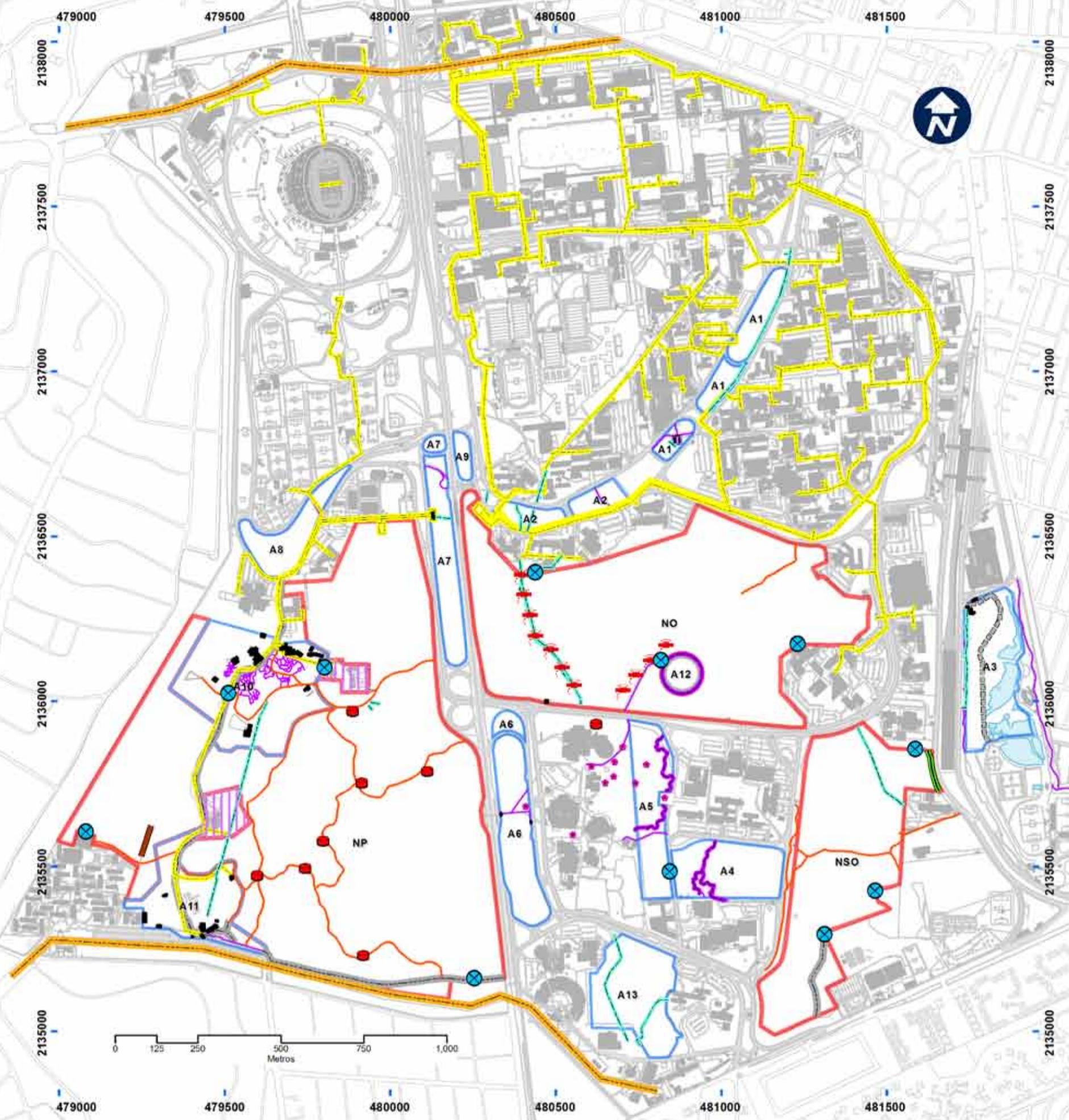
La zona A6 (Centro Cultural) es atravesada por el pasillo de entrada a la estación del Metrobús Centro Cultural Universitario, donde durante su construcción se construyó una pequeña plaza para una escultura y una caseta de vigilancia cuyo desagüe del baño desemboca en el Pedregal, se han hecho adecuaciones a dichas instalaciones sin previa consideración de la SEREPSA.

### Instalaciones diversas

Es posible localizar instalaciones construidas antes del 2005, como redes hidráulicas o eléctricas, algunas abandonadas y otras todavía en servicio. De las construidas a partir del 2005 están 1) las bahías de estacionamiento en las Zonas de Amortiguamiento A1 y A2, realizadas sin previa consideración de la SEREPSA, 2) las instalaciones de la red de fibra óptica y tensión media, realizadas entre 2012 y 2016, ubicadas en ocho áreas de la Reserva, 3) la colocación de 11 cámaras de vigilancia colocadas en 2015 en cuatro zonas.

Dichas obras, durante su construcción, generaron impactos negativos al ecosistema (a pesar de las acciones de mitigación programadas). Generalmente en este tipo de obras se afecta una superficie mayor a la programada y el impacto puede ser prolongado debido al servicio de mantenimiento que se le dará a través del tiempo.

**104** **INSTALACIONES DENTRO DE LA RESERVA ECOLÓGICA**



## Instalaciones dentro de la Reserva

- |  |                               |                         |               |          |
|--|-------------------------------|-------------------------|---------------|----------|
| REPSA Zona Núcleo                            | REPSA Zona de Amortiguamiento | Cuerpos de agua         | Edificaciones | Vialidad |
| Cámaras de vigilancia instaladas en 2015     | Ductos de conducción de agua  | Camino asfaltado        |               |          |
| Muro histórico residual, intervenido en 2016 | Línea de alta tensión         | Camino con piedra braza |               |          |
| Instalaciones no relacionadas con la REPSA   | Línea de media tensión*       | Brecha                  |               |          |
| Esculturas lineales                          | Línea de fibra óptica         | Andador                 |               |          |
| Esculturas                                   |                               |                         |               |          |
| Edificaciones                                |                               |                         |               |          |
| Cisternas                                    |                               |                         |               |          |
| Válvulas                                     |                               |                         |               |          |

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, julio 2011 - agosto 2016.  
 \* Información proporcionada por la DGOC, 2011.

# Estructura y funcionamiento de la REPSA

## Instrumentos de operación

**Plan de manejo:** Es el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración de la Reserva Ecológica. Debido a la complejidad del manejo de la REPSA se concibe al plan como dinámico y adaptativo. Las publicaciones que ha editado o coordinado la SEREPSA son parte integral de este plan.

**Lineamientos para el desarrollo de actividades:** son el respaldo jurídico de la SEREPSA. Publicados en septiembre del 2006<sup>17</sup> estos lineamientos establecen las directrices generales que deben observar las personas que pretendan realizar alguna actividad dentro de la Reserva Ecológica, y en consecuencia forman parte del plan de manejo.

La publicación de estos lineamientos permiten a la REPSA el ser considerada como una reserva natural de igual categoría que otras áreas protegidas en el país; esta aseveración se deriva del análisis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de México, y de la interpretación del Abogado General sobre la Ley Orgánica de la UNAM\*.

**Mojoneras:** señalan los límites geográficos y jurídicos de la REPSA. En junio de 2005 se instalaron 43 mojoneras en las tres Zonas Núcleo y cinco Zonas de Amortiguamiento (A2, A5, A10, A11 y A13). Hoy en día, se tienen reportadas 5 mojoneras robadas y 11 vandalizadas.



Mojoneras que indican los límites de la REPSA.

**Señalización:** para fortalecer el cuidado, la difusión y la delimitación de la Reserva Ecológica desde 2009 se han colocado 233 señales (paletas y lonas informativas) en los perímetros y en las zonas internas de la misma. Para noviembre de 2016 se tenían registradas 14 señales vandalizadas.



Señal ubicada en la Zona Núcleo Poniente.

**Vehículos REPSA:** son dos camionetas, una adaptada para atender las necesidades básicas de protección del ecosistema, cuenta con un faro buscador de alta potencia para vigilancia nocturna, torreta de abanderamiento, estrobos, dos extinguido-

res amigables con el ambiente, equipo para manejar fauna. La otra para transporte de los Colaboradorxs REPSA y el material para las jornadas de trabajo. Con estos vehículos se realizan constantes rondines de observación y vigilancia.



Vehículos para protección de flora y fauna y para transportar a los Colaboradorxs REPSA que apoyan en las jornadas.

**Programa de adopción (Pro-REPSA):** Desde el 2007 existe esta iniciativa, la cual busca promover que las dependencias interesadas en el Pedregal de CU se sumen a la conservación del mismo, implementando acciones que contribuyan a evitar y prevenir su deterioro. Se han realizado cuatro talleres en los que han participado diversas dependencias y de los cuales se han derivado compromisos puntuales como la realización de los videos documentales del CUEC. El Manual de procedimientos del programa<sup>67</sup> disponible en el portal web es la guía de acciones para las dependencias y entidades participantes.

