

Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México

Identification and assessment of environmental impacts in Campus University City, Autonomous University of the State of Mexico, Cerro of Coatepec, Toluca Mexico

José Isabel Juan Pérez^{♦*}

RESUMEN

Este artículo es resultado de un proyecto de investigación y tuvo como objetivo identificar y evaluar los impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicado en el Cerro de Coatepec, Toluca, México, para conocer y analizar las condiciones ambientales en las que se realizan las actividades universitarias. Mediante la Lista de Verificación fueron identificados 66 impactos en las tres etapas del proyecto. Con la Matriz Cualitativa de Interacciones de Leopold se determinaron 200 impactos ambientales, de los cuales 24 son benéficos significativos vinculados con actividades del proceso educativo, investigación, difusión, administración, eventos deportivos y culturales; 121 son impactos adversos significativos, temporales y mitigables. Desde el año 1962, el Cerro de Coatepec y sus componentes han manifestado impactos tanto positivos como negativos. Un reto para la Universidad Autónoma del Estado de México es promover la participación de los universitarios e instrumentar un sistema de gestión ambiental sostenible para mitigación y compensación de impactos.

ABSTRACT

This article is the result of a research project. The objective was to identify and assessment the environmental impacts of the geographical space Campus University City of the Autonomous University of the State of Mexico, to know and analyze the environmental conditions in which performed the university activities. By Checklist they were identified 66 environmental impacts on the three stages of the project. With Qualitative Matrix Leopold they were determined 200 environmental impacts, of which 24 are significant beneficial impacts related to the activities educational process, research, dissemination, administration, sports and cultural events; 121 are significant adverse impacts, temporary and mitigated. The results show that since 1962, the Cerro of Coatepec and its components have shown positive and negative impacts. A challenge for the Autonomous University of the State of Mexico is to promote the participation of university people and implement environmental management system sustainable for the mitigation and compensation of impacts.

Recibido: 25 de febrero de 2016

Aceptado: 27 de marzo de 2017

Palabras clave:

Espacio geográfico; identificación; evaluación; impacto ambiental; campus universitario.

Keywords:

Geographical space; identification; assessment; environmental impact; university campus.

Cómo citar:

Juan Pérez, J. I. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México. *Acta Universitaria*, 27(3), 36-56. doi: 10.15174/au.2017.1249

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de proyectos de investigación en materia de impacto ambiental en el ámbito de los espacios educativos de México ha sido mínimo, sin embargo, han existido intentos de acercamiento a su identificación, control, gestión, manejo y evaluación. En la actualidad, el manejo preventivo de impactos ambientales en los centros educativos mexicanos es una prioridad que debe tener atención inmediata, ya que con frecuencia los entornos adyacentes a estos son sujetos a la influencia de factores ambientales, demográficos, económicos y socioculturales, los cuales de manera directa e indirecta influyen en el bienestar de los actores sociales de las instituciones educativas.

*Instituto de Estudios Sobre la Universidad, Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Toluca Poniente 1402, Puerta F1, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50110. Correo electrónico: jupi58602@gmail.com

♦ Autor de correspondencia.

Algunos intentos de acercamiento (González, Meira & Martínez, 2015; Juan *et al.*, 2016; Juárez, Juan & Estrada, 2016; Silva, 2012) al estudio, análisis, gestión y prevención de impactos ambientales en instituciones educativas de América Latina están vinculados con la implementación de acciones teórico-prácticas y estrategias para fomentar escuelas seguras y saludables y, desde luego, libres de impactos que pueden incidir en la integridad física y social de las personas, pero en cuestión de investigación científica prácticamente no existen referentes. En la bibliografía consultada (Juan *et al.*, 2016; Leef, 2004; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología [Semarnat-INE], 2000) solamente se exponen antecedentes de los instrumentos de la política ambiental en México; marco legal, estudios y manifestaciones de impacto ambiental de proyectos (principalmente construcciones); declaraciones, acuerdos, convenios, programas, planes y compromisos de las universidades; así como documentos justificativos para incluir temas de impacto ambiental en los planes y programas de estudio.

Las investigaciones en temas de impacto ambiental en el contexto de las universidades no han sido consideradas importantes, esto se comprueba con la ausencia de artículos científicos y de divulgación en revistas especializadas y multidisciplinarias, tanto nacionales como internacionales; por esta razón, el presente artículo explica que los estudios y evaluaciones de impacto ambiental, aunque representan instrumentos de la política ambiental mexicana son documentos que se sustentan en fundamentos y métodos de diversas ciencias y disciplinas, por ejemplo, geografía, biología, botánica, zoología, hidrología, climatología, edafología, ecología, agronomía, economía, ingeniería, arquitectura, cartografía, teledetección, entre otras.

Las investigaciones de impacto ambiental en el espacio geográfico de las universidades mexicanas son recientes, además no han sido abordados ni aplicados en pro del mejoramiento de las condiciones ambientales y del bienestar de los universitarios, ya que las instituciones se han caracterizado por realizar investigaciones, así como estudios de difusión y extensión hacia el exterior y con beneficios hacia la sociedad en general, pero escasamente en el contexto de su propio entorno y en beneficio de los universitarios por lo que este artículo representa un referente para futuras investigaciones en el entorno universitario.

Recientemente algunos investigadores (González *et al.*, 2015; Juan *et al.*, 2016; Juárez *et al.*, 2016) de universidades e instituciones de educación superior, tanto de México como de América Latina, han iniciado

el desarrollo de investigaciones de impacto ambiental en el entorno de las universidades, así como instrumentación y diseño de planes, propuestas y programas preventivos, esto con el propósito de iniciar la transición hacia ambientes seguros y libres de impactos y desastres (Juan *et al.*, 2016).

La inclusión antrópica en cualquier tipo de medio implica la generación de diferentes impactos a las condiciones originales del espacio geográfico de asentamiento o tránsito empleado por la sociedad. Todo proyecto genera impactos (efectos), por lo que es necesario hacer estudios que permitan medir los impactos de las acciones con anterioridad a su ejecución (Coria, 2008).

El impacto ambiental (IA) es la alteración favorable o desfavorable que se presenta en alguno o todos los componentes del ambiente, en la salud humana o en el bienestar de la sociedad, esto como consecuencia de la realización de una acción o actividad humana. Cualquier proyecto, programa, plan, ley, una disposición administrativa o una actividad productiva que tenga en mente realizar el ser humano no constituye un hecho aislado dentro del contexto geográfico, ya que se vincula con la historia ambiental, las formas de apropiación y uso de los recursos naturales (Luis, 2006).

El término impacto no siempre implica negatividad, ya que puede ser positivo o negativo (Conesa, 2009). Existe impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el ambiente o en alguno de sus componentes (aire, agua, suelo, rocas, relieve, paisaje, vegetación, animales). Al asociar lo expuesto por Conesa (2009) con lo señalado por otros autores, como Luis (2006), existe concordancia en el concepto, ya que un impacto ambiental provoca efectos al bienestar y las condiciones socioculturales de los grupos humanos que viven en el entorno inmediato en donde se generan los impactos.

El impacto de un proyecto sobre el ambiente es la diferencia entre la situación del ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto y la situación del ambiente futuro tal como habría evolucionado de una manera normal sin tal actuación. Es importante que durante las fases de un proyecto sean identificados y evaluados los impactos ambientales que provocan las actividades.

Existe amplia diversidad de conceptos de impacto ambiental, los cuales son aplicados desde varios enfoques, dimensiones, propósitos, objetivos e intereses, pero todos coinciden en que se trata de modificaciones o alteraciones ocasionadas por las actividades humanas.

Las actividades de los proyectos, planes o programas provocan diversos impactos al ambiente, algunos de estos son tangibles y otros intangibles, pero en ambos casos generan afectaciones a las condiciones del ambiente y a la sociedad, desde luego, con diferente magnitud y tiempo de exposición. Los impactos se reflejan en los procesos ecológicos, otros afectan a la salud humana. La contaminación ambiental, la degradación y erosión de los suelos, los cambios climáticos, la desertificación y la sequía, son algunos de los más notorios (Luis, 2006).

Aunque la Semarnat-INE (2000) menciona que la evaluación de impacto ambiental es una herramienta importante para garantizar un enfoque preventivo, Silva (2012) señala que esta herramienta implica incertidumbre y riesgo, ya que es difícil predecir con exactitud el nivel de afectación de las actividades de un proyecto hacia los componentes del ambiente. El desarrollo y éxito de las actividades de un proyecto está condicionado por diversos factores, por ejemplo, calidad de la ingeniería del proyecto, estabilidad geomorfológica, condiciones hidrológicas, negligencia humana e irresponsabilidad ambiental de los promotores y ejecutores del proyecto.

Los impactos ambientales están vinculados con la educación ambiental, la cultura ecológica y la responsabilidad ambiental de la sociedad. Estudios recientes (González *et al.*, 2015; Juan *et al.*, 2016; Leef, 2004;) han demostrado que la cultura ecológica se asocia con el conocimiento del entorno, la valoración ambiental por parte de los grupos humanos, el manejo de recursos naturales y el desarrollo sustentable. Se plantea también la necesidad de asimilar un saber ambiental en un conjunto de disciplinas de las ciencias naturales y ciencias sociales con el propósito de construir conocimientos que permitan captar la multicausalidad y la interdependencia de los procesos y fenómenos naturales y sociales que influyen o determinan los cambios socioambientales (Leef, 2004).

Los estudios y evaluaciones de impacto ambiental son esenciales para prevenir afectaciones, además en su integración se requiere la aplicación de diversos enfoques. Canter (1998) reporta que la evaluación de impacto ambiental requiere de varias técnicas, métodos, un soporte teórico (conceptual) y actividades previas. Comenta que una actividad importante es el inventario ambiental, el cual consiste en hacer una descripción completa del medio en donde se pretende ubicar una determinada actuación. Es la base para evaluar los impactos potenciales de una actuación propuesta, tanto los de carácter beneficioso como perjudicial.

Aunque la literatura no reporta suficientes artículos científicos especializados en identificación y evaluación de impactos en espacios universitarios, enseguida se exponen algunos antecedentes:

En Perú, Cárdenas (2014) realizó un estudio para explorar cómo están las universidades a nivel de ambientalización de sus funciones sustantivas, teniendo como propósito orientar el camino de estas y mejorar su desempeño ambiental, mostrando las áreas que se requieren trabajar para construir universidades ambientalmente responsables. La importancia del estudio fue conocer cómo se está incorporando la dimensión ambiental en cada universidad. El estudio consistió en una encuesta con 32 preguntas (indicadores), la cual fue aplicada en 74 universidades del país. Los resultados demuestran que el acondicionamiento acústico o lumínico, la existencia de áreas verdes, el ordenamiento territorial del campus, entre otros, influye en el mejoramiento de las condiciones ambientales de las universidades. Las mejores universidades del mundo se caracterizan no solo por poseer la mejor calidad académica, sino también porque tienen las mejores instalaciones y un grado de confort ambiental adecuado.

