

# Propuesta metodológica para la identificación y evaluación de aspectos ambientales en instituciones de educación superior

*Methodological proposal for the identification and evaluation of environmental aspects in higher education institutions*

Liven Fernando Martínez-Bernal<sup>1, 2</sup>, Ana Lucía Caro-González<sup>1</sup>,  
Juan Carlos Duran-Dueñas<sup>1</sup>, Natalia del Pilar Pacheco-Salazar<sup>1</sup>, José Javier Toro-Calderón<sup>1</sup>

## RESUMEN

En este documento se presenta una propuesta metodológica desarrollada, ajustada y llevada a la práctica en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, para la identificación y evaluación de aspectos ambientales (AA). Esta metodología se basa en el uso de indicadores que permiten reducir la subjetividad de la evaluación, siendo posible su aplicación en organizaciones de alta complejidad como las Instituciones de Educación Superior (IES). Con respecto a los componentes espaciales, se proponen los conceptos unidad de análisis (UA) y unidad macro (UM), definidos por las características que permiten diferenciar y agrupar los espacios físicos donde se presentan los AA. El uso de estos conceptos permite reducir el número de espacios a evaluar sin perder información, siendo de gran utilidad para instituciones con varias edificaciones, predios o sedes. La metodología cuenta con dos etapas: i) la identificación de AA, que abarca desde el reconocimiento de las características propias de la institución hasta la aplicación de los instrumentos de campo, y ii) la etapa de evaluación de los AA, que inicia con el análisis de la información recopilada y termina con la valoración de la significancia de los aspectos y su priorización en la toma de acciones. La fórmula para la determinación de la significancia se define a partir de los atributos tiempo (frecuencia y duración), severidad (cobertura, peligrosidad y efectos sobre la salud) y magnitud (cuantificación del AA), que son calificados mediante escalas ajustables a las necesidades de la institución. A pesar de que la metodología presentada se diseñó en el marco de una IES, su base conceptual permite su aplicación en otro tipo de organizaciones que estén interesadas en la identificación y evaluación de sus aspectos ambientales, como base para mejorar su gestión ambiental.

**PALABRAS CLAVE:** universidades; aspecto ambiental; gestión ambiental; evaluación de aspectos ambientales.

## ABSTRACT

This paper describes a methodological proposal that was developed, adapted and implemented at *Universidad Nacional de Colombia* (Bogotá Seat) for the identification and evaluation of environmental aspects (AA, by its acronym in Spanish). This methodology is based on the use of indicators that allow reducing subjective biases and it is applicable to any kind of complex organizations, such as Higher Education Institutions (HEI). With respect to the spatial components, two concepts have been proposed: unit of analysis and macro-unit, both defined according to the features that allow classifying and grouping the physical places where the AA take place. The use of these concepts allows reducing the number of spaces to be evaluated without losing information; therefore, they are useful for institutions composed of several buildings, properties or venues. This methodology has two stages: i) the identification of AA, which covers the process from the recognition of the institution's features to the application of field surveys; and ii) the evaluation of AA that includes data analysis, assessment of the significance of AA and their prioritization. The formula to determine the significance is defined based on the following attributes: time (frequency and duration), severity (coverage, hazardous and health effects) and magnitude (quantification of AA). These attributes are assessed according to scales that may be adapted to the needs of the institution. Although the proposed methodology was designed within the framework of HEIs, its conceptual basis allows its application in other types of organizations, which are interested in the identification and evaluation of their environmental aspects as a basis for improving their environmental management.