**Xerojardinería:** Desde el año 2008, en conjunto con el Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) y con la publicación "Xerojardinería, guía para el diseño de los jardines de Ciudad Universitaria"<sup>68</sup>, se consolidó la propuesta de establecer jardines con vegetación nativa y sustrato volcánico dentro de CU. Con estos xerojardines nativos se busca rescatar el paisaje original del Pedregal, frenar la pérdida de los pedregales remanentes, funcionar como corredores de biodiversidad nativa así como reducir el consumo de agua potable para regar jardines. Actualmente 31 dependencias han implementado o están en proceso de poner en ejecución esta propuesta. Los xerojardines del LANCIS y del CUEC son dos buenos ejemplos de ésta propuesta.

Cualquier jardín convencional de CU podría ser un lugar idóneo para la instalación de un xerojardín, pero lo mejor es comenzar con el rescate de los afloramientos rocosos circundantes a las dependencias, retirándoles especies exóticas y basura.

**Jardín Demostrativo de la flora nativa del Pedregal:** Inaugurado en noviembre de 2007, fungen como un espacio para ejemplificar la propuesta de xerojardinería de una manera didáctica. Asimismo, cumple con la función de propagación de especies nativas para su reintroducción en los nuevos proyectos de jardinería en el *campus*.



Vista aérea del Jardín Demostrativo en la Zona de Amortiguamiento A11.



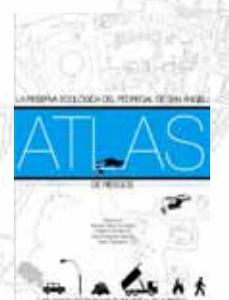
Publicaciones de la SEREPSA: Lineamientos para el desarrollo de actividades<sup>69</sup>; Manual de procedimientos del ProREPSA<sup>67</sup>; libro de Xerojardinería<sup>68</sup>; libro de Aspectos florísticos y ecológicos<sup>70</sup>; Bitácora del jardinero<sup>71</sup>; libro de Orquídeas terrestres del Pedregal<sup>72</sup>.

\*Respuesta del Abogado General Oficio/AGEN/DGEL/513/070J/67/07 a la Secretaría Ejecutiva de la REPSA. 17 de septiembre de 2007.



## Estructura y funcionamiento de la REPSA

- REPSA Zona Núcleo
- REPSA Zona de Amortiguamiento
- Cuerpos de agua
- Edificaciones
- Vialidad
- ▬ Jardín Demostrativo
- ▬ Jardines con xerojardinería
- ▬ Señalización vertical
- ▬ Postes-mojoneras
- Sectores ProREPSA
- ProREPSA
- Pedregal complementario
- Pedregal de influencia



Publicaciones de la SEREPSA: Libro conmemorativo del 25 aniversario de la REPSA<sup>73</sup>; libro de Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales<sup>74</sup>; libro de Guía ilustrada de la Cantera Oriente<sup>75</sup>; Atlas de riesgos 1ra edición<sup>72</sup>; Historias que brotan de las rocas<sup>76</sup>.

Fuente: Datos generados por la SEREPSA, junio 2011 - agosto 2016.

**Apoyo a la investigación y a la docencia:** Siendo una de las actividades sustanciales la Secretaría Ejecutiva recibe, a través del portal web, y evalúa las solicitudes para la ejecución de proyectos y prácticas de campo; recopila, clasifica y difunde las acciones y los resultados que provienen de éstos, asimismo genera directrices sobre proyectos de investigación que considera necesarios para promover el manejo y conservación del ecosistema. Mantiene la base cartográfica de los sitios puntuales de estudio, así como el número de proyectos por zona donde los 112 proyectos de investigación registrados de junio de 2013 a noviembre de 2016 están realizando sus estudios.

### Comité Técnico

Es el órgano colegiado que establece las directrices generales para la conservación y regula las acciones de administración, coordinación, vigilancia y seguimiento de las actividades que se llevan a cabo en la Reserva Ecológica<sup>6,77</sup>.

### Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (SEREPSA)<sup>6</sup>

Con en el acuerdo del 2005 se crea la figura del Secretario Ejecutivo de la Reserva Ecológica, y se conforma la Secretaría Ejecutiva, la cual aumenta la capacidad operativa del Comité Técnico. La SEREPSA es la encargada de: ser el enlace entre el Comité Técnico, las entidades académicas y la sociedad en general; custodiar los documentos oficiales; recibir, evaluar y vigilar la ejecución de proyectos; recopilar y difundir las acciones y estudios que provengan de las actividades académicas; elaborar el informe anual de actividades, y de velar por el cumplimiento de los acuerdos del Comité Técnico. Para llevar a cabo todas estas acciones, la Secretaría Ejecutiva actualmente se conforma de cinco áreas o departamentos:

**Cartografía y sistemas de información geográfica:** busca integrar una base cartográfica digital en una plataforma accesible y dinámica que permita la incorporación y consulta de información relevante en la labor diaria de preservación y protección de la REPSA.

*Actividades:*

- Enriquecer la base cartográfica.
- Elaborar planos para actividades específicas o de divulgación.
- Mantener actualizada la información cartográfica con los fenómenos socioambientales.
- Apoyo a dependencias y proyectos de investigación.

**Proyectos especiales y diseño de paisaje:** busca evaluar el diseño de paisaje del *campus* universitario especialmente en las áreas que colindan con la REPSA para hacer una propuesta más acorde con el ecosistema original.

*Actividades:*

- Seleccionar áreas para desarrollo de propuestas en xerojardinería.
- Supervisar trabajos de sustitución de especies, propagación y cultivo.
- Mantener el Jardín Demostrativo de la Flora Nativa del Pedregal.
- Documentar los avances de los proyectos.

**Protección y manejo de flora y fauna:** busca implementar acciones que refuercen la conservación del ecosistema a través de la vigilancia del área así como del estudio, monitoreo, evaluación y manejo de las poblaciones de flora y fauna nativas y exóticas.

*Actividades:*

- Ejecutar el plan de supervisión de la REPSA.
- Dar atención a la fauna silvestre lastimada o en situación de riesgo.
- Mitigar el impacto de las poblaciones de fauna exótica.
- Diseñar planes de acción para reducir los riesgos y la vulnerabilidad del ecosistema.

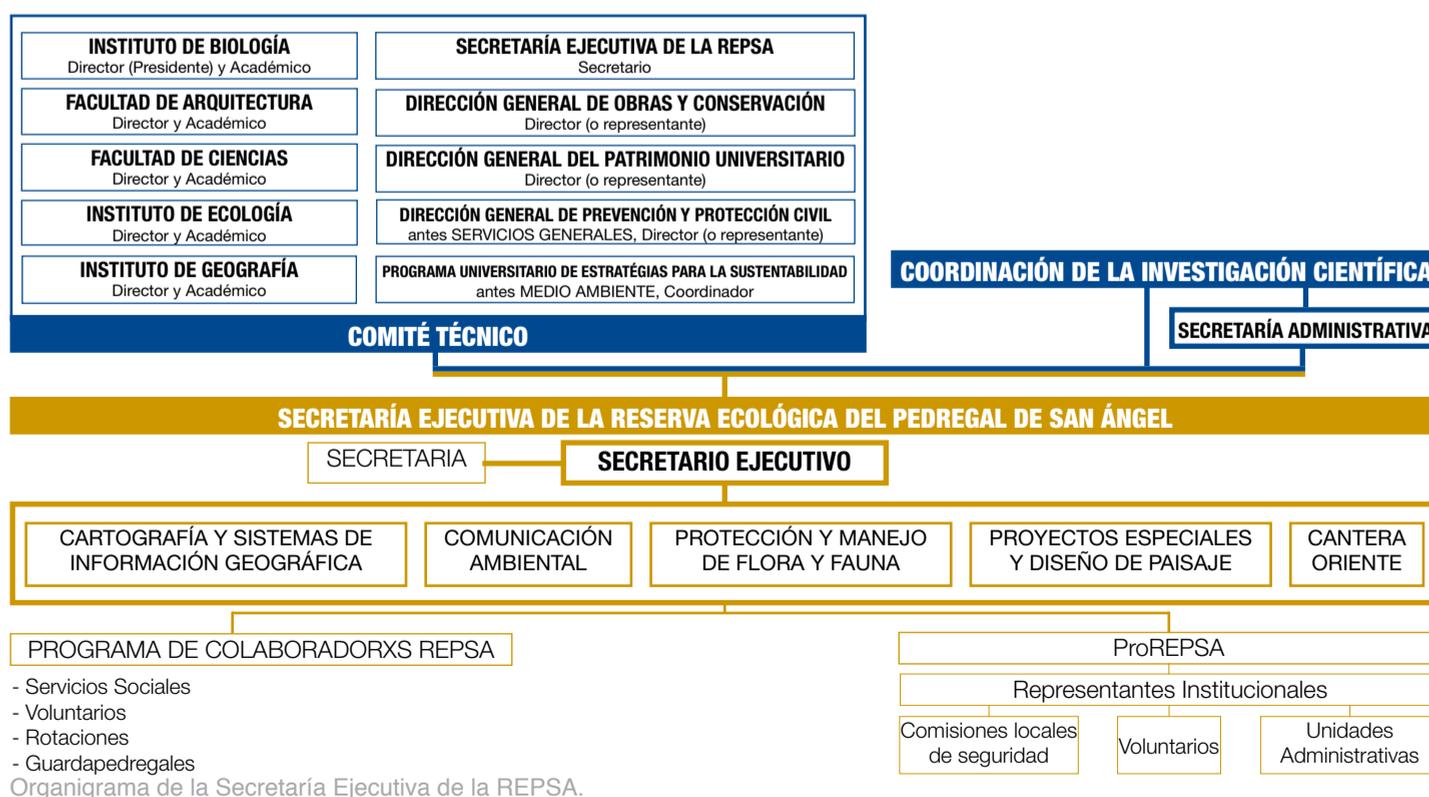
**Comunicación ambiental:** busca compartir el conocimiento generado y la situación actual del Pedregal y la Reserva Ecológica para promover y coordinar acciones para su conservación y rehabilitación.