En Ecuador, de manera particular en Guayaquil, se realizó un estudio de impacto ambiental para las etapas de construcción y operación del Campus Centenario de la Universidad Politécnica Salesiana con la finalidad de determinar los impactos que tienen mayor injerencia sobre los componentes ambientales existentes en el sitio de implantación. El equipo de investigación determinó que los impactos más significativos son la generación de desechos sólidos, operación de equipos estacionarios (generadores, compresores de climatización) y el tráfico generado por el funcionamiento del proyecto. Recomiendan la ejecución de un Plan de Manejo Ambiental para prevenir y mitigar los potenciales impactos ambientales en el contexto del Campus (Universidad Politécnica Salesiana [UPS], 2011).

En México, en el año 2000, siete universidades públicas, entre ellas, la Universidad Autónoma del Estado de México, suscribieron un acuerdo de colaboración para conformar el Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable (Complexus). El acuerdo tuvo como propósito impulsar el mejoramiento de la calidad de los procesos y programas académicos para incrementar la capacidad de respuesta de la sociedad en materia ambiental y desarrollo sustentable mediante la colaboración de programas o instancias ambientales de alcance institucional (Complexus, 2002).

Por otra parte, dependencias gubernamentales, universidades y organizaciones a nivel internacional y nacional han participado en eventos políticos, académicos y científicos, también han firmado convenios, acuerdos, declaraciones y compromisos para fomentar ambientes seguros, saludables y sustentables, pero en realidad no ha sido posible transitar hacia la sustentabilidad, pues como lo señala González *et al.* (2015) más de mil instituciones de educación superior han suscrito declaratorias sobre compromisos con la incorporación de la sustentabilidad, pero en realidad los resultados de su aplicación e incorporación no son precisos ni concretos, lo cual puede estar vinculado con la confusión y la diversidad de conceptos asociados con la sustentabilidad.

La dificultad de una transición hacia la sustentabilidad en las universidades está condicionada por múltiples factores, pues como lo establecen González *et al.* (2015), las universidades públicas enfrentan una situación precaria e incierta. En el caso del Continente Americano, el desarrollo experimentado por las economías de países emergentes como México, Brasil o Chile está obligando a reformular el papel de sus sistemas de educación superior e investigación.

En el Plan Rector de Desarrollo Institucional (PRDI) 2013-2017 de la Universidad Autónoma del Estado de México (2013) se expone que el gobierno universitario debe cumplir y hacer cumplir la legislación universitaria, esto incluye salvaguardar la seguridad personal y patrimonial de los integrantes de la Universidad en un marco caracterizado por la sensibilidad, el diálogo, el fortalecimiento de la identidad institucional, el fomento y la práctica de estilos de vida saludable, la activación física, el compromiso permanente con el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable. Se debe propiciar un ambiente libre de riesgos físicos, psicológicos y patrimoniales, por ello, se cuenta con los mecanismos adecuados para proteger la integridad de todos los universitarios.

El presente artículo es resultado del proyecto de investigación *Prevención de impactos ambientales y riesgos en la Universidad Autónoma del Estado de México*, financiado por la propia Universidad y por el Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México, A. C. y tiene como objetivo identificar y evaluar los impactos ambientales que han ocurrido y que ocurren actualmente en el espacio geográfico que conforma el Campus Ciudad Universitaria, esto con el propósito de conocer y analizar las condiciones ambientales en las que se realizan las actividades de docencia, investigación, difusión, deportivas y culturales.

El desarrollo de la investigación tiene sustento en fundamentos de geografía (Higueras, 2003), ecología (Odum, 1987) y paisaje (Gómez, 2004), complementándose con métodos de identificación y evaluación de impacto ambiental (Canter, 1998; Conesa, 2009), técnicas de trabajo de campo (recorridos, observación directa, observación participante, tomas fotográficas, registros y fundamentos legales del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Diario Oficial de la Federación [DOF], 2016).

Una justificación importante de la investigación es que en la Universidad Autónoma del Estado de México existen especialistas y grupos de investigación en el campo de las ciencias ambientales y que desarrollan estudios y manifestaciones de impacto ambiental en distintas regiones del país, sin embargo, en el ámbito de los campus académicos de esta Universidad no se han realizado investigaciones de su propio entorno, ni de los impactos ambientales que ocurren en las etapas de ejecución de un proyecto (preparación del sitio, construcción y funcionamiento), siendo justificante iniciar investigaciones con este enfoque. También es prioritario el cuidado del entorno, el mejoramiento de las condiciones ambientales, el fomento del bienestar social y la seguridad de las personas que estudian o trabajan en el Campus Ciudad Universitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una de las características importantes de un ecosistema son los cambios que ocurren en su estructura y su funcionamiento. Desde luego, estos cambios pueden ser provocados por factores naturales o inducidos por la sociedad humana, a estos factores se les denomina “generadores de cambio”, los cuales pueden ser directos e indirectos; un ejemplo de generador de cambio directo es la modificación del hábitat, el cual influye en los procesos ecológicos que ocurren en el ecosistema. Un ejemplo de generador de cambio indirecto es el cambio en la demografía, este actúa de forma más difusa alterando a los generadores de cambio directos (GreenFacts, 2016).

El desarrollo de las actividades de la investigación se realizó en dos dimensiones: trabajo de gabinete y trabajo de campo, siendo complementarias entre sí. Las técnicas (observación directa, observación participante, registros), métodos (geográfico, ecológico, Lista de Verificación y Matriz de Leopold) y los materiales utilizados permitieron realizar la caracterización del Campus Ciudad Universitaria, el análisis espacial, la identificación y evaluación de impactos ambientales y su asociación con fundamentos teóricos.

- 1) Con el método geográfico (Higuera, 2003) se realizó la caracterización del Campus Ciudad Universitaria, haciendo énfasis en su ubicación, condiciones fisiográficas y climáticas, alteración del ambiente y los procesos de cambio de uso del suelo.
- 2) El método ecológico (Odum, 1987) fue útil para analizar el Campus Ciudad Universitaria como un ecosistema urbano y sus componentes principales (comunidades, especies vegetales y especies animales), también permitió establecer asociaciones entre la espacialidad de las edificaciones, las áreas verdes y las condiciones del paisaje.
- 3) Con las técnicas de observación directa, observación participante y recorridos por las áreas verdes y edificaciones del Campus Ciudad Universitaria fue posible identificar las condiciones actuales del ambiente (impactos ambientales) y hacer toma fotográfica.
- 4) La identificación y clasificación de las especies vegetales se realizó directamente en su hábitat. Esta actividad la hicieron especialistas en botánica de la Facultad de Ciencias (Biología) de la Universidad Autónoma del Estado de México. Algunas partes de plantas herbáceas fueron recolectadas y clasificadas en trabajo de gabinete.
- 5) Para la identificación de impactos ambientales fue utilizada la Lista de Verificación (chequeo) (Conesa, 2009). Este método es utilizado principalmente para revelar los impactos más importantes que puedan ocurrir como consecuencia de la ejecución de un proyecto, plan, programa o actividad. Sobre una lista de efectos y acciones específicas se marcan las interacciones más relevantes.

La estructura de la Lista de Verificación fue integrada con las etapas y actividades de preparación del terreno, construcción y funcionamiento y los impactos que se ocasionan a cada uno de los componentes ambientales y socioculturales. Aunque en las dependencias e infraestructura del Campus Ciudad Universitaria se realiza una amplia diversidad de actividades, solo fueron consideradas las tres etapas de un proyecto: 1) preparación del terreno, 2) construcción (ampliación de edificaciones, nuevas edificaciones), y 3) funcionamiento.

- 6) Con la Matriz de Interacciones de Leopold (Conesa, 2009) se realizó la evaluación cualitativa de impactos ambientales. Este método consiste en un cuadro de doble entrada (matriz) en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados, en las columnas se incluyen las acciones

que se realizan y que son causa de los posibles impactos. En este método se fijan 100 acciones posibles y 88 factores ambientales, con lo que el número de interacciones posibles será de $88 \times 100 = 8800$, aunque es importante mencionar que de estas son pocas las realmente importantes. Para el caso del Campus Ciudad Universitaria fue utilizada una matriz reducida con 200 interacciones (Conesa, 2009).

Para construir la Matriz Cualitativa de Interacciones de Leopold adaptada al Campus Ciudad Universitaria fueron consideradas las actividades de las tres etapas del proyecto, en virtud de que frecuentemente se realizan actividades en cada una de estas, desde luego se hace mayor énfasis en la etapa de operación o funcionamiento, ya que las etapas de preparación del terreno y construcción han sido culminadas con excepción de la construcción de edificaciones emergentes. Con esta matriz se exploran las interacciones que se generan entre los componentes físico-químicos, biológicos y socioculturales del escenario ambiental.

Clasificación de los impactos ambientales

En la ejecución de los proyectos, programas o actividades productivas se generan diversos impactos, que de acuerdo con Conesa (2009) y Luis (2006) pueden clasificarse en varias categorías:

- a) Por la calidad del ambiente, pueden clasificarse en positivos y negativos. Un impacto positivo, generalmente es admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, esto en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos. Un impacto negativo se refiere a la pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en incremento de los perjuicios derivados de la contaminación, la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.
- b) Por la intensidad o grado de destrucción, un impacto puede ser: notable o muy alto, mínimo o bajo, medio y alto. Un impacto notable es aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del ambiente, de los recursos naturales o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto.

El impacto mínimo es aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima de un factor (cuando ocurre una destrucción completa, el impacto se denomina total). El impacto medio y alto se manifiesta como una alteración del ambiente o de alguno de sus factores y cuyas repercusiones se consideran situadas entre un impacto notable y un impacto mínimo.

- c) Por la extensión, el impacto puede clasificarse como puntual, parcial, extremo, total y de ubicación crítica. Un impacto es puntual cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado. El impacto parcial ocurre cuando el efecto supone una incidencia apreciable en el ambiente. Cuando el efecto se detecta en una gran parte del ambiente, entonces el impacto es extremo. Cuando el efecto se presenta de manera generalizada en todo el entorno, el impacto es total. Un impacto de ubicación crítica ocurre cuando la situación produce severos efectos.
- d) Por el momento en que se manifiestan los impactos, puede clasificarse en latente (corto, medio y largo plazo), inmediato y de momento crítico. El impacto latente es aquel cuyo efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos en un umbral permitido y debido a su acumulación y/o a su sinergia implica que el límite se ha sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión, por ejemplo, la contaminación de un suelo como consecuencia de la acumulación de productos químicos agrícolas.