**KEYWORDS:** universities; environmental aspect; environmental management; evaluation of environmental aspects.

1 Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. ORCID Martínez, L.F.: 0000-0002-2117-3715; ORCID Caro-González, A.L.: <https://orcid.org/0000-0001-8324-6126> ORCID Duran-Dueñas, J.C.: 0000-0003-2805-9250; ORCID Pacheco-Salazar, N.P.: 0000-0002-3239-8047 ORCID Toro-Calderón, J.J.: 0000-0001-6675-5148

2 Autor de correspondencia: [lfmartinezb@unal.edu.co](mailto:lfmartinezb@unal.edu.co)

Recepción: 6 de noviembre de 2017. Aceptación: 01 de diciembre de 2017

## Introducción

Actualmente la preservación del medio ambiente es un tema necesario para la sociedad y se está abordando de forma transversal en diferentes sectores productivos. La preocupación por contribuir al mejoramiento del ambiente ha trascendido a nivel organizacional e institucional, siendo un caso particular el de las universidades, instituciones que contribuyen significativamente al desarrollo de la sociedad. Lo anterior se evidencia en el hecho de que un número cada vez más amplio de Instituciones de Educación Superior (IES) y universidades han alineado sus políticas con principios de sostenibilidad (Adams et al., 2018). Por tal razón asumen una gran responsabilidad en cuanto a la protección del ambiente y el desarrollo de procesos sostenibles, convirtiéndose en un modelo a seguir para otras organizaciones (Noeke 2000; Viebahn, 2002).

De acuerdo con Cohen y March (1986) citados por Rivas (2011), se reconoce que las universidades generan un impacto sobre el ambiente y pueden ser consideradas como “pequeñas ciudades” debido a su extensión, su población y a las diversas actividades que desarrollan como parte de su misión institucional. De esta forma, una universidad puede verse como un sistema complejo, con un gran número de variables ambientales que obliga a replantear su manera de hacer gestión.

Ante este panorama, se ha notado una transición en la responsabilidad de los temas ambientales por parte de las IES, pasando del interés en el desarrollo tecnológico enfocado en las ciencias exactas e ingeniería de la década de los ochenta, a la inclusión de temas de sostenibilidad como parte del currículo y de las actividades universitarias en los noventa. En la actualidad, las IES han empezado a asumir el compromiso ambiental de manera más profunda, haciendo cambios en sus mecanismos de gestión como parte de su organización y de su misión (Rauen et al., 2015; Soini et al., 2018).

En este sentido, los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) se han consolidado como uno de los mecanismos más usados a nivel mundial para responder a las necesidades de prevención y mitigación de las afectaciones causadas al entorno natural y social por el sistema de producción de bienes y servicios, en el que se incluyen las IES. Es por esto

que es fundamental la identificación y evaluación de los aspectos ambientales (AA), entendidos como elementos generados por los procesos y actividades humanas que pueden tener un impacto sobre el ambiente, con el propósito de definir planes de acción que permitan disminuir sus efectos negativos.

Dado lo anterior, se presenta una metodología para identificar y evaluar aspectos ambientales, que surge como resultado de un trabajo interdisciplinario desarrollado para ser aplicado en IES. En esta propuesta se destaca el contexto y el análisis de las condiciones y actividades propias de las universidades, lo cual hace de esta metodología un instrumento que permite afrontar los retos y oportunidades de la gestión ambiental en este tipo de instituciones. Esto resulta más apropiado que trabajar con base en metodologías usadas en el sector empresarial.

Adicionalmente, se incluyen elementos como el uso de indicadores que minimizan la subjetividad de la evaluación característica de las metodologías convencionales. Así, el presente documento se presenta con el objetivo de establecer la base metodológica para identificar y evaluar los AA en IES, de manera que se genere información que contribuya al mejoramiento de la gestión ambiental.

## Fundamentación teórica

De acuerdo con la norma ISO 14001, un AA es un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el ambiente (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, 2004). En palabras de Carretero (2007, p. 13):

“Un aspecto ambiental es aquello que una actividad, producto o servicio genera (emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc.) que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido éste como el medio natural receptor de los aspectos ambientales, incluyendo dentro de este medio los seres vivos que habitan en él”.

Para efectos de esta metodología, la conceptualización de AA corresponde a los elementos que, como producto de las actividades desarrolladas al interior de las IES, pueden generar impactos ambientales. Frecuentemente se suele generar una

confusión entre lo que representa un aspecto ambiental, un efecto ambiental y un impacto ambiental, pues estos tres elementos hacen parte de un SGA. Para aclarar dichos conceptos es oportuno indicar que el AA es la *causa* del cambio generado en el ambiente, el efecto es el *cambio* natural o inducido por el desarrollo de una actividad en el ambiente, y el impacto se presenta como *consecuencia cuantificable* de estos cambios.