*Actividades:*

- Compilar y sistematizar las publicaciones y archivos relacionados con la Reserva Ecológica.
- Coordinar el programa de Colaboradorxs REPSA.
- Vincularse con dependencias universitarias.
- Divulgar la información al público en general por medios electrónicos e impresos.

**Cantera Oriente:** es la Zona de Amortiguamiento A3 de la REPSA, compuesta por un área de 7.5 ha de cuerpos de agua, paredes de basalto y zonas con jardines en terrazas de relleno con plantas cultivadas, la mayoría introducidas. Es un espacio utilizado a lo largo de todo el año como laboratorio natural, con la participación de numerosos profesores e investigadores acompañados por sus estudiantes en prácticas de campo, entrenamientos especiales en técnicas de estudio, desarrollo de temas de tesis y proyectos de investigación a largo plazo sobre las comunidades de flora, fauna y microorganismos presentes en la Reserva.

Las instalaciones incluyen un aula para 15 personas, baños con vestidores y áreas con mesas de trabajo protegidas de los rayos solares para facilitar el estudio de los organismos recolectados en campo, previo a su traslado a los laboratorios de las entidades académicas de la UNAM y de otras instituciones educativas de la ciudad de México.





## Estructura y funcionamiento de la REPSA. Proyectos de investigación

  REPSA Zona Núcleo  
   REPSA Zona de Amortiguamiento  
   Cuerpos de agua  
   Edificaciones  
  Vialidad



Tesis en espacios lineales\*  
● Tesis en espacios puntuales\*  
 Tesis en espacios extensos\*

Rango de sitios de proyectos de investigación registrados por zona**	
5	4 - 10
13	11 - 20
25	21 - 30
40	31 - 40
60	41 - 60

### TELÉFONOS DE ASISTENCIA

Si encuentras a un animal lastimado o en condición vulnerable (ser cría, no es condición vulnerable) llama a:

**Bomberos UNAM**  
56-22-05-65 y 56-16-15-60

En caso de cualquier afectación a la Reserva reporta a:

**Central de Atención de Emergencias**  
56-16-02-89

Secretaría Ejecutiva de la REPSA  
56-22-52-04

## Acciones de mitigación

Las afectaciones a la REPSA y a los pedregales remanentes históricos y recientes han tenido un gran impacto en la conservación de este ecosistema. Realizar acciones de mitigación es fundamental para no perderlo, pero prevenir será siempre la regla de oro ya que esto evitará la alta inversión energética y monetaria necesaria para remediar dicho daño, además de que debemos recordar que el ecosistema nunca podrá regresar a sus condiciones iniciales después de haber sufrido un impacto.

**Relleno con piedra braza:** Una de las actividades que se ha realizado específicamente para remediar el impacto de las obras dentro o en el perímetro de la Reserva es el de cubrir dichas superficies con piedra braza producto de construcciones realizadas dentro del *campus*, con lo cual se ha podido rehabilitar 6,364 m<sup>2</sup>.



Mamostería como medida de mitigación del andador ubicado en la Zona de Amortiguamiento A8.

Llevar a cabo esta acción implica gestionar que las dependencias que realizan construcciones, depositen parte de sus residuos de piedra braza (sin residuos de suelo) en las zonas a rehabilitar y que acomoden esta de tal manera que se forme una capa que evite el crecimiento y avance del pasto u otras especies invasoras.

**Jornadas de limpieza:** Para remediar y disminuir la cantidad de residuos sólidos dentro de la Reserva se han realizado, desde 1992 a la fecha, 118 jornadas de limpieza; con estos esfuerzos se han extraído más de 139 toneladas, más de 369 m<sup>3</sup> de residuos<sup>78-81</sup>. En la A11 se extrajeron 346 m<sup>3</sup> de plantas exóticas con 10 jornadas<sup>81</sup>. También se tienen registradas al menos 26 jornadas en afloramientos de Pedregal fuera de la Reserva<sup>82,83</sup>. Muchas de estas jornadas son parte de proyectos de investigación enfocados en la restauración de los pedregales.



Participantes de jornadas de restauración en la A8, mayo de 2012.

A estas jornadas han asistido más de 10,224 personas y se han trabajado más de 9,503 horas hombre. Las jornadas han sido organizadas por académicos, estudiantes y trabajadores de diversas dependencias de la UNAM como la Facultad de Ciencias, el Museo Universum, el CCADET, la ENTS, los Institutos de Geología Geografía, Centro de Ciencias Forenses, la SEREPSA y los Colaboradorxs REPSA.

A estos esfuerzos se han sumado jardineros, Protección Civil UNAM, INJUVE, Prepa Sí, vecinos y ciudadanos en general. En las jornadas masivas organizadas en 1992 por Ariel Rojo se contó con la presencia del Rector (Dr. Sarukhán Kermez), concriptos, Boy Scouts y ciudadanos en general incluido el delegado de Coyoacán, las Secretarías de Servicios Auxiliares y de Protección, CONADE, el Ejército Mexicano, CCHs y prepas<sup>78</sup>.

**¡GRACIAS A TODAS LAS PERSONAS  
QUE HAN PARTICIPADO ACTIVAMENTE!  
SIN SU COLABORACIÓN LA CONSERVACIÓN NO SERÍA POSIBLE**

**CON LAS JORNADAS DE LIMPIEZA SÓLO SE  
MUEVEN DE LUGAR LOS DESECHOS, EL  
VERDADERO RETO ES NO GENERARLOS Y  
EVITAR DESDE UN INICIO DAÑAR EL AMBIENTE**

**Programa de rescate de pedregales remanentes<sup>84</sup>:** Busca, a través de la participación social, garantizar que no se pierdan más metros cuadrados de Pedregal dentro de CU, así como mejorar las condiciones de los 318 remanentes de Pedregal que existen hoy en día dentro del *campus* y que no cuentan con la categoría de protección que tiene la REPSA (ver mapa página 41). Actualmente sólo los pedregales 143, 148, 188, 204 y 211 están adoptados por académicos y estudiantes que realizan cotidianamente jornadas de limpieza en ellos.



Grupo Espinex de la Facultad de Ciencias después de jornada en el Pedregal remanente 188 de Programas Universitarios.

**Geopedregal:** El Geopedregal es un ejemplo de un pedregal adoptado y resguardado para la investigación, docencia y difusión. Se trata del pedregal remanente 204 de 2,200 m<sup>2</sup> que está custodiado por los Institutos de Geología y Geografía. En él se desarrollan proyectos de investigación, clases y jornadas en torno a la restauración ecológica. Si deseas sumarte a este loable esfuerzo comunícate con ellos a través del Facebook<sup>85</sup>.



Grupo de trabajo del Geopedregal, coordinado por la Dra. Pilar Ortega.

**Colaboradorxs REPSA<sup>86</sup>:** Este programa de vinculación social busca que estudiantes (servicios sociales, estancias o rotaciones) y voluntarios establezcan una colaboración a lo largo del semestre que canalice sus intereses en beneficio del Pedregal y la vida silvestre de CU en acciones informadas y constantes que promuevan el conocimiento, manejo y protección del Pedregal.



Colaboradorxs REPSA después de jornada de limpieza en la ZNSO.

ZONA REPSA	# DE JORNADAS	# DE ASISTENTES	HORAS HOMBRE	DESECHOS TOTALES	
				TONELADAS	m3
A2	10	243	186	1	-
A4	11	297	1188	24	7
A8	12	365	2140	-	187
A11	9	298	1099	-	110
ZNP	7	811	3227	-	111
Varias	9	7795	-	114	-

Tabla de jornadas de limpieza y rescate en zonas de la Reserva y pedregales remanentes registradas por la SEREPSA.



## Acciones de mitigación

- REPSA Zona Núcleo
- REPSA Zona de Amortiguamiento
- Cuerpos de agua
- Edificaciones
- Vialidad
- Rellenos con piedra braza
- Jornadas de limpieza puntual
- Jornadas de limpieza intensiva

# Reflexiones

En esta actualización del *Atlas* se aportan los datos duros y también información no fundada en registros estadísticos, pero que la mayoría de los universitarios perciben como parte del complejo fenómeno de riesgos ambientales de la REPSA y de CU, sin embargo, dicha información no es suficiente si no intentamos hacer un ejercicio de autocrítica y de análisis a partir de una serie de preguntas fundamentales.