El impacto inmediato ocurre cuando el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo. El impacto de momento crítico es aquel en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es grave, independientemente del plazo de manifestación, por ejemplo, ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario (inmediato-crítico), polución de la vegetación por riego coincidiendo con la nidificación (corto-crítico), aparición de una plaga en una arboleda a los 6 años del inicio de la acción que la provoca, justo en el momento de la brotación primaveral (largo-crítico).

- e) Por la persistencia de los impactos, estos pueden ser clasificados como temporales o permanentes. Un impacto es considerado temporal

cuando su efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Cuando la duración del efecto es menor a un año, entonces el impacto es fugaz, si dura entre uno y tres años, propiamente es temporal, y si dura entre cuatro y diez años, es considerado como pertinaz. Un ejemplo de este tipo de impacto es una repoblación forestal en sistemas de terrazas que en su momento inicial produce un gran impacto paisajístico, el cual disminuye paulatinamente con el crecimiento de los árboles y cobertura de las áreas deforestadas. El impacto permanente provoca alteraciones indefinidas en el tiempo y afecta principalmente a los factores, relaciones ecológicas o ambientales presentes en un espacio geográfico, es decir, el impacto permanece en el tiempo por más de 10 años, por ejemplo, construcción de una carretera o sistemas para la conducción de agua para riego.

- f) De acuerdo a la capacidad de recuperación, un impacto puede ser irrecuperable, reversible, mitigable, recuperable o fugaz. En el caso del primero, se caracteriza porque la alteración del ambiente o pérdida es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana. Todas las obras en las que se utiliza cemento son irrecuperables. El impacto irreversible supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación anterior a la acción que lo provoca, generalmente, las zonas se degradan paulatinamente hasta iniciar un proceso de desertización irreversible. Un impacto es reversible cuando la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, medio o largo plazo, debido principalmente al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del ambiente.

Los desmontes para carreteras con vegetación pionera circundante se recuperan en pocos años sin intervenir la acción antrópica. Cuando la alteración provocada por un impacto puede mitigarse de manera ostensible mediante el establecimiento de medidas correctoras o cuando la alteración puede ser reemplazable, entonces el impacto es considerado como recuperable, por ejemplo, cuando se elimina la vegetación de una zona, la fauna desaparece, pero al promover la repoblación y cobertura vegetal, entonces, la fauna regresará. Cuando una actividad provoca un impacto, pero al suspender la actividad,

la recuperación es inmediata y no requiere de prácticas correctoras o protectoras, entonces, se trata de un impacto fugaz, por ejemplo, cuando una máquina genera ruidos y vibraciones, al momento de suspender su funcionamiento, el impacto desaparece inmediatamente.

g) De acuerdo a la relación causa-efecto, un impacto puede ser considerado como *directo* (el efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, por ejemplo, tala de árboles en un bosque) o *indirecto* (el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o en general a la relación de un factor ambiental con otro, por ejemplo, la degradación de la vegetación como consecuencia de la lluvia ácida).

h) Considerando la interrelación de acciones y/o efectos, puede presentarse un impacto simple, impacto acumulativo o impacto sinérgico. El primero se refiere cuando el efecto se manifiesta sobre un solo componente del ambiente o cuyo modo de acción es individualizado sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, tampoco en la de su sinergia, ejemplo: la construcción de un camino de penetración en el bosque incrementa el tránsito.

Un impacto es acumulativo cuando el efecto al prolongarse en el tiempo, la acción del agente inductor incrementa de manera progresiva su gravedad, principalmente al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto, ejemplo: construcción de un área recreativa junto al camino de penetración en el bosque. El impacto sinérgico ocurre cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones, supone una incidencia ambiental mayor que el efecto sumatorio de las incidencias individuales contempladas aisladamente. En este tipo de impacto el modo de acción induce con el tiempo a la aparición de otros impactos, por ejemplo, la construcción de un nuevo camino de enlace entre dos caminos previamente establecidos implicará un incremento mayor de tráfico.

i) Considerando la periodicidad, un impacto puede ubicarse en cuatro tipos: continuo, discontinuo, periódico o de aparición irregular. Es continuo cuando el efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia, por ejemplo, las canteras. Es discontinuo cuando el efecto se presenta a través de alteraciones

irregulares en su permanencia, por ejemplo, las industrias poco contaminantes que eventualmente emiten sustancias de mayor poder contaminante. Es periódico cuando el efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa en el tiempo, por ejemplo, un incremento significativo de los incendios forestales durante el verano. Es de aparición irregular cuando el efecto ocurre de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional, por ejemplo, incremento del riesgo de incendios por la mejora de la accesibilidad a una zona forestal.

j) Con base en la necesidad de aplicación de medidas correctoras, un impacto se clasifica en tres categorías:

1º) Impacto ambiental crítico. Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con este se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata de un impacto irrecuperable.

2º) Impacto ambiental severo. Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, la recuperación requiere de un periodo de tiempo prolongado. Solo los impactos recuperables, posibilitan la introducción de medidas correctoras.

3º) Impacto ambiental moderado. Efecto cuya recuperación no requiere prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del ambiente no requiere mucho tiempo.

Existen múltiples clasificaciones y tipos de impactos, pero siempre serán positivos o negativos. Toda acción humana provoca impactos sobre los componentes del ambiente, los cuales pueden ser afectados en mayor o menor medida por la incidencia de otras acciones antrópicas.

La Matriz Cualitativa de Interacciones de Leopold para el Campus Ciudad Universitaria contiene ocho

tipos de impactos: impacto adverso significativo (A), impacto adverso no significativo (a), impacto benéfico significativo (B), impacto benéfico no significativo (b), impacto temporal (T), impacto permanente (P), impacto mitigable (M), e impacto no mitigable (N).

Un impacto benéfico se manifiesta cuando las modificaciones hacia los componentes del ambiente favorecen la estabilidad del equilibrio ecológico en el lugar donde se realiza el proyecto.

El impacto adverso ocurre cuando las alteraciones al ambiente modifican las condiciones naturales y, en consecuencia, ocasionan desequilibrio ecológico en el lugar.

El impacto mitigable se refiere a la posibilidad de realizar acciones compensatorias que coadyuven a minimizar o eliminar los daños que se ocasionan a los componentes del ambiente.

Fundamentos legales de la evaluación del impacto ambiental

Las evaluaciones de impacto ambiental (EVIA) son recientes y surgen como instrumento de la gestión y protección del ambiente en el año de 1969, en los Estados Unidos de América como parte de la *National Environmental Policy Act* (NEPA) que de manera conjunta con la Ley de Política Ambiental institucionalizó la ejecución de la evaluación de impacto ambiental en ese país. En México, el proceso de institucionalización de la evaluación de impacto ambiental inició en el año 1978, pero fue sustentado jurídicamente hasta el año 1988 con la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (Semarnat-INE, 2000).

En México, la evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y la conservación de los recursos naturales. Constituye una herramienta esencial para prevenir, mitigar y restaurar daños al ambiente y a los recursos renovables del país; y ha evolucionado con el propósito de garantizar un enfoque preventivo que ofrezca certeza pública acerca de la viabilidad ambiental de los proyectos de desarrollo.

En el Estado de México, el sustento legal de la manifestación y evaluación del impacto ambiental es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF, 2016), el Reglamento de la Ley

General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (DOF, 2014), el Código para la Biodiversidad del Estado de México (Gobierno del Estado de México [GEM], 2005) y la Gaceta del GEM (2014). En estos instrumentos de la política ambiental se mencionan los requisitos que deben cumplir los propietarios, representantes legales o promoventes de las obras, planes, proyectos o programas, así como el proceso teórico-metodológico, administrativo y jurídico para integrar la manifestación de impacto ambiental, la evaluación y el dictamen correspondiente.

De manera específica, la Gaceta del GEM (2014) presenta un listado de las actividades industriales, comerciales y de servicios, obras, proyectos y programas que deben cumplir con la manifestación de impacto ambiental, la evaluación del impacto ambiental y por consiguiente obtener un dictamen favorable para la ejecución de las actividades en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación (funcionamiento).

Con base en la superficie del terreno, tipo de actividad, ubicación geográfica del lugar y la generación de posibles impactos a los componentes del ambiente, todas las personas físicas o morales, dependencias federales, estatales, municipales, organismos no gubernamentales, empresas e instituciones educativas que pretendan ejecutar actividades comerciales, industriales, agrícolas, de servicios, proyectos, programas, obras o planes deben cumplir con la normatividad en materia de evaluación del impacto ambiental y riesgos, entre otros estudios (GEM, 2014).

Con base en la normatividad federal y la del Estado de México, a partir de 1988 un requisito que debe cumplir la Universidad Autónoma del Estado de México, antes de iniciar con las actividades de preparación del terreno y la construcción de edificaciones, es hacer la manifestación ambiental y la evaluación de impacto ambiental del proyecto, desafortunadamente, casi el 85% de sus edificaciones se realizaron antes del año referido.

Caracterización del Campus Ciudad Universitaria

El Campus Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma del Estado de México se localiza en la porción noroeste de la ciudad de Toluca, Estado de México (figura 1). Está ubicada en las coordenadas: 19° 17' 17" latitud Norte y 99° 40' 41" longitud oeste. La altitud es variable, pero en promedio tiene 2715 m sobre el nivel del mar (msnm). El Campus tiene una superficie total

de 367 650 m², de los cuales, 124 591 m² corresponden a edificaciones, 173 445 m² son áreas verdes y 69 614 m² están ocupados con estacionamientos, andadores, aceras, áreas deportivas, patios, plazas culturales, escalinatas, accesos y afloramientos rocosos (Universidad Autónoma del Estado de México [UAE-Méx], 2014).

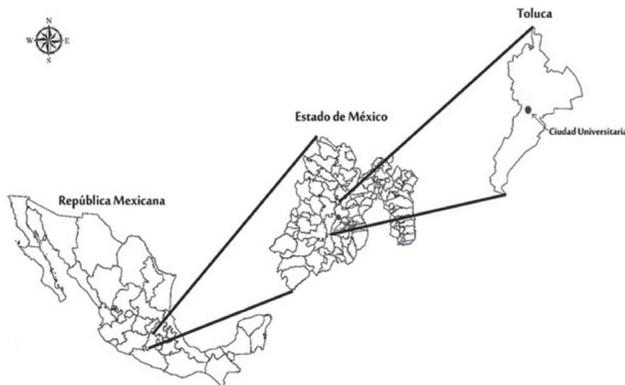


Figura 1. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México, en el contexto del Municipio de Toluca, Estado de México.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México, en el contexto del Municipio de Toluca, Estado de México.
Fuente: Imagen obtenida de la plataforma de Google Earth. 23 de febrero, 2016.