Para el desarrollo de la metodología surgen dos conceptos con el fin de referenciar los espacios que serán analizados: la unidad de análisis (UA) y la unidad macro (UM). La *unidad de análisis* se relaciona con un espacio físico o conjunto de espacios donde se desarrollan actividades comunes y se comparten las mismas condiciones físicas, por lo que es probable que se presenten aspectos ambientales similares. Espacios como almacenes, áreas comunes de edificios, auditorios, baños, bibliotecas, cafeterías, espacios deportivos, laboratorios, oficinas, plazas, salas de informática, salas de reuniones, salones, talleres y zonas verdes pueden considerarse como unidades de análisis, siempre y cuando se compartan las mismas actividades en su interior. Por su parte, la *unidad macro* hace referencia al conjunto de unidades de análisis que pertenecen a un espacio físico diferenciable por elementos estructurales (por ejemplo, muros, cercas o rejas). En contraste con las unidades de análisis, dentro de una unidad macro se pueden

llevar a cabo actividades de diferente índole. Los edificios que componen el campus de una IES son un ejemplo de unidades macro.

## Propuesta metodológica

Esta metodología consta de dos etapas principales: la identificación de los AA y su posterior evaluación. Asimismo, cada etapa consta de varias actividades, representadas en la Figura 1.

A continuación, se describen las diferentes fases de la metodología.

### Documentación

Se debe iniciar con el conocimiento de la IES donde se identificarán y evaluarán los AA. Para esto se debe recabar la información sobre los procesos y actividades que se desarrollan en la IES, los programas, las dependencias, los responsables y un levantamiento de los AA que podrían presentarse. Lo anterior puede apoyarse en una revisión bibliográfica de artículos y literatura académica relacionada con los procesos que se desarrollan en la institución. Así mismo, resulta muy útil tomar como referencia documentos suministrados por el área encargada de la gestión ambiental de la IES, los cuales pueden aportar información sobre los AA y su comportamiento histórico.

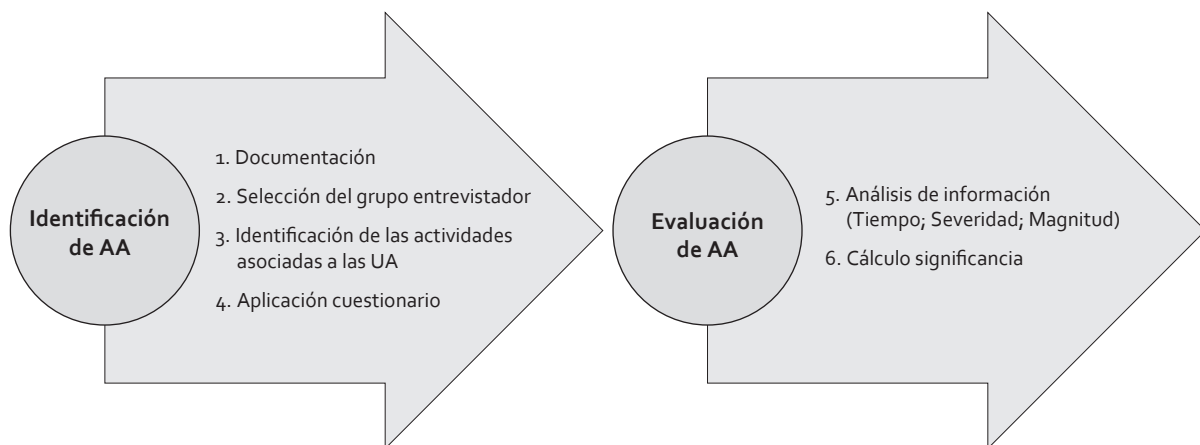


Figura 1. Etapas y actividades de la metodología para la identificación y evaluación de aspectos ambientales (AA). Fuente: elaboración propia