La REPSA es un socioecosistema<sup>87</sup> y su manejo es complejo debido a la gran variedad de elementos involucrados, tanto abióticos, bióticos, como sociales, así como la red de interacciones que existen entre ellos y la multiplicidad de escalas a las que los procesos se dan. Debido a esto, su conservación requiere de un manejo integral, con marcos conceptuales y métodos de investigación no reduccionistas. En este sentido, la conservación de la REPSA implica tanto el manejo del espacio geográfico, así como la coordinación de los elementos sociales y éticos que intervienen en su manejo de manera directa e indirecta.



Paisaje del Pedregal.

## ¿Por qué, para qué y para quién conservarla?

**¿Por qué?** Porque la conservación de este espacio permite ser congruente con el compromiso que la Universidad Nacional estableció el 30 de septiembre de 1983, para resguardar el Pedregal que permanecía dentro de sus instalaciones, mencionando que “un área de esta naturaleza, siendo patrimonio universitario, debe ser utilizada integralmente con el objeto de cumplir con las funciones sustanciales de esta Máxima Casa de Estudios”<sup>88</sup>.

**¿Para qué?** Para proteger uno de los últimos relictos del ecosistema original de la Cd. de México y de la cuenca de México y para aplicar las recomendaciones y propuestas que la Universidad hace y ha hecho en materia ambiental.

**¿Para quién?** La Reserva Ecológica es parte del patrimonio natural de la Universidad Nacional y por ello de la sociedad mexicana. El protegerla íntegramente fortalece el compromiso de conservación y cuidado del *campus* principal al sumarse con el reconocimiento por la UNESCO de pertenecer al Patrimonio Cultural de la Humanidad<sup>88</sup>.

## ¿Qué implica este conjunto de riesgos para la Reserva?

El ecosistema es más que la suma de sus partes, al perder elementos perdemos interacciones y perdemos estabilidad del sistema. Cada vez que se modifica, se sella o se destruye un pedazo de Pedregal aumenta la vulnerabilidad del ecosistema, ya que se reducen las posibilidades de supervivencia de los individuos, de las especies y a su vez del mismo ecosistema.

Los riesgos mencionados en el presente *Atlas*, ponen en peligro la integridad del ecosistema del Pedregal, con lo cual el patrimonio natural de la UNAM se deteriora. Un ejemplo que ilustra significativamente el valor de conservar el ecosistema del Pedregal en la mayor superficie posible, está relacionado directamente con la captación del recurso agua.

La cuenca de México contiene al 17% de la población nacional en sólo 0.5% del territorio nacional<sup>89</sup>. Esta cuenca ya tiene un déficit del 30% en su abastecimiento de agua<sup>90</sup>, por lo que cualquier espacio de captación, por pequeño que éste sea, es

de vital importancia para disminuir la vulnerabilidad de la población de la cuenca ante un escenario de escasez de agua. En este contexto, la superficie de Reserva Ecológica y de áreas de Pedregal sin rellenar cobran relevancia.

En CU llueven en promedio 800 mm al año<sup>91</sup>, con esta precipitación la REPSA, con sus 237.3 ha, capta cerca de dos millones de metros cúbicos de agua al año. Si consideramos que en la Ciudad de México el consumo promedio diario por habitante es de 360 litros<sup>92</sup>, lo que la Reserva capta abastece a más de 14 mil habitantes durante un año; ahora, si consideramos un consumo moderado, como los 150 litros por habitante al día recomendados para las grandes ciudades<sup>92</sup>, lo que la REPSA capta abastecería a más de 34 mil habitantes durante un año. Si a esto le sumamos el agua captada por los afloramientos rocosos que aun existen dentro de CU, fuera de la REPSA, se le suman entre 3,000 ó 7,000 personas más.

**2 mil**

**MILLONES DE LITROS DE AGUA CAPTA LA RESERVA EN UN AÑO, CANTIDAD SUFICIENTE PARA ABASTECER A 14,447 HABITANTES**

Por otro lado, hemos perdido el 70% de la superficie original del Pedregal de San Ángel, la cual captaba, en promedio, 640 mil millones de litros de agua al año\*, hoy las 2,723 hectáreas remanentes, aportan sólo el 30% de la captación original, en una cuenca en la que la población y su consumo de agua aumenta, por ello es fundamental no seguir reduciendo la superficie de Pedregal.

## ¿Cómo podemos disminuir los riesgos?

Los riesgos pueden reducirse o manejarse. Si somos cuidadosos en nuestra relación con el entorno, y si estamos conscientes de nuestras debilidades y vulnerabilidad frente a las amenazas existentes, podemos tomar medidas para asegurarnos de que las amenazas no se conviertan en desastres.

El primer paso es, a través de la sensibilización y concientización de la sociedad, legitimar la importancia de un ambiente sano y la necesidad de la conservación de los ecosistemas originales en zonas urbanas.

El siguiente paso y de manera más concreta, la UNAM, a través de las dependencias relacionadas con la planeación y seguridad del *campus*, requiere llevar a cabo una revisión profunda del Plan Rector o Regulador de CU, que contemple de manera integral el “rompecabezas” urbano y los riesgos que forman parte del círculo viciado de actividades humanas en el conjunto de la estructura urbana universitaria.

**ES NECESARIO LLEVAR A CABO UNA REVISIÓN PROFUNDA DEL PLAN RECTOR O REGULADOR DE CU**

Para el caso particular de la REPSA, el proponer áreas de crecimiento de aquellos pedregales bien conservados y que funcionarían como corredores ecológicos y verdaderas áreas de amortiguamiento de las Zonas Núcleo de la Reserva, así como definir y marcar zonas de restricción de obras y crecimiento de edificios y de jardines exóticos en las cercanías de la REPSA, es básico para disminuir el riesgo de su deterioro. Hoy en día existen 47.6 hectáreas de afloramientos rocosos fuera de la REPSA, dentro de CU. Conservar este archipiélago de basalto ayuda a hacer más resiliente el ecosistema del Pedregal.

**47.6**

**HECTÁREAS DE PEDREGAL REMANENTE DENTRO DE CU QUE QUEDAN FUERA DE LA REPSA**

\*Considerando que llueven en promedio 800 mm sobre toda la superficie del Pedregal.

## ¿Nosotros necesitamos a la Reserva o la Reserva nos necesita a nosotros?

La Reserva Ecológica está circunscrita a la dinámica de Ciudad Universitaria y de la ciudad de México, por ello se le considera una Reserva Urbana Natural (RUN). En términos generales las RUNs son pequeños relictos de ambientes nativos o de características similares a los originarios, en las que si bien las comunidades vegetales han sido alteradas por el hombre en forma directa o indirecta, y contienen especies exóticas, sólo en algunos casos se ha producido el reemplazo total de la comunidad originaria o se ha formado una nueva<sup>1</sup>.

Estas áreas constituyen un fiel reflejo del paisaje anterior a la transformación, por ello la REPSA significa una oportunidad única para reeducarnos y recrearnos en un ámbito diferente a la naturaleza artificializada que encontramos en los parques de la ciudad, camellones y áreas verdes circundantes que no son ecosistemas originales. Además de que podemos apreciar la inigualable riqueza biológica y visual que nos comparte día a día a todos los universitarios y capitalinos sureños.