Los límites de Ciudad Universitaria son los siguientes: en la porción norte y dentro del contexto urbano de la ciudad de Toluca, tiene límites con la vialidad Paseo Tollocan y la Vialidad Adolfo López Mateos. Al sur tiene límites con la Calle Paseo Universidad. En la parte oriental, su límite inmediato es la Calle Vicente Guerrero. Al poniente, su límite principal es la vialidad Paseo Tollocan. En la figura 2, se representa el área que ocupa el Campus Ciudad Universitaria.

El espacio geográfico que comprende el Campus Ciudad Universitaria está ubicado en el Cerro de Coatepec, el cual forma parte del Sistema Sierra Morelos. Su origen corresponde al Periodo Terciario Superior y está vinculado con la actividad volcánica de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico. Los afloramientos rocosos son muy notorios y se relacionan con las siguientes unidades geológicas: a) rocas ígneas y, b) material coluvial-aluvial. Con base en los estudios realizados por Vences (2007) y observaciones realizadas directamente en campo, el Cerro de Coatepec presenta un relieve heterogéneo, caracterizado por pendientes que tienen un rango entre 6° y 40°. En la porción oriental el relieve tiene 75°.

El clima es C (w2)(w)b(i)g, se caracteriza por ser templado, subhúmedo, la temperatura media del mes más frío oscila entre -3 °C y 18 °C y la del mes más cálido, mayor de 6.5 °C, la temperatura media anual es de 12.7 °C. Por su régimen de lluvias y su grado de humedad este clima es el más húmedo de los templados, con lluvias en verano, la oscilación anual de temperatura es menor de 5 °C (García, 1986). La precipitación media anual es de 900 mm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2016).

El suelo se caracteriza por presentar textura fina, color castaño obscuro, presencia de material orgánico, con porosidad y capacidad para almacenamiento de agua y retención de humedad. En este suelo crecen y prosperan diversas especies de gramíneas, arbustos y árboles. El material coluvial-aluvial está presente en las partes bajas planas.

La ocupación del uso del suelo en el espacio geográfico de Ciudad Universitaria es diversa, pero la mayor cobertura (34%) corresponde al uso urbano (edificaciones para la docencia, la investigación, difusión del conocimiento, actividades administrativas), 47% corresponde al uso forestal (especies arbóreas coníferas, especies caducifolias y arbustos) y vegetación secundaria (incluye la de tipo ornamental), el 19% está ocupado con infraestructura vial, espacios deportivos y culturales, monumentos y afloramientos rocosos.

El uso del suelo antes del establecimiento de la infraestructura de Ciudad Universitaria era forestal, sin embargo, con el establecimiento de la infraestructura urbana, el Cerro de Coatepec ha sido sujeto a procesos de cambio de uso del suelo. A partir del año 1962, el ecosistema natural manifestó impactos y cambios significativos, por lo que, la vegetación propia de este ambiente prácticamente ha sido eliminada y en su lugar prosperan especies vegetales arbóreas, producto de campañas de reforestación.

El proceso de cambio de uso del suelo del Cerro de Coatepec está asociado con el establecimiento de la infraestructura para Ciudad Universitaria, teniendo los siguientes antecedentes: a) la autorización para la construcción fue aprobada por el Consejo Universitario el 13 de julio de 1962; b) el 10 de septiembre de 1962 fue integrado el patronato pro-construcción; c) el Gobierno Estatal, a cargo del Dr. Gustavo Baz Prada, dona 30 hectáreas en las faldas del Cerro de Coatepec; d) el 18 de junio de 1963 fueron firmadas las escrituras de donación de los terrenos que comprenden todo el Cerro de Coatepec, incluyendo el estadio universitario y los campos deportivos (Peñaloza, 2015).

El 5 de noviembre de 1964 se realizó la inauguración de la Ciudad Universitaria, siendo presidente de México el Lic. Adolfo López Mateos; gobernador del Estado de México, el Lic. Juan Fernández Albarrán y rector de la Universidad Autónoma del Estado de México, el Dr. Jorge Hernández García (Peñaloza, 2015). La primera etapa de Ciudad Universitaria comprendía solamente el estadio universitario y tres facultades: Ingeniería, Jurisprudencia (Derecho) y Comercio y Administración.

Entre el período de 1969 a 1972 fue construido un edificio con siete niveles para la Facultad de Humanidades (actualmente conocido como Torre Académica). Posteriormente, en la cima del Cerro de Coatepec, fue construido el busto monumental del Lic. Adolfo López Mateos, el cual tiene 12 m de altura y 60 t de peso (Peñaloza, 2015). Estas dos obras son significativas, ya que determinan la continuidad de los procesos de cambio de uso del suelo hasta la fecha (2016).

En Ciudad Universitaria no existen elementos hidrológicos importantes, sin embargo, durante la época de lluvias son frecuentes los escurrimientos superficiales de las partes altas hacia las partes bajas y planas. En los ambientes de mayor altura ocurren infiltraciones que emanan en los afloramientos rocosos inferiores, pero, desafortunadamente, tanto el agua que circula superficialmente como la que emana en los afloramientos rocosos, no es aprovechada.

Componentes biológicos y áreas verdes universitarias

Los componentes biológicos del Campus Universitario están asociados con la diversidad de plantas, animales silvestres y ecosistemas propios del Altiplano Mexicano, aunque en el Cerro de Coatepec la mayor parte de las especies de plantas nativas han sido sustituidas por plantas ornamentales.

En los ambientes naturales del Cerro de Coatepec aún existen especies vegetales propias del Altiplano Mexicano, por ejemplo: tepozán (*Buddleia cordata*), capulín (*Prunus serotina*), tejocote (*Crataegus mexicana*), nopal (*Opuntia* sp.) maguey (*Agave americana*), jaras (*Senecio xarilla*), campánula (*Ipomoea purpurea*). En los suelos con presencia de materia orgánica hay diversas especies de hongos, las cuales son notorias durante la época de lluvias. Los líquenes (Telosquistáceas), bromelias (Bromeliaceae), helechos (*Pteridofitas*) y algunas plantas de la familia Crassulaceae predominan en los afloramientos rocosos.

La vegetación urbana es el elemento que caracteriza y da nombre a las áreas verdes en la ciudad y permite que el espacio construido y la sociedad se integren con la naturaleza a través del jardín y el parque para constituir el paisaje de la ciudad “un paisaje urbano al que la sociedad y su cultura le dan carácter”. Las áreas verdes son espacios compuestos con vegetación, sobre todo, pastos, árboles y arbustos (Meza & Moncada, 2010).

De acuerdo a las condiciones en las que se encuentran las áreas verdes de Ciudad Universitaria, el Cerro de Coatepec y sus componentes pueden ser considerados como un bosque urbano. El concepto de bosque urbano hace referencia al conjunto de recursos naturales que se desarrollan relacionados con los asentamientos humanos, creciendo cerca de edificios, en jardines públicos y privados, en parques urbanos de diversa escala, en lotes baldíos y cementerios, así mismo, en áreas agrícolas, forestales y naturales, localizados en el área urbana y periurbana de la ciudad. El concepto amplía la perspectiva del papel que posee la vegetación de las áreas verdes para aminorar los impactos de la urbanización sobre los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad ambiental de las ciudades (Meza & Moncada, 2010).

Los procesos de cambio de uso del suelo en el Cerro de Coatepec han influido en la desaparición o disminución de la biodiversidad propia del ecosistema, por lo tanto, es importante aplicar medidas para

fomentar su protección. La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio de Lista de Especies en Riesgo (DOF, 2010) contiene la relación de plantas y animales que se encuentran en ese estatus y, por lo tanto, deben implementarse acciones para su protección. A pesar de las presiones que ejercen las edificaciones sobre las áreas ocupadas con vegetación, en el Campus Ciudad Universitaria tres especies vegetales y una especie animal están referidas en esta NOM.

- a) Bromelias (Bromeliaceae). Familia sujeta a protección especial (Pr).
- b) Heno (*Tillandsia* sp.). Especie amenazada (A).
- c) Árbol de las manitas (*Chiranthodendron pentadactylon*). Especie amenazada (A).
- d) Lagartija Cornuda de Montaña (*Phrynosoma orbiculare*). Especie amenazada (A).

El Cerro de Coatepec (Campus Ciudad Universitaria) es un ecosistema urbano importante, sin embargo, por encontrarse confinado por edificaciones e infraestructura de Ciudad Universitaria está sujeto a presiones demográficas y urbanas, lo cual genera efectos al ambiente, por ejemplo, ocurre pérdida del hábitat.

El paisaje del Cerro de Coatepec está confinado a una geoforma peculiar, caracterizada por la modificación de la topografía y las condiciones geológicas, suelos con procesos erosivos, vegetación perturbada y presencia de altas edificaciones que fragmentan las unidades ambientales y obstaculizan la observación de los componentes naturales (impacto al paisaje).

Las campañas de reforestación en vinculación con las condiciones fisiográficas propias del Cerro de Coatepec han favorecido la existencia de bosques (cubierta forestal), principalmente de cedro (*Cupressus* sp.), eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), fresno (*Fraxinus willdenowiana*), sauce (*Salix* sp.) y diversas especies de coníferas.

Los componentes biológicos están constituidos por plantas (herbáceas, arbustivas y arbóreas) (tabla 1) y animales silvestres (roedores, pequeños mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos) (tabla 2 y tabla 3), complementándose con otros organismos del reino fungi, musgos y líquenes. De manera preliminar han sido identificadas 104 especies vegetales, 35 especies de animales silvestres, 8 especies de hongos, 3 especies de líquenes y 3 especies de musgos. Otros elementos biológicos existentes en este ecosistema son animales domésticos (perros, gatos, ratas y palomas), cuyo hábitat son los patios, los estacionamientos, las áreas verdes y algunos ambientes ocupados con vegetación nativa.