## Selección y capacitación del personal

Una vez se ha realizado un proceso de documentación se debe seleccionar y capacitar a un grupo de personas que actuarán como entrevistadores para levantar la información necesaria para la identificación y evaluación de los AA. A cada entrevistador se le debe asignar una unidad macro (UM) o área de trabajo. El entrevistador debe identificar las diferentes unidades de análisis (UA) ubicadas en el área de trabajo que le sea asignada y debe proceder a la identificación del funcionario responsable de cada unidad. Cabe señalar que la metodología se diseñó para darle alcance a todas las UM de la institución, por tanto, se les da la misma prioridad a todas las UM y sus UA. Una vez reconocidas las diferentes UA y sus responsables, el entrevistador debe acordar una entrevista con el funcionario responsable,

durante la cual se levantará la información necesaria para la evaluación de los AA.

## Identificación de las actividades asociadas a las UA

Durante la visita el entrevistado debe proporcionar la información relacionada con la UA donde desarrolla sus actividades. Posteriormente, se identifican las actividades que se llevan a cabo en cada UA. Las actividades deben relacionarse de forma genérica, es decir, agrupando aquellas que por sus características pueden ser consideradas como una sola. Por ejemplo, si el funcionario entrevistado realiza actividades específicas como responder correos electrónicos, elaborar oficios o documentos en computador y administrar un sitio web, estas actividades se podrían agrupar bajo la denominación de “actividades ofimáticas”. Como apoyo para esta fase de la

**Tabla 1.** Aspectos ambientales identificados en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Nº	Aspecto Ambiental	Ejemplo
1	Emisiones de combustión	Emisión a la atmosfera de CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , MP, dioxinas.
2	Emisiones no derivadas de combustión	Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), vapores ácidos, clorados, partículas, gases refrigerantes, emisiones de metano por fermentación entérica, volatilización de fertilizantes.
3	Emisión de ruido	Sonidos de motores, bocinas, maquinaria, instrumentos, etc. que generen molestias.
4	Emisión de olores ofensivos	Olores fétidos, incómodos.
5	Saturación de objetos visuales	Contaminación visual, exposición desordenada y caótica de material publicitario, exceso de publicidad.
6	Vertimiento de aguas domésticas	Aguas servidas provenientes de baños, lavado de traperos y de cocinas.
7	Vertimiento de aguas de interés ambiental	Aguas contaminadas con sangre, fluidos corporales humanos o de animales.
8	Vertimiento de aguas de interés sanitario	Aguas servidas provenientes del lavado de cristalería de laboratorios.
9	Generación de lixiviados	Residuos líquidos derivados del almacenamiento y manejo de residuos.
10	Generación de residuos biodegradables	Vegetales y residuos alimenticios, cunchos de café, poda de prados y jardines, heces fecales (animales sanos).
11	Generación de residuos sólidos ordinarios	Envases contaminados con residuos de alimentos, envases y plásticos contaminados, barredura, colillas de cigarrillos, restos de alimentos, papel higiénico, toallas sanitarias, pañales.
12	Generación de residuos inertes	Escombros, residuos de construcción y demolición.
13	Generación de residuos sólidos reciclables	Papel, cartón, vidrio, metal, plástico.
14	Generación de residuos biosanitarios	Algodones, guantes, cofias, batas desechables, tapabocas, cuerpo de jeringas, cualquier material contaminado con fluido corporal, puntas de pipetas y micropipetas, espéculos.
15	Generación de residuos cortopunzantes	Cuchillas, jeringas, lancetas, laminillas, agujas.