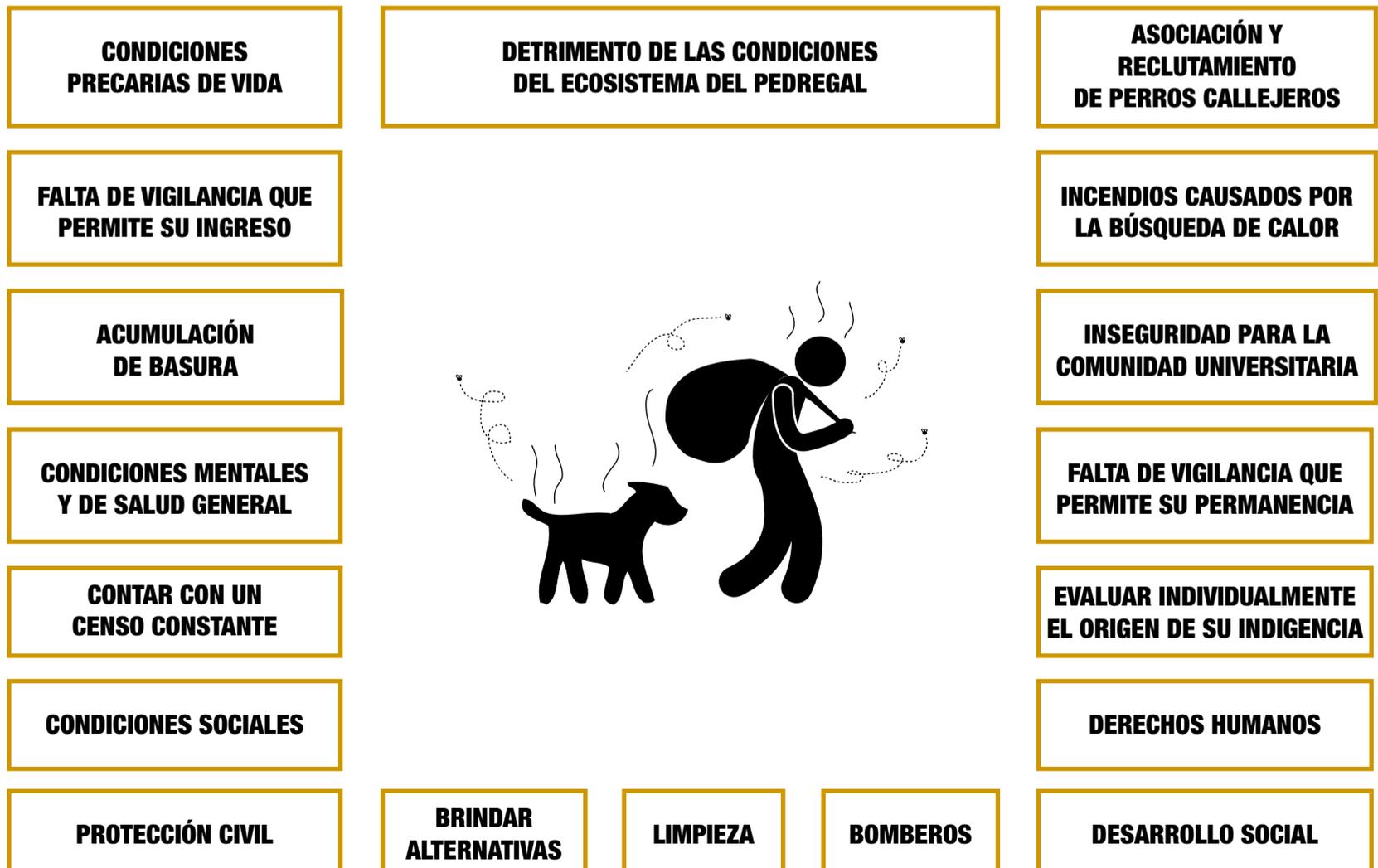


Líquenes, pioneros en la ocupación del Pedregal.

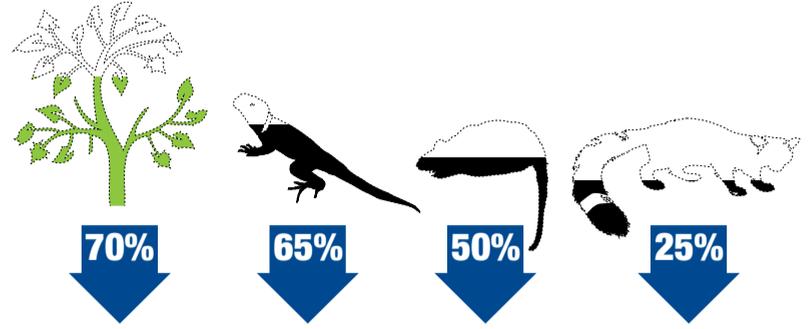
Debido a que la REPSA está críticamente castigada y es constantemente abrumada por la presión que le ejercemos, es necesario revisar nuestras prácticas cotidianas y encontrar alternativas que le permitan la sostenibilidad. Siempre van a surgir trabas, rechazo ante propuestas nuevas y distintas, dificulta-

## ¿Qué implica el no prevenir? ¿Qué implica remediar?

Este es un ejemplo de un problema complejo: ¿Qué hacemos con los indigentes que frecuentan la REPSA? Ciudad Universitaria, el metro Universidad, las estaciones del Metrobus, por la gran cantidad de personas y servicios que generan, proveen de una enorme cantidad de residuos que aprovechan las personas en situación de calle, pero esto generalmente no se ve como algo que se deba atender de manera integral, hay indiferencia a esta situación emergente. Además, es necesaria la intervención y coordinación con las dependencias del gobierno de la Cd. de México. Aquí algunos de los elementos que hay que considerar en el entendimiento y la integral atención del problema:



des económicas o de financiamiento, pero con voluntad, decisión personal y política, todos sabemos que es posible hacer de la REPSA un patrimonio natural digno de la Universidad, así como un refugio para su vida silvestre y con ello, permitir el goce de todos quienes hoy la admiramos y para los que nos sucederán.



Debido a las relaciones que existen entre las distintas especies del ecosistema, poner en riesgo de desaparición o pérdida a una sola implica poner en riesgo a muchas otras.

**“CADA VEZ QUE MUERE UN ÁRBOL, CADA VEZ QUE ARDE UN BOSQUE Y, SOBRE TODO, CADA VEZ QUE UNA ESPECIE ANIMAL O VEGETAL DESAPARECE, LAS POSIBILIDADES DE SUPERVIVENCIA SE REDUCEN PARA LA HUMANIDAD”**  
-MIGUEL ÁLVAREZ DEL TORO-



Salamandra del Pedregal (*Aquiloeurycea cephalica*). Foto: Fernanda Martínez-Báez Téllez

# Recomendaciones

Finalmente, hay que retomar lo esencial: aplicar acciones efectivas en la cultura de la prevención y en la consciencia ambiental. El Atlas, como un compendio de mapas temáticos sobre los riesgos ambientales, acompañados de textos y gráficos, constituye una herramienta útil en el diagnóstico y conocimiento general de la problemática, pero, sino se aplican una serie de acciones en la práctica diaria y como parte de un programa a largo plazo, de muy poco nos servirá en la protección del ecosistema del Pedregal y en el mejor funcionamiento de la dinámica cotidiana en CU.

## ¿Qué acciones podemos tomar?

Para garantizar la permanencia del ecosistema protegido por la UNAM, a través de la REPSA, es fundamental establecer la agenda de trabajo entre las dependencias que tienen en sus manos la toma de decisiones que afectan la vida diaria de la REPSA. Se requiere hacer eficiente la coordinación de la Secretaría Ejecutiva con la Dirección General de Obras y Conservación, la Dirección General de Prevención y Protección Civil, el Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad y otras entidades relacionadas. Así como analizar qué mecanismos legales promueven y fortalecen la conservación permanente del ecosistema del Pedregal ubicado en el *campus* de CU.

En cada uno de los apartados del *Atlas* se menciona de manera concreta el tipo de acciones necesarias para buscar soluciones al complejo manejo que la Reserva requiere para conservar su diversidad biológica y el paisaje del Pedregal. Sin embargo, se han identificado tres grandes inconvenientes o problemas que representan todo un reto en la práctica diaria que, finalmente nos permita asumir cabalmente la protección de la Reserva. En este delicado punto es donde se requiere mayor comunicación y coordinación entre entidades responsables del funcionamiento y la seguridad de Ciudad Universitaria.

El principal problema, que al no atenderse, genera otros —efecto dominó—, es la falta adecuada de vigilancia en la periferia, accesos e interior de la Reserva. La carencia o ineficiente vigilancia está invariablemente relacionada con indigentes, pepenadores, incendios, depósitos clandestinos de cascajo y basura en general, introducción de fauna exótica, sustracción de plantas y animales nativos, robos de infraestructura (rejas, señales) y vandalismo.

El segundo cuello de botella o dificultad, se encuentra directamente ligado a las actividades de obras y manejo de áreas verdes, dependientes de la DGOC. Las operaciones derivadas de construcciones nuevas, remodelaciones, vialidad y acciones de mantenimiento y conservación, aún fuera del territorio de la REPSA, requieren ser reguladas de forma más precisa y que se lleve a cabo un monitoreo y la aplicación de sanciones efectivas. Por otro lado, el establecimiento tradicional de jardines y en general el manejo de las áreas verdes en el *campus*, ha favorecido la invasión de elementos exóticos y de malezas en el interior de la REPSA, reduciendo la diversidad biológica y limitando los procesos biológicos relacionados con la polinización, dispersión de semillas y en general interacción biológica.

La tercera limitación está en el promover que los habitantes de CU, de inicio, y la sociedad en general visualicen la existencia e importancia del ecosistema del Pedregal y canalicen acciones conscientes y colectivas en su beneficio. Esto no se logra sólo con la generación y difusión de la información sino que requiere de un replanteamiento profundo y colectivo de lo que se considera válido o no dentro del modelo económico imperante.

A manera de una lista preliminar de acciones puntuales, evidentemente incompleta, pero que da la pauta para ir construyendo una especie de catálogo de acciones, así como las líneas del programa de manejo, se enuncian las siguientes:

## En lo general:

- Tener una visión sistémica del *campus* universitario en la que se visualice que cualquier cambio en las instalaciones o procesos influirá de manera global en la operatividad y en la calidad de vida del *campus* en el mediano y largo plazo.
- Incorporar la importancia del ecosistema del Pedregal y de la vida silvestre del *campus* en las acciones sustantivas, administrativas y de mantenimiento del *campus*.
- Considerar al Pedregal como el paisaje originario de CU.