Tabla 1. Especies vegetales predominantes en Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
1 Agapando	<i>Agapanthus africanus</i>	17 Cempasúchil	<i>Pratylenchus penetrans</i>
2 Agave amarillo	<i>Agave americana</i> var. <i>marginata</i>	18 Escobillón	<i>Callistemon citrinus</i>
3 Ahuehuete	<i>Taxodium mucronatum</i>	19 Chicalota	<i>Arone mexicana</i>
4 Alamillo	<i>Populus deltoides</i>	20 Chisme	<i>Portulaca pilosa</i>
5 Álamo	<i>Populus nigra</i>	21 Ciprés común	<i>Cupressus sempervirens</i>
6 Álamo plateado	<i>Populus alba</i>	22 Ciruelo rojo	<i>Prunus cerasifera</i>
7 Araucaria	<i>Araucaria excelsa</i>	23 Ciruelo verde	<i>Prunus doméstica</i>
8 Árbol de las manitas	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	24 Clivia	<i>Clivia miniata</i>
9 Azucena, Josefina tsitsiki	<i>Crinum bulbispermum</i>	25 Colorín	<i>Erythrina leptorhiza</i>
10 Campanola, quiebra platos	<i>Ipomoea purpurea</i>	26 Copa de oro	<i>Allamanda cathartica</i>
11 Capulín	<i>Prunus serotina</i>	27 Costilla de Adán	<i>Monstera deliciosa</i> liebm
12 Carretilla	<i>Medicago polymorpha</i>	28 Culantrillo helecho	<i>Adiantum</i> sp.
13 Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	29 Dalia	<i>Dahlia coccinea</i>
14 Cedro de Arizona	<i>Cupressus arizonica</i>	30 Diente de León	<i>Taxodium officinals</i>
15 Cedro blanco	<i>Cupressus lusitanica</i>	31 Dólar	<i>Eucalyptus cinerea</i>
16 Cedro limón	<i>Cupressus macrocarpa</i>	32 Dormilona	<i>Fabacca germinossa</i>

Fuente: Identificación realizada por especialistas en botánica de la Facultad de Ciencias (Biología) de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Tabla 1.
 Especies vegetales predominantes en Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015) (continuación).

	Nombre común	Nombre científico		Nombre común	Nombre científico
33	Durazno	<i>Eucalyptus cinerea</i>	69	Moral	<i>Morus nigra</i>
34	Rosa de alabastro	<i>Echeveria</i> sp.	70	Musgo	<i>Callicostaceae thamnopsis</i>
35	Encino	<i>Quercus</i> sp.	71	Nispero	<i>Eriobotrya japonica</i>
36	Estafiate	<i>Artemisia ludoviciana</i>	72	Nogal	<i>Juglans regia</i>
37	Estoquillo, espadín	<i>Agave striata</i>	73	Palma de sagú	<i>Cycas revoluta</i>
38	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	74	Pasto liriopé	<i>Liriope</i> sp.
39	Flor de liz	<i>Iris germanica</i>	75	Pata de pollo	<i>Commelina communis</i>
40	Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	76	Pera	<i>Pyrus communis</i>
41	Fresno	<i>Fraxinus willdenowiana</i>	77	Piracanto	<i>Pyracantha coccinea</i>
42	Geranio	<i>Geranium seemannii</i>	78	Pino	<i>Pinus</i> sp.
43	Grevillea Robusta	<i>Grevillea robusta</i>	79	Pino blanco	<i>Pinus pseudostrobus</i>
44	Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>	80	Pino moctezumae	<i>Pinus montezumae</i>
45	Helecho Boston	<i>Nephrolepis exaltata</i>	81	Pipili	<i>Caryophyllaceae drymaria</i>
46	Hierba de pollo	<i>Tinantia erecta</i>	82	Pirú	<i>Schinus molle</i>
47	Higuera	<i>Ficus carica</i>	83	Pitóspero del Japón	<i>Pittosporum tobira</i>
48	Iresine	<i>Iresine herbstii</i>	84	Plumbago	<i>Plumbago auriculata</i>
49	Jaltomate	<i>Jaltomata procumbens</i>	85	Rosal	<i>Rosa</i> sp.
50	Jarilla	<i>Contejilla cepidia</i>	86	Sábila	<i>Aloe vera</i>
51	Kalanchoe	<i>Kalanchoe thyrsiflora</i>	87	Sábila	<i>Aloe arborescens</i>
52	Laurel de la India	<i>Ficus retusa</i>	88	Salix	<i>Salix bonplandiana</i>
53	Laurel rosa	<i>Nerium oleander</i>	89	Salvia	<i>Salvia officinalis</i>
54	Lechuguilla común	<i>Sonchus oleraceus</i>	90	Sauce	<i>Salix bonplandiana</i>
55	Lengua de vaca	<i>Rumex obtusifolius</i>	91	Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>
56	Lengua de víbora	<i>Sansevieria</i> sp.	92	Siempre viva	<i>Sedum</i> sp.
57	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	93	Sotol	<i>Dasylyrion longissimum</i>
58	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	94	Tejocote	<i>Crataegus pubescens</i>
59	Lirio persa	<i>Iris japonica</i>	95	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>
60	Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>	96	Tuya	<i>Thuja occidentalis</i>
61	Magüey (pulquero)	<i>Agave americana</i>	97	Tomatillo	<i>Solanum</i> sp.
62	Magüey azul	<i>Agave tequilana</i>	98	Trébol	<i>Tribolium leguminica</i>
63	Manzana	<i>Malus domestica</i>	99	Trueno	<i>Ligustrum vulgare</i>
64	Maravilla	<i>Miravilis jalal</i>	100	Trueno de venus	<i>Cuphea hyssopifolia</i>
65	Mayitos	<i>Zephiranthes fosteri</i>	101	Xocoyol	<i>Oxalis divergens</i>
66	Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	102	Yuca	<i>Yuca pinta</i>
67	Mirasol	<i>Cosmos bipinnatus</i>	103	Yuca fina	<i>Yucca elephantipes</i>
68	Mirto	<i>Myrtus communis</i>	104	Zacate de las pampas	<i>Cortaderia selloana</i>

Fuente: Identificación realizada por especialistas en botánica de la Facultad de Ciencias (Biología) de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Tabla 2.
Especies de animales vertebrados existentes en Ciudad Universitaria.
Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Nombre común	Nombre científico
1 Conejo del monte	<i>Sylvilagus cunicularius</i>
2 Ratón de campo	<i>Peromyscus melanotis</i>
3 Lagartija	<i>Sceloporus gramicus</i>
4 Lagartija Cornuda de Montaña	<i>Phrynosoma orbiculare</i>
5 Rana verde	<i>Hyla eximia</i>
6 Culebra de agua	<i>Thamnophis eques</i>
7 Ardilla gris	<i>Sciurus aureogaster</i>
8 Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>
9 Tuza	<i>Cratogeomys merriami</i>
10 Víbora de cascabel	<i>Crotalus sp.</i>
11 Junco ojilumbre mexicano	<i>Junco pheanotus</i>
12 Tórtola colilarga	<i>Columbina inca</i>
13 Paloma ala blanca	<i>Zenaida asiatica</i>
14 Halcón cernicalo	<i>Falco sparverius</i>
15 Clarín jilguero	<i>Myadestes obscurus</i>
16 Capulinerio gris	<i>Ptilogonys cinereus</i>
17 Tordo	<i>Molothrus bonariensis</i>
18 Calandria	<i>Icterus gularis</i>
19 Gorrión	<i>Passer domesticus</i>
20 Colibrí	<i>Selasphorus sasin</i>
21 Golondrina	<i>Tachycineta bicolor</i>
22 Lechuza	<i>Tyto alba</i>
23 Azulejo	<i>Cyanocitta stetteri azteca</i>

Fuente: Identificación realizada por especialistas en zoología de la Facultad de Ciencias (Biología) de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Tabla 3.
Especies de animales invertebrados existentes en Ciudad Universitaria.
Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Nombre común	Nombre científico
1 Abeja	<i>Apis mellifera</i>
2 Avispa	Fam. Eurytomidae
3 Catarina	<i>Zygogramma y Epilachna</i>
4 Chapulín	<i>Sphenarium</i>
5 Grillo campestre	<i>Gryllus campestris</i>
6 Libélula	<i>Gomphus Vulgatissimus</i>
7 Milpiés	<i>Spiroboles sp.</i>
8 Mosca	<i>Stomoxys calcitrans</i>
9 Mosquito	<i>Culex sp.</i>
10 Escarabajo	<i>Nicrophorus americanus</i>
11 Ciempiés	<i>Escolopendras</i>
12 Hormiga	<i>Liometopum apiculatum M.</i>

Fuente: Identificación realizada por especialistas en zoología de la Facultad de Ciencias (Biología) de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Otros componentes que complementan la estructura del ecosistema urbano Campus Ciudad Universitaria están representados por 20 127 universitarios (estudiantes, profesores, investigadores, empleados administrativos y elementos de seguridad universitaria), 80 edificaciones (facultades, centros e institutos de investigación, biblioteca, centros de enseñanza de lenguas, museo, incubadora de empresas, torre académica) acondicionadas con infraestructura hidráulica, sanitaria, eléctrica (8900 luminarias), de drenaje y alcantarillado, de comunicación (telefonía y servicio de internet); vialidades internas y de acceso; patios; estacionamientos; cercos perimetrales; andadores; aceras; puntos de control de seguridad; espacios para actividades artísticas y culturales (Calle de los Poetas), monumentos, ciclo-estaciones, gimnasios al aire libre, un estadio deportivo, espacios destinados al almacenamiento temporal de los residuos sólidos, vehículos (automóviles y motonetas) para la seguridad universitaria, automóviles de los universitarios y bicicletas para uso público (UAEMéx, 2014).

Cambio de uso del suelo y alteraciones ambientales en el Campus Ciudad Universitaria

En las últimas décadas, los generadores de cambio directos en el Campus Ciudad Universitaria están vinculados con los procesos de cambio de uso del suelo. El más notable es la eliminación de la cobertura vegetal para establecer nuevas edificaciones destinadas a las actividades de los universitarios. En 2016, el cambio de uso del suelo aún continúa, proceso que disminuye la superficie de áreas verdes.

De acuerdo con los estudios realizados por Juan *et al.* (2010), entre el año 1960 y el año 2007, la temperatura y la precipitación en la Ciudad de Toluca han manifestado algunas variaciones, por ejemplo, entre el periodo 1998–2007 la temperatura máxima promedio anual (*tmapa*) fue de 20.1 °C. La precipitación media anual disminuyó a 834.4 mm. Estos generadores de cambio provocan impactos observables en el ecosistema, por ejemplo, en las épocas de floración y aparición de follaje del capulín, pera, durazno, tejocote, manzana y mora (Juan *et al.*, 2010).

Las alteraciones y cambios están vinculados con los riesgos e impactos ambientales, pues estos ocurren y se manifiestan con frecuencia en algunos espacios de Ciudad Universitaria. Es importante referir que entre los impactos y los riesgos existen relaciones, pues generalmente un impacto ambiental puede representar al mismo tiempo un riesgo para los universitarios, por ejemplo, la emisión de bióxido de carbono y monóxido de carbono, producto de la combustión de hidrocarburos

en los automóviles que circulan por las vialidades internas y externas del Campus, impacta a la calidad del aire y representa un riesgo para la salud.