Continúa

Nº	Aspecto Ambiental	Ejemplo
16	Generación de residuos anatomopatológicos humanos	Residuos de órganos, tejidos, miembros amputados.
17	Generación de residuos anatomopatológicos animales	Residuos de órganos, tejidos, miembros amputados.
18	Generación de residuos químicos	Residuos sólidos (sales, residuos de filtrado, envases) y líquidos (ácidos, corrosivos, inflamables, tóxicos, solventes) que no son vertidos. En esta categoría se incluyen también los residuos radiactivos.
19	Generación de residuos de grasas y aceites	Aceite de motor usado, aceites de cocina usados.
20	Descarte de llantas	Llantas.
21	Descarte de baterías	Baterías de plomo/ácido.
22	Descarte de pilas	Pilas alcalinas, pilas de reloj, pilas de celulares.
23	Descarte de luminarias	Bombillos, tubos fluorescentes.
24	Descarte de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	Computadores portátiles, celulares, computadores obsoletos, impresoras, periféricos.
25	Descarte de toners y cartuchos	Toners, cartuchos y tanques de tinta.
26	Descarte de medicamentos vencidos	Medicamentos vencidos.
27	Descarte de envases de plaguicidas	Envases de herbicidas, fungicidas, insecticidas.
28	Consumo de agua potable	Agua para consumo, servicios sanitarios, lavado.
29	Consumo de agua no potable	Agua para riego
30	Consumo de energía eléctrica	Consumo de electricidad para iluminación, equipos.
31	Consumo de combustibles fósiles	Gasolina, diésel, gas natural, propano, carbón mineral.
32	Consumo de papel	Impresiones, documentos.
33	Consumo de material desechable	Vasos, platos, mezcladores, cubiertos desechables.
34	Consumo de fertilizantes	Consumo de urea, 15-15-15, cloruro de potasio.
35	Consumo de plaguicidas	Herbicidas, fungicidas, insecticidas, rodenticidas.

Fuente: elaboración propia

metodología se diseñó un listado de actividades genéricas para una IES (ver Anexo 1). Esta lista puede ser tomada como base y ajustarse de acuerdo a las particularidades de cada institución.

### Aplicación del cuestionario

Una vez se han identificado las actividades genéricas realizadas en cada UA, se debe proceder a identificar los AA. Para el caso de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, se establecieron 33 aspectos ambientales (Tabla 1). Este listado se elaboró a partir de la revisión bibliográfica destacando los trabajos de Etulain et al. (1996), Canter (1998), Osorio et al. (2004), el Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2006), Carretero (2007), la Secretaría Distrital de Ambiente (2009), IDEAM (2010) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). No obstante,

podría ser modificado por la institución de acuerdo a sus características y necesidades.

### Análisis de Información para la evaluación de aspectos ambientales

La evaluación de la significancia del AA contempla el uso de los atributos tiempo, severidad y magnitud, los cuales se explican a continuación.

#### Tiempo

Se evalúa a partir de la frecuencia con la que presenta el AA y la duración del mismo. Estos dos componentes permiten diferenciar AA que se presentan con una frecuencia alta (p.e. diaria) y una duración corta, de aquellos que pueden tener una frecuencia menor (p.e. semanal) pero cuya duración puede conducir a que el tiempo total del AA sea mayor. Para calificar este atributo se deben emplear los rangos definidos en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Escala de valor para la evaluación del atributo tiempo en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Frecuencia	Duración (horas)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Diario</b>	<b>240</b>	3,41	3,84	4,09	4,27	4,41	4,52	4,61	4,7	4,77	4,84	4,9	4,95	5
<b>Semanal</b>	<b>54</b>	2,48	2,91	3,16	3,34	3,48	3,59	3,69	3,77	3,84	3,91	3,97	4,02	4,07
<b>Quincenal</b>	<b>27</b>	2,05	2,48	2,73	2,91	3,05	3,16	3,26	3,34	3,41	3,48	3,54	3,59	3,64
<b>Mensual</b>	<b>12</b>	1,54	1,97	2,23	2,41	2,54	2,66	2,75	2,84	2,91	2,97	3,03	3,09	3,14
<b>Trimestral</b>	<b>4</b>	1,00*	1,29	1,54	1,72	1,86	1,97	2,07	2,15	2,23	2,29	2,35	2,41	2,46
<b>Semestral</b>	<b>2</b>	1,00*	1,00*	1,11	1,29	1,43	1,54	1,64	1,72	1,8	1,86	1,92	1,97	2,02
<b>Anual</b>	<b>1</b>	1,00*	1,00*	1,00*	1,00*	1	1,11	1,21	1,29	1,37	1,43	1,49	1,54	1,59