## En lo operativo:

- Realizar estudios integrales de impacto ambiental previos a la autorización del presupuesto de la obra que visualice los costos y beneficios ecológicos y sociales de todo el proceso.
- Que cada dependencia observe la correcta disposición de los residuos de manejo especial generados en sus obras de mantenimiento o construcción, ya que el no realizarlo implica que la Universidad está incurriendo en un delito.
- Analizar de manera integral la implicación de colocar más rejas dentro del *campus*, sobre todo en cuanto a sus efectos sobre la movilidad de la fauna nativa.
- Generar un plan de vigilancia integral *ad hoc* a las características del Pedregal, en el que no se considere el cercar, podar ni rellenar como una opción para promover la seguridad.
- Establecer un programa integral de jardinería en el *campus* que utilice especies nativas al Pedregal y a la cuenca de México y no utilice especies exóticas que tienen el potencial de convertirse en invasoras.
- Reglamentar el ingreso de mascotas y animales de compañía al *campus*.
- Hacer un manejo adecuado de los residuos orgánicos provenientes de alimentos para reducir el impacto ecológico de la universidad y no perjudicar a la fauna nativa.
- No aplicar químicos en los cuerpos de agua para evitar el daño en la fauna y la contaminación del vital líquido.
- Normalizar y reubicar el helipuerto fuera de la REPSA y utilizarlo sólo en caso de emergencias de vida.
- Atender las recomendaciones internacionales para mitigar la contaminación lumínica<sup>47</sup>.

## En la investigación y manejo:

- Conocer, investigar y considerar el cómo las acciones sustantivas de la universidad repercuten en los ecosistemas.
- Que se establezca en el Jardín Botánico una zona que amortigüe los impactos de la propagación de especies no nativas del Pedregal hacia la Zona Núcleo Poniente de la Reserva.
- Monitorear el estado actual de las poblaciones de vida silvestre nativa del *campus*.
- Investigar sobre el efecto de las especies exóticas invasoras y sus efectos sobre las especies nativas dentro del *campus*.
- Identificar los mecanismos que han promovido la pérdida de especies e investigar sobre la reintroducción de especies extintas o vulnerables en sus poblaciones actuales.
- Establecer una comisión para el manejo de las especies prioritarias de la REPSA.
- Implementar proyectos de investigación y manejo de restauración en las áreas de la Reserva que lo requieren y en los pedregales remanentes del *campus*.

## En lo informativo y social:

- Incorporar en los productos institucionales de la UNAM que su *campus* principal está embebido en un ecosistema único y el cómo se pueden vincular en su protección y conservación.
- Colocar en todas las entradas, peatonales y vehiculares, a CU letreros que indiquen que Ciudad Universitaria es paso de fauna silvestre y que la velocidad máxima es de 40 km/hr.
- Involucrarse en las actividades cotidianas de prevención y protección del ecosistema promovidas por la SEREPSA.

**INCORPORAR EN LAS ACCIONES SUSTANTIVAS,  
ADMINISTRATIVAS Y DE MANTENIMIENTO  
DEL CAMPUS UNIVERSITARIO  
EL RESPETO AL PEDREGAL Y  
A LA VIDA SILVESTRE QUE ALBERGA**

INFORMARSE CONOCER RESPETAR PROTEGER REHABILITAR PREVENIR PLANEAR SUMAR REMEDIAR CO-  
MUNICARSE PREGUNTAR APOYAR DISMINUIR EL CONSUMO MITIGAR LIMPIAR RECOGER NO ALIMENTAR  
TOMAR CONSCIENCIA ADMIRAR DIVULGAR COORDINARSE AYUDAR CONTEMPLAR ATENDER REGULAR IN-  
FORMARSE CONOCER RESPETAR PROTEGER REHABILITAR PREVENIR PLANEAR SUMAR REMEDIAR COMU-  
NICARSE PREGUNTAR APOYAR DISMINUIR EL CONSUMO MITIGAR LIMPIAR RECOGER NO ALIMENTAR TOMAR  
CONSCIENCIA ADMIRAR DIVULGAR COORDINARSE AYUDAR CONTEMPLAR ATENDER REGULAR INFORMARSE  
CONOCER RESPETAR PROTEGER REHABILITAR PREVENIR PLANEAR SUMAR REMEDIAR COMUNICARSE PRE-  
GUNTAR APOYAR DISMINUIR EL CONSUMO MITIGAR LIMPIAR RECOGER NO ALIMENTAR TOMAR CONSCIEN-  
CIA ADMIRAR DIVULGAR COORDINARSE AYUDAR CONTEMPLAR ATENDER REGULAR INFORMARSE CONOCER  
RESPETAR PROTEGER REHABILITAR PREVENIR PLANEAR SUMAR REMEDIAR COMUNICARSE PREGUNTAR  
APOYAR DISMINUIR EL CONSUMO MITIGAR LIMPIAR RECOGER NO ALIMENTAR TOMAR CONSCIENCIA AD-  
MIRAR DIVULGAR COORDINARSE AYUDAR CONTEMPLAR ATENDER REGULAR INFORMARSE CONOCER RES-  
PETAR PROTEGER REHABILITAR PREVENIR PLANEAR SUMAR REMEDIAR COMUNICARSE PREGUNTAR APO-  
YAR DISMINUIR EL CONSUMO MITIGAR LIMPIAR RECOGER NO ALIMENTAR TOMAR CONSCIENCIA ADMIRAR  
DIVULGAR COORDINARSE AYUDAR CONTEMPLAR ATENDER REGULAR INFORMARSE CONOCER RESPETAR  
PROTEGER REHABILITAR PREVENIR PLANEAR SUMAR REMEDIAR COMUNICARSE PREGUNTAR APOYAR DIS-  
MINUIR EL CONSUMO MITIGAR LIMPIAR RECOGER NO ALIMENTAR TOMAR CONSCIENCIA ADMIRAR DIVUL-  
GAR COORDINARSE AYUDAR CONTEMPLAR ATENDER REGULAR INFORMARSE CONOCER RESPETAR PROTE-  
GER REHABILITAR PREVENIR PLANEAR SUMAR REMEDIAR COMUNICARSE PREGUNTAR APOYAR DISMINUIR  
EL CONSUMO MITIGAR LIMPIAR RECOGER NO ALIMENTAR TOMAR CONSCIENCIA ADMIRAR DIVULGAR



**“... LA SUPERVISIÓN Y VIGILANCIA DEL BUEN MANEJO DE LA RESERVA  
SON RESPONSABILIDAD DE TODOS LOS UNIVERSITARIOS” \***

\*(Capítulo V, numeral 17) Gaceta UNAM. 2006. Lineamientos para el desarrollo de actividades dentro de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. 3924: 22-24. UNAM. 14 de septiembre.