Una alteración significativa en la cubierta vegetal está asociada con la presencia de plagas y enfermedades en las especies forestales y frutales. Durante el trabajo de campo se observó la existencia de muérdago (*Psittacanthus calyculatus*) y cuscuta (*Cuscuta* sp.). La primera es una especie vegetal hemiparásita que crece y se desarrolla sobre varias especies de árboles frutales y forestales (Martínez, 2002). En México, por los impactos que ocasiona el muérdago a otras especies forestales y frutales es considerada como plaga, pues parasita algunas especies de encino (*Quercus* sp.), huizache (*Acacia* sp.), mezquite (*Prosopis* sp.), aguacate (*Persea* sp.), guamúchil (*Pithecellobium* sp.), durazno (*Prunus persica*), cítricos (*Citrus* sp.), sauce (*Salix* sp.), álamo (*Populus* sp.), tejocote (*Crataegus* sp.), capulín (*Prunus serotina*) y manzano (*Malus* sp.) (Azpeitia & Lara, 2006; García, 1998).

En Ciudad Universitaria, *Psittacanthus calyculatus* fue observada en cinco especies arbóreas: durazno (*Prunus persica*), sauce (*Salix* sp.), álamo (*Populus* sp.), tejocote (*Crataegus mexicana*) y capulín (*Prunus serotina*), lo cual indica que de no aplicar medidas de control, a mediano plazo, puede provocarse mayor infestación.

La cuscuta, también conocida como bejuquillo o bejuco fideo (*Cuscuta* sp.) es una planta parásita herbácea de color amarillo o naranja, pertenece a la familia Convolvulaceae, se caracteriza por poseer tallos muy finos, generalmente, no tiene hojas, las semillas son muy pequeñas y son producidas en grandes cantidades, por lo que su propagación, también es amplia. La cuscuta, por carecer de clorofila, no realiza la fotosíntesis, depende de las plantas parasitadas, crece y se desarrolla durante los meses de lluvia (verano) (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [Conabio], 2009). La cuscuta en Ciudad Universitaria parasita principalmente a las plantas herbáceas.

Identificación de impactos ambientales

En la siguiente Lista de Verificación (tablas 4, 5 y 6) están incluidas las actividades que se realizan en cada etapa, los impactos generados y los componentes ambientales o socioculturales afectados. La integración de esta lista de verificación se realizó con la técnica panel de expertos (ocho investigadores especializados en geografía, ecología, ingeniería forestal, agronomía, ciencias ambientales, arquitectura, educación y planeación urbana y regional) y observaciones directas en los lugares de construcción de edificaciones y funcionamiento.

Tabla 4.

Lista de verificación para identificación de impactos ambientales en la etapa de preparación del terreno. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Actividad	Impacto ambiental
Limpieza y despalme del terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de la cubierta vegetal en el ecosistema. • Deterioro del hábitat de fauna silvestre. • Alteración de las propiedades del suelo. • Compactación del sustrato edáfico. • Disminución de la permeabilidad del suelo. • Disminución de la infiltración y recarga de acuíferos. • Alteración del paisaje por residuos sólidos. • Alteración de la composición atmosférica por generación de partículas suspendidas (polvo). • Alteración de la composición atmosférica por emisión de gases generados en fuentes móviles. • Alteración de la armonía acústica por generación de ruidos y vibraciones. • Generación de empleos temporales (bienestar familiar).
Nivelación y compactación	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a las propiedades del sustrato edáfico. • Alteración del paisaje por residuos sólidos. • Alteración de la composición atmosférica por generación de partículas suspendidas (polvo) y emisión de gases generados en fuentes móviles. • Alteración de la armonía acústica por ruidos y vibraciones. • Generación de empleos temporales (bienestar familiar).

Fuente: Trabajo de campo, 2014 y 2015.

Tabla 5. Lista de verificación para identificación de impactos ambientales en la etapa de construcción. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Actividad	Impacto ambiental
Transporte y almacenamiento de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación en las propiedades del suelo: permeabilidad, cohesión molecular, porosidad. • Compactación del suelo por tránsito de vehículos de carga pesada. • Generación de empleos temporales.
Cimentaciones y edificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del paisaje por residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. • Alteración del paisaje natural y aspectos visuales. • Alteración de la composición atmosférica por generación de partículas suspendidas (polvo). • Alteración de la composición atmosférica por generación de gases de fuentes móviles. • Alteración de la armonía acústica por ruidos y vibraciones. • Generación de empleos temporales.
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la armonía por ruidos y vibraciones. • Alteración del paisaje por disposición de residuos sólidos orgánicos y residuos sólidos inorgánicos. • Alteración de la composición atmosférica por radiaciones y calor. • Generación de empleos temporales (bienestar familiar).

Fuente: Trabajo de campo, 2014 y 2015.

Tabla 6. Lista de verificación para identificación de impactos ambientales en la etapa de operación. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Actividad	Impacto ambiental
Mantenimiento y limpieza de edificaciones, instalaciones hidráulicas y sanitarios	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración óptica y estética de la atmósfera y el albedo por reflectividad. • Alteración del sustrato edáfico y del paisaje por acumulación y disposición final de residuos sólidos. • Contaminación del agua por uso de instalaciones sanitarias (eliminación de heces fecales y orina). • Contaminación del agua por generación de aguas grises (limpieza y fugas en instalaciones hidráulicas y sanitarias). • Alteración de la temperatura ambiental por emisión de calor y radiaciones (soldadura). • Alteración de la composición de la atmósfera por emisión de partículas de polvo. • Contaminación olfativa por descomposición de residuos sólidos orgánicos en los contenedores temporales. • Bienestar familiar por generación de empleos.
Mantenimiento de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del paisaje por acumulación y disposición final inadecuada de residuos sólidos orgánicos. • Disminución de la cubierta vegetal por manejo inadecuado de especies arbóreas (figura 3). • Alteración de la composición de la atmósfera por emisión de bióxido de carbono y monóxido de carbono. • Afectación a la armonía acústica por ruidos y vibraciones del equipo de limpieza, poda y mantenimiento. • Afectación a la salud (contaminación olfativa) por combustión de hidrocarburos en equipo de limpieza, poda y mantenimiento. • Bienestar familiar por generación de empleos.
Transporte, seguridad universitaria y acceso a la Ciudad Universitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a las propiedades del suelo por compactación durante la permanencia de automóviles en áreas de estacionamiento. • Alteración de la composición de la atmósfera por emisión de bióxido de carbono, monóxido de carbono y otros gases (tránsito de automóviles). • Afectación a las condiciones climáticas locales por generación de calor (tránsito de automóviles). • Afectación a la armonía acústica por ruidos y vibraciones durante el tránsito de automóviles. • Afectación a la salud (contaminación olfativa) por combustión de hidrocarburos en automóviles. • Bienestar familiar por la generación de empleos.
Uso de equipo científico, tecnológico y de cómputo	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la composición de la atmósfera por emisión de calor (focos, impresoras, equipo tecnológico). • Afectación a la armonía acústica por ruidos y vibraciones durante el funcionamiento del equipo científico, tecnológico y de cómputo. • Afectación a la salud por emisión de radiaciones durante el funcionamiento del equipo tecnológico y de cómputo.

Fuente: Trabajo de campo, 2014 y 2015.

Tabla 6.

Lista de verificación para identificación de impactos ambientales en la etapa de operación. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015) (continuación).

Actividad	Impacto ambiental
Proceso educativo, investigación, difusión y administración	<ul style="list-style-type: none"> • Bienestar familiar por generación de empleos. • Preparación profesional y formación de valores universales en estudiantes. • Fomento de la sustentabilidad y respeto a la naturaleza. • Promoción de la cultura y fomento de los derechos humanos. • Generación y difusión del conocimiento científico y tecnológico. • Alteración momentánea de la composición de la atmósfera por emisión de calor durante el funcionamiento del equipo tecnológico, proyectores e iluminación. • Alteración del paisaje por acumulación y disposición final inadecuada de residuos.
Eventos socioculturales y actividades deportivas	<ul style="list-style-type: none"> • Fomento de la cultura del deporte en los estudiantes. • Afectación a las propiedades del suelo por compactación durante la ejecución de actividades deportivas. • Afectación a la salud por comercialización y consumo de alimentos en establecimientos temporales y sin control sanitario. • Alteración momentánea de la composición de la atmósfera por emisión de calor y gases de fuentes móviles (automóviles y autobuses). • Alteración de la composición de la atmósfera por calor, partículas suspendidas y gases durante la combustión de fuegos pirotécnicos (pólvora). • Bienestar familiar por generación de empleos.

Fuente: Trabajo de campo, 2014 y 2015.



Figura 3. Impacto ambiental provocado a la vegetación en Ciudad Universitaria, Cerro de Coatepec, Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Fuente: Trabajo de campo (2015).

Tabla 7.

Criterios de valoración para evaluación de impactos ambientales. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Tipo de Impacto	Nomenclatura
Impacto adverso significativo	(A)
Impacto adverso no significativo	(a)
Impacto benéfico significativo	(B),
Impacto benéfico no significativo	(b)
Impacto temporal	(T)
Impacto permanente	(P)
Impacto mitigable	(M)
Impacto no mitigable.	(N)

Fuente: Conesa (2009).

Evaluación de Impactos Ambientales

La identificación de los impactos ambientales a través de la Lista de Verificación permitió relacionar las actividades de cada una de las etapas del proyecto con los impactos ocasionados a los componentes ambientales y socioculturales del Campus Ciudad Universitaria y de manera consecutiva integrar la Matriz Cualitativa de Interacciones de Leopold. En la tabla 7 se presentan los criterios de valoración para la evaluación de los impactos ambientales.

La matriz cualitativa de interacciones de Leopold (tabla 8) está conformada por la interacción de 10 actividades generales y 20 componentes ambientales, resultando en total 200 interacciones de las cuales 24 (12%) son impactos benéficos significativos vinculados con actividades del proceso educativo, investigación, difusión, administración, eventos deportivos y socioculturales (esencia de la universidad); 31 (15.5%) son impactos significativos provocados durante la ejecución de actividades en las tres etapas del proyecto (limpieza y despalme del terreno, nivelación y compactación, transporte y almacenamiento de materiales y mantenimiento, y limpieza de las edificaciones; 8 (4%) son impactos adversos significativos, permanentes, pero mitigables, desde luego, también traen consigo benéficos no significativos, situación vinculada con las actividades de construcción (cimentación y edificación); 10 (5%) se refiere a impactos benéficos significativos,

temporales y mitigables, están vinculados con los empleos generados durante las 3 etapas del proyecto; 2 (1%) representa impactos adversos significativos y permanentes al paisaje provocados por las actividades de limpieza y despalme del terreno, cimentación y edificación; 121 (60.5%) son impactos adversos y benéficos no significativos, sin embargo son temporales y mitigables.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Universidad Autónoma del Estado de México en su calidad de Organismo Público Descentralizado tiene plena autonomía al interior de la institución, pero como toda institución federal, estatal o municipal, antes de realizar la preparación del terreno, construcción de edificaciones y funcionamiento de la obra o proyecto debe presentar ante las instancias correspondientes una manifestación de impacto ambiental, solicitar la evaluación del impacto ambiental y el dictamen (licencia

ambiental) correspondiente (GEM, 2005; 2014; DOF, 2014; 2016), esto debido a que en sus actividades y procesos demanda recursos naturales, además, provoca impacto a los componentes del ambiente y los procesos ecológicos (Vallaes, 2014).