# Fuentes de información

1. Morello, J. y A. Rodríguez. 2001. Funciones educativas de las manchas de naturaleza en las ciudades y sus bordes: el caso de Buenos Aires. En: Mancione M., V. De Francesco y Bosso (Eds.). Reservas Naturales Urbanas en la Argentina. Una respuesta ambientalista para mejorar nuestra calidad de vida. Aves Argentinas.
2. Lot, A., M. Pérez-Escobedo, G. Gil-Alarcón, S. Rodríguez-Palacios y P. Camarena. 2012. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: Atlas de riesgos. 30 aniversario 1983-2013. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, UNAM, ICyT. 52 pp <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivos-repsa/investigacion-y-docencia/biblioteca-digital?showall=&start=2>
3. Dirección General de Obras y Conservación. 2011. Ciudad Universitaria. Dirección de Planeación y Evaluación de Obras. <http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2016/disco/#>
4. Respuesta a petición de información del 7 de diciembre de 2011 de la Dirección General de Planeación y la Dirección General de Servicios Administrativos a través de Transparencia UNAM.
5. Dirección General de Servicios Generales. 2007. Censo Ciudad Universitaria. UNAM.
6. Gaceta UNAM. 2005. Acuerdo por el que se rezonefica, delimita e incrementa la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. 3813:14-15 y 19-21. UNAM. 2 de junio. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivos-repsa/conservacion/normatividad/normatividad-acuerdo5>
7. Campus Central de la Ciudad Universitaria Patrimonio Mundial: <http://www.patrimoniomundial.unam.mx/pagina/es/58/decision-del-comite-de-patrimonio-mundial-unesco>.
8. Gaceta UNAM. 1983. Beneficia a la zona sur del Distrito Federal la Reserva Ecológica de Ciudad Universitaria. 59:1, 16-17. Autor: S/A. 3 de oct de 1983. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/conservacion/normatividad/normatividad-acuerdo1>
9. Álvarez S., F.J., J. Carabias-Lillo, J. Meave del Castillo, P. Moreno-Casasola, D. Nava-Fernández, F. Tovar-González C. y A. Valiente-Banuet. 1982. Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Ángel. Serie Cuadernos de Ecología No. 1, UNAM.
10. Gaceta UNAM. 1990. Acuerdo por el que se redefine la Zona de la Reserva Ecológica de Ciudad Universitaria. 2494: 1-2. Autor: UNAM. 20 de ago de 1990. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/conservacion/normatividad/normatividad-acuerdo2>
11. Gaceta UNAM. 1996. Acuerdo por el que se reordena e incrementa la Zona de la Reserva Ecológica de la Ciudad Universitaria. 2998. Autor: Sarukhán, Kermez José. 14 de mar de 1996. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/conservacion/normatividad/normatividad-acuerdo3>
12. Gaceta UNAM. 1997. Acuerdo por el que se reestructura e incrementa la zona de la Reserva Ecológica y se declaran las áreas verdes y manejo especial de la Ciudad Universitaria. 3070:15-17. Autor: UNAM. 13 de ene de 1997. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/conservacion/normatividad/normatividad-acuerdo4>
13. Peralta-Higuera, A. y J. Prado-Molina. 2009. Los límites y la cartografía. En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.). Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 27-42.
14. Lot, A. 2007. La Cantera Oriente: a manera de introducción. En A. Lot (Coord.). Guía ilustrada de la Cantera Oriente. Caracterización ambiental e inventario biológico. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, México, D.F., pp. 7-11.
15. Construcción de Obra Nueva de Inmuebles e Instalaciones. Portal web de Transparencia UNAM, consultado en noviembre de 2011. <http://www.transparencia.unam.mx/fracciones/xv>
16. UNAM. 2007. Memoria descriptiva de las instalaciones físicas 1999-2007. Dirección General de Obras y Conservación. México, D.F. 305 pp.
17. Gaceta UNAM. 2006. Lineamientos para el desarrollo de actividades dentro de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. 3924: 22-24. UNAM. 14 de septiembre. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivos-repsa/conservacion/normatividad/normatividad-lineamientos>
18. PUMA (Programa Universitario de Medio Ambiente). 2011. Lineamientos en materia de construcción sustentable. EcoPUMA Estrategia de Universidad Sustentable. [http://www.puma.unam.mx/web\\_2/images/contenidos/vinculacion/pdf/Criterios\\_construccion\\_sustentable.pdf](http://www.puma.unam.mx/web_2/images/contenidos/vinculacion/pdf/Criterios_construccion_sustentable.pdf)
19. Gaceta UNAM. 2016. Acuerdo por el que se crea el Comité para las Intervenciones Urbanas, Arquitectónicas y de las Ingenierías en el Campus Ciudad Universitaria y los campi de la UNAM. 4778:24-25. UNAM. 25 de abril. <http://www.gaceta.unam.mx/20160425/wp-content/uploads/2016/04/250416.pdf>
20. Lynch, K. 2000. La imagen de la ciudad. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, pp. 64-84.
21. Real Academia de la lengua Española. 2014. Diccionario de la Lengua Española. Madrid, España. <http://www.rae.es/>
22. Dato 2009 de la Dirección General de Obras y Conservación publicado en el Manual de operación del Sistema de Residuos Sólidos Urbanos. EcoPuma. <http://ecopuma.unam.mx/descargas.php>
23. Gaceta UNAM. 2004. Acuerdo que cambia la denominación, estructura y funciones del Comité Asesor de Higiene, Sanidad y Seguridad de la UNAM e integra a la Comisión de Control Ecológico del Campus Universitario al mismo. 3750: 22-23. UNAM. 27 de septiembre.
24. Gaceta UNAM. 2005. Reglamento Interno del Comité Asesor de Salud, Protección Civil y Manejo Ambiental de la UNAM. 3797: 21-23. UNAM. 7 de abril.
25. Gaceta Oficial del Distrito Federal. 2002. Código penal para el Distrito Federal. Delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. Art. 344.
26. Gama-Castro, J., E. Solleiro-Rebolledo, D. Flores-Román, S. Sedov, H. Cabadas-Báez y J. Díaz-Ortega. 2007. Los tepetates y su dinámica sobre la degradación y el riesgo ambiental: el caso del Glacis de Buenavista, Morelos. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 59:133-145.
27. Lot, A. y P. Camarena-Berruecos. 2009. El Pedregal de San Ángel de la Ciudad de México: reserva ecológica urbana de la Universidad Nacional. En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.). Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 19-25.
28. Castillo-Argüero, S., Y. Martínez-Orea, J.A. Meave, M. Hernández-Apolinar, O. Núñez-Castillo, G. Santibáñez-Andrade y P. Guadarrama-Chávez. 2009. Flora: susceptibilidad de la comunidad a la invasión de malezas nativas y exóticas. En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.). Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 107-133.
29. Hortelano-Moncada, Y., F.A. Cervantes y A. Trejo-Ortiz. 2009. Mamíferos silvestres. En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 277-293.
30. Castellanos Morales, G. 2006. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel". Ciudad Universitaria. México, D. F. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 94. Tutor: Rurik Hermann List Sánchez.
31. García Peña, M.N. 2007. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel". Ciudad Universitaria, México, D. F. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 90. Tutor: Rurik Hermann List Sánchez.
32. Granados Pérez, Y. 2008. Ecología de mamíferos silvestres y ferales de la Reserva Ecológica El Pedregal: hacia una propuesta de manejo. Maestría en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 74. Tutor: Enrique Martínez Meyer.
33. Hortelano-Moncada, Y., F.A. Cervantes y A. Trejo-Ortiz. 2009. Mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Revista Mexicana de Biodiversidad 80: 507-520.
34. Castellanos-Morales, G., N. García-Peña y R. List. 2009. Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 371-381.
35. Ramos-Rendón, A.K. 2010. Evaluación poblacional de mamíferos medianos en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, hacia un programa de control de gatos ferales. Maestría en Biología. Instituto de Biología, UNAM, pp. 105. Tutor: Enrique Martínez Meyer.
36. Primack, R.B., A.J. Miller-Rushing y K. Dharaneeswaran. 2009. Changes in the flora of Thoreau's Concord. Biological Conservation 142: 500-508.
37. Goosem, M. 2002. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: fragmentation, edge effects and traffic disturbance. Wildlife Research 29: 277-289.
38. Arroyave, M. del P., C. Gómez, M.E. Gutiérrez, D.P. Múnera, P.A. Zapata, I.C. Vergara, L.M. Andrade y K.C. Ramos. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquia 5: 45-57.
39. Nigro, N.A. y N. Lodeiro-Ocampo. 2009. Atropellamiento de fauna silvestre en las rutas de la provincia de Misiones, Argentina. Análisis y propuestas preliminares para minimizar su impacto. Reportes Tigreros. Serie Conservación 2: 1-19. Red Yaguareté, Buenos Aires.
40. Lever, C. 1985. Naturalized Mammals of the World. Longman Science and Technology, Londres, Inglaterra.
41. Taylor, R.D. y R.L. Goldingay. 2004. Wildlife roadkills on three major roads in North-Eastern New South Wales. Wildlife Research 31: 83-91.
42. Suzán, G. y G. Ceballos. 2005. The role of feral mammals on wildlife infectious disease prevalence in two nature reserves within Mexico Coty limits. Zoo and Wildlife Medicine 36: 479-484.
43. Manchester, S.J. y J.M. Bullock. 2000. The Impacts of Non-Native Species on UK Biodiversity and the Effectiveness of Control. Journal of Applied Ecology 37: 845-864. <http://www.jstor.org/stable/2655930>
44. Gallardo-Romero, N.F., N. Aréchiga-Ceballos, G.L. Emerson, F.O. Martínez-Martínez, J.B. Doty, Y.J. Nakazawa, E. Rendon-Franco, C.I. Munoz-García, C. Villanueva-García, C. Ramírez-Cid, L.M. Gama-Campillo, F. Gual-Sill, A. Aguilar-Setién y D.S. Carroll. 2016. Endemic orthopoxvirus circulating in procyonids in Mexico. Journal of Wildlife Diseases. 52(3):609-615.
45. Arenas Pérez, Pablo. 2016. Seroprevalencia de rabia y *Leptospira* en poblacio-