Coria (2008) señala que en el artículo 6 del Reglamento 1131/1988 del Gobierno Español, se expresa que la evaluación de impacto ambiental debe comprender, al menos la estimación de los efectos sobre la vida humana, la fauna, la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada. También debe contener la estimación de la incidencia del proyecto, obra o actividad sobre los elementos que componen el patrimonio histórico, sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, por ejemplo, ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas y la de cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución.

Tabla 8. Matriz Cualitativa de Interacciones de Leopold. Evaluación de impactos ambientales. Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma del Estado de México (2015).

Componentes ambientales		Preparación del terreno		Construcción			Operación						
		Limpieza y despalme del terreno	Nivelación y compactación del espacio	Transporte y almacenamiento de materiales	Cimentaciones y edificaciones	Instalaciones hidráulicas sanitarias y eléctricas	Mantenimiento y limpieza de edificaciones	Mantenimiento de la vegetación	Uso de equipo científico, tecnológico y de computo	Proceso educativo investigación y difusión	Administración, deporte y eventos socioculturales		
Suelo	Propiedades Físico-Químicas	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM	
	Propiedades biológicas	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM	
Componentes físico-químicos	Agua	Infiltración y recarga de acuíferos	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
		Calidad del agua subterránea	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
Atmósfera	Calidad del aire	aTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM	
	Armonía natural	aTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM	
Componentes biológicos	Flora	Estrato herbáceo	AbTM	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
		Estrato arbustivo	AbTM	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
		Estrato arbóreo	AbPN	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
	Fauna	Mamíferos	AbPN	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
		Aves	AbTM	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
		Reptiles	AbTM	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
		Anfibios	AbTM	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM
Insectos	AbTM	AbTM	AbTM	AbPM	abTM	AbTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	abTM		
Componentes paisajísticos	Escenario natural	Paisaje	AbPN	AbTM	abTM	AbPN	abTM	abPM	abTM	abTM	aBPM	abTM	
Componentes socioculturales, económicos y humanos	Bienestar familiar	Empleos	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM	aBPM
		Preparación profesional	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	aBPM
		Salud humana	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	aBPM
	Cultura ambiental	Salud ambiental	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	aBPM
		Cultura ecológica	Fomento de la sustentabilidad	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	abTM	aBPM	aBPM

Fuente: Elaboración propia con base en la Técnica Juicio de Expertos y trabajo de campo (2015).

En la Universidad Autónoma del Estado de México el tema de impacto ambiental solamente se aborda en los programas de estudio, tanto de licenciatura como de posgrado, en la investigación y en los servicios de consultoría, pero no se realizan investigaciones teóricas o metodológicas de identificación y evaluación de impactos de cada una de las etapas de sus obras, proyectos, programas, actividades deportivas y socioculturales, tampoco de los efectos que estas ocasionan. Westman (1985) opina que no únicamente se deben analizar los efectos ocasionados a los componentes de los ecosistemas, también deben considerarse las relaciones, los procesos ecológicos y su funcionamiento, pues de esta manera, se pueden mitigar, compensar o prevenir los efectos de los impactos.

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales existen múltiples métodos (Canter, 1998; Conesa, 2009). La selección del método está en función del tipo, propósito y dimensión del proyecto, obra, plan, programa disposición administrativa o ley y su vinculación con la legislación ambiental del territorio en donde está ubicado el sitio de interés. Un método aplicado en determinado espacio geográfico, por ejemplo, cuenca, montaña, planicie o área lacustre, no es funcional para un manglar, área agropecuaria, área forestal o zona urbana. El método puede ser el mismo, pero con adaptaciones a casos específicos. El Campus Ciudad Universitaria es componente del ecosistema urbano de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, por lo que los métodos de evaluación de impactos para construcción de edificaciones pueden ser los mismos que se aplican en el espacio geográfico metropolitano.

En México, el proceso de institucionalización jurídica de la evaluación de impacto ambiental fue en 1988 (Semarnat-INE, 2000; DOF, 2014; 2016), casi 25 años después de haber iniciado la construcción de edificaciones del Campus Ciudad Universitaria en el Cerro de Coatepec, razón por la cual fueron impactados algunos componentes del ambiente, principalmente el suelo, la vegetación, los animales silvestres y el paisaje. Actualmente (2016) la ocurrencia de impactos en el Cerro de Coatepec aún continúa, esto posiblemente se debe a cuatro factores: a) escasa supervisión de parte de las dependencias estatales o federales vinculadas con la normatividad de impacto ambiental, b) desconocimiento de la aplicación de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (DOF, 2013), c) poco o nulo interés de las dependencias universitarias para cumplir con las actividades de compensación, prevención o mitigación de impactos, expuestas en el dictamen o licencia ambiental, y d) escasa responsabilidad social universitaria en las dependencias del Campus Universitario.

A pesar de los procesos de cambio de uso del suelo y disminución de la vegetación nativa en el Cerro de Coatepec (Campus Ciudad Universitaria), una especie vegetal predominante e importante en este ecosistema urbano es el tepozán (*Buddleja cordata*), ya que la mariposa *Chlosyne ehrenbergii* (endémica) se alimenta de su follaje. Por las funciones ecológicas que desempeña esta planta, debe promoverse su manejo y protección.

La firma de declaraciones, convenios, acuerdos, tratados, compromisos, así como la incorporación de la dimensión ambiental y la sustentabilidad en los planes y programas de estudio de las instituciones de educación superior no garantiza la prevención y mitigación de impactos ambientales en los espacios geográficos universitarios, pues como lo señalan González *et al.* (2015) más de mil instituciones de educación superior han suscrito declaratorias sobre compromisos con la incorporación de la sustentabilidad, pero los resultados no son precisos ni concretos.

Los actores sociales universitarios que estudian o trabajan en el Campus Ciudad Universitaria están expuestos a diversos impactos ambientales (ruidos y vibraciones, partículas de polvo, gases producto de la combustión de hidrocarburos en los automóviles, olores por la quema de juegos pirotécnicos, disposición inadecuada de residuos sólidos), que pueden afectar el desempeño de las actividades universitarias. Investigaciones recientes realizadas por Juárez *et al.* (2016) y Juan (2016) en el Campus Universitario, reportan que entre los años 2012 y 2016 ocurrieron los siguientes impactos:

- a) 38 universitarios acudieron a recibir atención médica al realizar actividades educativas en presencia de ruidos y vibraciones ocasionados por eventos musicales ubicados a cinco metros de distancia y por estar en contacto con partículas de polvo.
- b) 19 universitarios manifestaron lesiones físicas por haber caído o tropezado al caminar entre maquinaria, equipo, materiales de construcción y escombros.
- c) En marzo de 2016, cayeron 14 árboles mayores de 9 m de altura, ocasionando daños a los automóviles, aceras y muros perimetrales.
- d) Durante los procesos y actividades educativas, de investigación, difusión, administrativas, deportivas, culturales y de mantenimiento, los universitarios generan en promedio 44 254 kg de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos/día.

- e) En los últimos 10 años, las condiciones climáticas en la ciudad de Toluca han manifestado algunas alteraciones. La temperatura media anual incrementó de 19.8 °C a 20.1 °C. La precipitación media anual disminuyó de 900 mm a 834.4 mm.

Es necesario fomentar la responsabilidad social universitaria (Vallaey, 2014) bajo la premisa de que el ambiente es un bien limitado y que todos los universitarios deben participar activamente en la protección de sus componentes y la solución de los problemas ambientales. La responsabilidad social universitaria debe conducir hacia una reflexión y discusión crítica de los retos y necesidad que tiene la universidad hacia el cuidado del ambiente.

Es urgente que las instituciones de educación superior promuevan y practiquen la responsabilidad social universitaria (Vallaey, 2014) para comprometer a estudiantes, profesores y empleados administrativos en acciones que coadyuven al mejoramiento de las condiciones de su entorno y disponer de espacios favorables, seguros y saludables para realizar sus funciones de manera eficiente (Juárez *et al.*, 2016). Cada persona tiene el derecho a disfrutar un ambiente sano y equilibrado, pero también debe tener la responsabilidad de participar en acciones prácticas para protegerlo.

La Universidad siempre realiza actividades de acondicionamiento de espacios, ampliación y construcción de nuevas edificaciones para atender las demandas de los universitarios que trabajan o estudian en el Campus Universitario, entonces, siempre hay generación de impactos, tanto positivos como negativos. Generalmente, son percibidos los impactos positivos, pero se desconoce la magnitud de los efectos negativos al ambiente y al bienestar social, pues como lo afirma Silva (2012), la evaluación de impacto ambiental implica incertidumbre y riesgo, además es difícil predecir los impactos que puede generar un proyecto, se plantean escenarios deseables benéficos pero se desconocen los efectos negativos que puedan ocurrir a corto, mediano y largo plazos.

El desarrollo y éxito de un proyecto está condicionado por factores intrínsecos y extrínsecos, pero se desconoce la frecuencia y magnitud de los impactos ambientales y socioculturales (Juan *et al.*, 2015), ya que durante la ejecución de las actividades de un proyecto puede ocurrir que un impacto ambiental negativo desencadene otros impactos, también negativos, por ejemplo, el uso de maquinaria para excavación y equipo para poda de árboles provoca ruidos y vibraciones, pero al mismo tiempo genera partículas de polvo, emisión de gases CO₂, CO, NO₂, a la atmósfera y desde luego, afectación a las propiedades del suelo.

En el contexto geográfico del Campus Ciudad Universitaria han sido identificados diversos impactos ambientales, los cuales representan factores limitantes para una transición hacia la sustentabilidad de la Universidad. La afectación ambiental más adversa y significativa es hacia la vegetación, tanto nativa como introducida, la disposición final inadecuada de residuos sólidos, inadecuado manejo de la vegetación, generación de ruidos y vibraciones y presencia de fauna nociva, situaciones asociadas con la insuficiente responsabilidad social universitaria (Vallaey, 2014).

El Cerro de Coatepec al ser el sustrato en donde esta edificado el Campus Ciudad Universitaria ha sido impactado significativamente principalmente en la etapa de preparación del sitio (limpieza y despalme del terreno, nivelación y compactación) que inició en 1962, desde luego, es importante tener presente que, en esa época, México no disponía de legislación en materia ambiental para normar el uso del suelo y la generación de impactos ambientales.