- nes de perros de libre rango (*Canis familiaris*) y tlacuaches (*Didelphis* spp.) que habitan dos reservas ecológicas. Maestría en Medicina Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Pp. 70. Tutor: Fernando Gual Sill.
46. Fernández S., L.C. y De Landa A., J. 1993. Intrusión y contaminación luminosa. Técnicas y aplicaciones de la iluminación. McGraw-Hill, Madrid, p. 162-166.
  47. OPCC-OTPC. 2010. Guía práctica de iluminación de exteriores. IAC/OTPC- CONAMA AURA CARSO Eso/OPCC (Oficinas de protección de la calidad del cielo de Chile y Canarias). Tenerife-Antofagasta.
  48. Herranz D., C. 2002. El impacto ambiental de la iluminación nocturna artificial. Gorosti, Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra, 17: 27-44.
  49. Benítez-López, A., R. Alkemade y P.A. Verweij. 2010. Are mammal and bird populations declining in the proximity of roads and other infrastructure? CEE review 9-007. 41 pp.
  50. Ulrich, R.S., R.F. Simons, B.D. Losito, E. Fiorito, M.A. Miles y M. Zelson. 1991. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology* 11:201-230.
  51. Wilmers, C.C., E. Post, A. Hastings. 2007. A perfect storm: the combined effects on population fluctuations of autocorrelated environmental noise age structure, and density dependence. *The American Naturalist* 169: 673-83.
  52. Bermúdez-Cuamatzin, E., A.A. Ríos-Chelén, D. Gil, C.M. García. 2011. Experimental evidence for real time song frequency shift in response to urban noise in a passerine bird. *Biology Letters* 23: 36-38.
  53. Dumyahn, S.L. y B.C. Pijanowski. 2011. Beyond noise mitigation: managing soundscapes as commonpool resources. *Landscape Ecology* 1-16.
  54. Forman, R. T. y L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231.
  55. Informe publicado en 1995 por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud.
  56. López-Gómez, V., L.Y. Jiménez-Cedillo, M.Á. Blanco-Becerril y Z. Cano-Santana. 2009. Ecología de la comunidad de artrópodos asociada a *Muhlenbergia robusta* (Poaceae). En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 441-451.
  57. Ruvalcaba-Sánchez, L.I., Z. Cano-Santana, I. Sánchez-Gallén, E. Tovar-Sánchez, C. Anaya-Merchant y D.M. Figueroa-Castro. 2009. Estructura de la comunidad de invertebrados epífitos asociados a *Verbesina virgata* (Asteraceae). En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 433-440.
  58. Sosa, C.V., O. Cedeño y E. Rodríguez. 1999. Incendios forestales. SEMARNAT. México. 56 pp.
  59. Martínez-Mateos, A.E. 2001. Regeneración natural después de un disturbio por fuego en dos microambientes contrastantes de la Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel". Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 66. Tutor: Silvia Castillo Argüero.
  60. Camacho Altamirano, Juan Manuel. 2007. Efecto del fuego sobre la lluvia de semillas en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, México, D.F. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 53. Tutora: Silvia Castillo Argüero.
  61. Juárez-Orozco, S. y Z. Cano-Santana. 2007. El cuarto elemento y los seres vivos. *Ecología del fuego*. *Ciencias* 85: 4-12.
  62. WWF-Adena. 2006. Grandes incendios forestales. Causas y efectos de una ineficaz gestión del territorio. WWF-Adena. Madrid, España. 125 pp.
  63. Departamento de Prevención y Combate de Siniestros. Dirección de Protección Civil, Dirección General de Prevención y Protección Civil, UNAM.
  64. Reporte de Incendios 2000-2008 e informe 2009 al 2012, basados en el parte de novedades del Cuerpo de Bomberos a la REPSA del Departamento de Prevención y combate de siniestros, Dirección de Protección Civil, Dirección General de Servicios Generales, UNAM.
  65. Página de Visitas guiadas del Centro Cultural Universitario <http://www.difusioncultural.unam.mx/visitasguiadas/>
  66. Portal web del Museo de las Ciencias Universum. <http://www.universum.unam.mx/>
  67. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel. 2008. Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (ProREPSA). SEREPSA, CIC, UNAM, México, D.F. 107 pp. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/investigacion-y-docencia/biblioteca-digital?showall=&start=2>
  68. Camarena, P. 2010. Xerojardinería. Guía para el diseño de los jardines de Ciudad Universitaria. Secretaría Ejecutiva REPSA, Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, México, D.F. 92.
  69. UNAM. 2006. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. Reglamento interno del Comité Técnico. Lineamientos para el desarrollo de actividades dentro de la Reserva Ecológica. Acuerdo 2005. SEREPSA, CIC, UNAM. México, D.F. (Folleto) 29 pp.
  70. Castillo-Argüero, S., Y. Martínez-Orea, M.A. Romero-Romero, P. Guadarrama-Chávez, O. Núñez-Castillo, I. Sánchez-Gallén y J.A. Meave. 2007. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: aspectos florísticos y ecológicos. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 294 pp.
  71. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel. 2009. Bitácora del jardinero del Pedregal. SEREPSA, CIC, UNAM, México, D.F. 94 pp.
  72. Téllez-Velasco, A. y L. Flores-Villanueva. 2007. Orquídeas terrestres del Pedregal de San Ángel. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 74 pp.
  73. Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). 2009. Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel. Libro Conmemorativo del 25 aniversario de la Reserva Ecológica de Ciudad Universitaria (1983-2008). Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM., México, D.F. 538 pp.
  74. Suárez, A., P. Camarena, I. Herrera y A. Lot. 2011. Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México. UNAM, ICyTDF, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel., México, D.F. 86 pp.
  75. Lot, A. (Coord.). 2007. Guía ilustrada de la Cantera Oriente. Caracterización ambiental e inventario biológico. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM., México, D.F. 253 pp.
  76. Zambrano L. y Z. Cano-Santana (Comps.). 2016. Historias que brotan de las rocas. Experiencias sobre el Pedregal de San Ángel y su Reserva Ecológica. UNAM-CONABIO. Ciudad de México, México.
  77. Gaceta UNAM. 2006. Reglamento interno del Comité Técnico de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. 3924:20-21. Autor: UNAM. 14 de sep de 2006. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/conservacion/normatividad/normatividad-reglamento-comite-tecnico>
  78. Rojo-Curiel, A. 1994. Plan de manejo Reserva Ecológica El Pedregal de San Ángel. En: A. Rojo (Comp.) Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel", ecología, historia natural y manejo. UNAM, México, D.F., pp. 371-382.
  79. Antonio-Garcés, J. 2008. Restauración ecológica de la Zona de Amortiguamiento 8 de la Reserva del Pedregal de San Ángel, D.F. (México). Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 61. Tutor: Zenón Cano Santana.
  80. Villeda Hernández, M. 2010. Estructura de la comunidad vegetal y abundancia de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera) y *Peromyscus gratus* (Rodentia) en el área "Vivero Alto" de la Reserva del Pedregal de San Ángel sujeta a acciones de restauración. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 62. Tutor: Zenón Cano Santana.
  81. González-Rebeles Guerrero, G. 2012. Efecto de cinco años de restauración sobre la comunidad vegetal y dos poblaciones de artrópodos en el área A11 de la Reserva del Pedregal de San Ángel. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 81. Tutor: Zenón Cano Santana.
  82. Mendoza-Hernández, P.E. y Z. Cano-Santana. 2009. Elementos para la restauración ecológica de pedregales: la rehabilitación de áreas verdes de la Facultad de Ciencias en Ciudad Universitaria. En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, pp. 523-532.
  83. Análisis socio-ambiental y gestión de recursos naturales. 2011. Proyecto grupal. Análisis socio-ambiental de la Facultad de Ciencias: una mirada desde los sistemas complejos. Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad Universitaria, México, DF.
  84. Programa de rescate de remanentes. Portal web de la REPSA. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/conservacion/acciones-mitigacion/mit-rescate-pedregales>
  85. Página de Facebook del proyecto de investigación Geopedregal. <https://www.facebook.com/Geopedregal-413921138671708/>
  86. Programa de Colaboradorxs REPSA. Portal web de la REPSA. <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivosrepsa/divulgacion/vinculacion/vin-cols>
  87. Este término enfatiza el concepto de que los humanos somos parte de la naturaleza y debemos estar integrados en el estudio y manejo de los ecosistemas (Berkes, F. y C. Folke. 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. En: Berkes, F. y C. Folke (eds.). Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University. Cambridge, pp. 1-25 y Maass, J.M., M. Astier y A. Burgos. 2007. Hacia un Programa Nacional de Manejo Sustentable de Ecosistemas en México. En: José Luis Calva (coord.) Agenda para el desarrollo, Volumen 14: Sustentabilidad y Desarrollo Ambiental. Editorial Porrúa, UNAM y Cámara de Diputados. Cd. de México, pp.89-99.
  88. UNESCO. 2007. Central University City Campus of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). <http://whc.unesco.org/en/list/1250>
  89. Elaboración con datos del censo 2015 (INEGI) de los 86 municipios y delegaciones pertenecientes a la cuenca de México mencionados en Ezcurra et al. (2006).
  90. Ezcurra, E., M. Mazari, I. Pisanty y A.G. Aguilar. 2006. La cuenca de México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 286 pp.
  91. Barradas, V.L., A. Tejeda-Martínez y E. Jáuregui. 1999. Energy balance measurements in a suburban vegetated area in Mexico City. *Atmospheric Environment* 33: 4109-4113.
  92. Portal Centro Virtual de Información del agua. <http://www.agua.org.mx>. Consultada 21 de noviembre de 2016.

Editado por la Secretaría Ejecutiva REPSA, Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, se terminó de imprimir en diciembre de 2016, en los talleres de Navegantes de la Comunicación Gráfica, S.A. de C.V., calle Pascual Ortiz Rubio No. 40, Col. San Simón Ticumac, México, Ciudad de México. e-mail: navegantes09@yahoo.com.mx. Elia Pérez Neri hizo la composición en Navegantes, en tipo Helvetica 11/13, 14/15, 24/28 puntos. La edición consta de 1,000 ejemplares en papel couché 150 grs. y estuvo al cuidado de Marcela Pérez.





Ortomosaico de fotografías aéreas digitales obtenidas en junio de 2015 por el Instituto de Geografía

ISBN: 978-607-02-8665-0



Reserva Ecológica  
del Pedregal de  
San Ángel UNAM