Para tener ambientes libres de impactos en Ciudad Universitaria se requiere en primer término, la participación efectiva y comprometida de todos los universitarios, posteriormente implementar un plan ambiental para realizar acciones preventivas (no realizar eventos musicales en áreas adyacentes a las aulas), correctivas (manejo de residuos sólidos), de mitigación (realizar plantaciones de especies arbóreas propias del ecosistema) y compensación (establecer jardines de lluvia), esto como estrategias para mejorar las condiciones ambientales. Juárez *et al.* (2016) señalan que la instrumentación y ejecución de un sistema de gestión ambiental sostenible es eficaz para coadyuvar al mejoramiento de los espacios universitarios.

En el contexto de Ciudad Universitaria ya no deben construirse más edificaciones, tampoco se debe cambiar la ocupación de uso del suelo (de cobertura vegetal a sustratos de concreto o asfalto), en caso de hacerlo, las futuras condiciones ambientales en las que los universitarios desarrollen las actividades académicas, administrativas, de investigación, deportivas, socioculturales, de difusión y de esparcimiento no serán confortables, esto en virtud de la disminución de áreas verdes y la generación de impactos. Al establecer la relación entre la superficie de áreas verdes (124 591 m²) con el número de universitarios (19 117), entonces a cada una de las personas que estudian o trabajan en el Campus, les corresponde solamente 6.5 m² de área verde, valor inferior a lo que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) y otros organismos internacionales (12 m²/persona).

La cuestión ambiental y la sustentabilidad se han transformado en un eje transversal en los niveles de planificación, en la ejecución de proyectos de diferentes magnitudes y objetivos en las dependencias gubernamentales y las universidades, aunque, en realidad, los resultados de su aplicación no son tangibles y solamente se exponen datos en acuerdos, declaraciones, convenios, planes, programas y agendas de trabajo.

En todos los espacios académicos, culturales, deportivos y de investigación de la Universidad Autónoma del Estado de México y de manera particular en el Campus Ciudad Universitaria es urgente promover acciones prácticas que propicien la conectividad ecológica y el rescate del paisaje, esto como alternativa para mantener en condiciones adecuadas el ambiente y fomentar el bienestar social de los universitarios.

Generar y difundir conocimiento científico es parte de la esencia de las universidades. Este artículo servirá de ejemplo o referente para que otras universidades mexicanas, analicen y evalúen las condiciones de su espacio geográfico e incluyan en sus planes institucionales la dimensión ambiental, pero desde una perspectiva práctica para que los universitarios dispongan de ambientes seguros y libres riesgos e impactos ambientales.

Recomendaciones

En virtud de que el Campus Ciudad Universitaria alberga más de 20 000 universitarios y que cada año se incrementa el número de estudiantes, es un reto para la Universidad Autónoma del Estado de México satisfacer esta demanda. Es necesario analizar y evaluar la posibilidad de impartir de manera conjunta unidades de aprendizajes iguales, similares o con el mismo enfoque a estudiantes de distintas licenciaturas y posgrados, esto coadyuvará a evitar la construcción de nuevas edificaciones.

Para garantizar la eficacia, efectividad y generación de efectos de carácter multiplicador en las acciones de prevención, compensación y mitigación de impactos, así como el fomento y gestión de un Campus Universitario seguro, saludable y sustentable, es recomendable que durante las auditorías que se realizan en las dependencias, se incluyan observaciones rigurosas sobre el manejo de impactos ambientales.

Para compensar la superficie de áreas verdes que se requiere en el Campus Ciudad Universitaria es relevante integrar un equipo de trabajo multidisciplinario para instrumentar y gestionar ante las instancias universitarias correspondientes, un programa de acondicionamiento de techos y muros verdes con plantas herbáceas y arbustivas nativas del Cerro de

Coatepec. Como complemento a esta recomendación, en puntos estratégicos y libres de edificaciones pueden establecerse jardines de lluvia.

Promover la responsabilidad social universitaria en todas las dependencias del Campus Ciudad Universitaria y aplicar la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, estrategias importantes para coadyuvar al mejoramiento de las condiciones ambientales en el Campus Ciudad Universitaria.

REFERENCIAS

- Azpeitia, F., & Lara, C. (2006). Reproductive biology and pollination of the parasitic plant *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae) in Central Mexico. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 133(3). Recuperado el 18 de junio de 2015 de https://www.researchgate.net/publication/250199562_Reproductive_Biology_and_Pollination_of_the_Parasitic_Plant_Psittacanthus_Calyculatus_loranthaceae_in_Central_Mexico_1
- Canter, W. L. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impactos* (2ª. Ed.). España: Mc Graw Hill.
- Cárdenas, S. J. (2014). Interuniversia Perú. Red ambiental interuniversitaria. Incorporación de la perspectiva ambiental en las universidades peruanas. Reporte sobre el compromiso ambiental de las universidades. Recuperado el 25 de junio de 2015 de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:8T2Ho-xlmw&J:ariusa.net/apc-aa-files/ef6a552a2876c96decb40936da633f9/2014-07-31a-jmc-primer-informe-encuestaperu.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). (2009). Catálogo taxonómico de especies de México. 1. *Capital Natural*. México.
- Conesa, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. España: Mundi-Prensa.
- Consortio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable (Complexus). (2002). Indicadores de primera generación para medir los aportes de las Universidades al desarrollo Sustentable. Recuperado el 15 de agosto de 2015 de <http://www.acude.udg.mx/divulga/vinci/vinci8/Interiores8-3.pdf>
- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: Características y metodologías. *Invenio*, 11(20). Recuperado el 29 de agosto de 2016 de <http://www.redalyc.org/pdf/877/87702010.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2010). *Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010*. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2013). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. México. Última Reforma Publicada DOF 31-10-2014. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2016). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México. Última Reforma Publicad DOF 13-05-2016. México.

- García, E. (1986). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México. Instituto de Geografía. UNAM.
- García, R. G. (1998). La familia Loranthaceae (injeritos) en el Estado de Aguascalientes. *Polibotánica*, 7, 1-14. México. Recuperado el 2 septiembre de 2015 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62100701>
- Gobierno del Estado de México. (2005). *Código para la Biodiversidad del Estado de México*. Recuperado el 15 de octubre de 2016 de <http://mexico.justia.com/estados/mex/codigos/codigo-para-la-biodiversidad-del-estado-de-mexico/>
- Gobierno del Estado de México. (2014). *Gaceta de Gobierno del Estado de México*. Instructivo para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental. Toluca Estado de México.
- Gómez, D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. (1ª. ed.) España: Ediciones Mundi-Prensa.
- González, E., Meira, P., & Martínez, C. (2015). Sustentabilidad y Universidad: retos, ritos y posibles rutas. *Revista de la Educación Superior*, XLIV(175), 69-93. Recuperado el 23 de junio de 2015 de http://publicaciones.anui.es.mx/pdfs/revista/Revista175_S3A3ES.pdf
- Google Earth. (2016). Imagen Satelital de Ciudad Universitaria, Toluca, Estado de México. Recuperado el 10 de octubre de 2016 de Google Earth.
- GreenFacts. Facts on health and the environment. (2016). Cambios en los Ecosistemas. Recuperado el 18 de mayo de 2015 de <http://www.greenfacts.org/es/ecosistemas/evaluacion-milenio-2/4-factores-cambio.htm>
- Higuera, A. (2003). *Teoría y método de la geografía: Introducción al análisis geográfico regional*. España: Prensa Universitarias de Zaragoza.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). (2016). *Clima*. Recuperado el 03 de agosto de 2015 de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/territorio/clima.aspx?tema=me&e=15>
- Juan, J. I. (2016). Identification of risks at the Autonomous University of State of Mexico. *Global Journal for Research Analysis*, 5(2227-8160), 326-328.
- Juan, J. I., Monroy, J., Gutiérrez, J. G., Franco, R., Antonio, X., Balderas, M. A., Hernández, M. M., Reyes, L., & Loik, M. E. (2010). *Estudios locales de cambios globales. El clima de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, Estado de México*. (1ª. ed.). México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Juan, J. I., Olvera, J. L., Magallanes, M. C., Espinosa, L. M., Pozas, J. G., García, I. E., White, L., Ramírez, A. A., Juárez, A., & Gutiérrez, J. G. (2016). *Los espacios universitarios como objeto de estudio. Análisis geográfico, ambiental y ecológico del Cerro de Coatepec*. Universidad Autónoma del Estado de México. Volumen I. Argentina. Dunken.
- Juárez, P. A., Juan, J. I., & Estrada, R. (2016). Gestión sostenible para el bienestar social universitario. El caso de una universidad pública del Altiplano Mexicano. España. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Eumed.Net. Recuperado el 13 de julio de 2015 de <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/sostenibilidad.html>
- Leef, Z. E. (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. México. Siglo XXI. Editores.
- Luis, M. J. A. (2006). *La evaluación de impacto ambiental como herramienta de la estrategia y la gestión ambiental. Monografía*. Cuba: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Martínez, M. (2002). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Meza, A. M., & Moncada, M. J. (2010). Las áreas verdes de la Ciudad de México. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Volumen XIV, núm 331 (56). Universidad de Barcelona. Recuperado el 28 de octubre de 2015 de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-56.htm>
- Odum, E. (1987). *Ecología*. (3ª ed.). México: Interamericana.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Calidad de vida. Recuperado el 12 de octubre de 2015 de <http://who.int/es/>
- Peñalosa, G. I. (2015). Origen y desarrollo de la Ciudad Universitaria Toluca. *Revista La Colmena*, 87. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Instituto Nacional de Ecología (INE). Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. (2000). *La evaluación del impacto ambiental. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. México.
- Silva, T. B. (2012). *Evaluación ambiental: impactos y daño. Un análisis jurídico desde la perspectiva científica*. España: Universidad de Alicante.
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). (2013). *Plan Rector de Desarrollo Institucional, 2013-2017*. Estado de México.
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). (2014). Ciudad Universitaria Hoy. En 50 Aniversarios 1964-2014. *Ciudad Universitaria*. Perfiles. UAEMéx. P. 26.
- Universidad Politécnica Salesiana (USP). (2011). *Estudio de Impacto Ambiental. Ficha y Plan de Manejo. Campus Centenario de la Universidad Politécnica Salesiana*. Sede Guayaquil. Ecuador. Recuperado el 19 de septiembre de 2015 de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36835163>
- Vallaes, F. (2014). La responsabilidad social universitaria: un nuevo modelo universitario contra la mercantilización. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 5(12), 105-117. Recuperado 13 de octubre de 2015 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=299129977006>
- Vences, D. (2007). *Remoción en masa en el Cerro de Coatepec, Estado de México* (tesis de Licenciatura). Facultad de Geografía. México. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Westman, E. W. (1985). *Ecology, impact assessment, and environmental planning*. New York: John Wiley & Sons.