Fuente: elaboración propia

Para definir estos valores se calculó el total de horas de presentación del AA al año, multiplicando la frecuencia por la duración (número de horas). Posteriormente se calculó el logaritmo en base cinco (5) de este resultado con el objetivo de reducir la escala a valores entre 1 y 5. Los valores inferiores a uno (1) fueron aproximados a este valor para no subestimar la significancia del AA; dichos valores están diferenciados en la tabla con un asterisco.

### Severidad

Se calcula a partir de la interacción entre la cobertura, peligrosidad y los efectos del AA sobre la salud de las personas. A continuación, se describe cada uno de los componentes de este atributo, así como su método de valoración.

La cobertura hace referencia al área de influencia del AA, pudiendo ser:

§ Extendida: cuando los efectos del AA se presentan más allá de la UA donde se origina.

§ Localizada: cuando los efectos del AA se presentan dentro de la UA donde se origina.

Por su parte, la peligrosidad se refiere a las cualidades inherentes a la sustancia relacionada con el AA que puedan implicar riesgo o causar daño. Para efectos de esta metodología, se entiende como peligrosa cualquier sustancia que posea las características de ser corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable, infecciosa y/o radiactiva (Decreto 4741 de 2005).

Los efectos sobre la salud hacen referencia al nivel de daño que puede causar el AA o sus sustancias

asociadas sobre la salud de las personas. El AA se debe clasificar de acuerdo con el efecto a la salud según las categorías incluidas en la Tabla 3. Para valorar la severidad de cada AA se hace uso de la Tabla 4, donde previamente se han establecido los valores numéricos para las posibles interacciones entre la cobertura, peligrosidad y los efectos sobre la salud.

**Tabla 3.** Efecto de los aspectos ambientales sobre la salud en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Categoría	Efecto sobre la salud
<b>Extremo</b>	Muerte o invalidez.
<b>Crítico</b>	Enfermedades agudas o crónicas que generan incapacidad permanente parcial.
<b>Severo</b>	Enfermedades que causan incapacidad temporal, p.e. pérdida parcial de la audición.
<b>Moderado</b>	Enfermedad temporal que produce malestar, p.e. diarrea.
<b>Leve</b>	No tiene efecto sobre la salud o genera molestias o irritación, p.e. dolor de cabeza.

Fuente: Norma GTC 45

En la Tabla 4 se observa el método usado para calificar la severidad de un AA, de acuerdo con los tres componentes descritos anteriormente. Para esto, cada categoría toma un valor (el cual se encuentra entre paréntesis) y el resultado de la multiplicación de los mismos, que se muestra en las celdas resaltadas con color en la matriz, es el valor de la severidad. Este atributo varía en un rango desde leve a extremo.

### Magnitud

Hace referencia a la dimensión del AA. Para evaluar este criterio se establecen indicadores,

**Tabla 4.** Escala para la evaluación del atributo severidad en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Cobertura	Peligrosidad	Efectos en la salud				
		Extremo (5)	Crítico (4)	Severo (3)	Moderado (2)	Leve (1)
Extendida (2)	Peligroso (5)	50	40	30	20	10
	No peligroso (3)	30	24	18	12	6
Localizada (1)	Peligroso (5)	25	20	15	10	5
	No peligroso (3)	15	12	9	6	3

Fuente: elaboración propia

preferiblemente cuantitativos, y se categorizan sus posibles resultados empleando las etiquetas “muy alto”, “alto”, “medio”, “bajo” y “muy bajo”, que toman los valores de 10, 8, 6, 4 y 2, respectivamente. Para la definición de los rangos de cada etiqueta se realizó un trabajo bastante robusto de búsqueda de información y análisis de valores de referencia asociados a cada indicador, de acuerdo con la normatividad nacional, estándares internacionales o al comportamiento histórico del indicador en la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, como caso de estudio.

El uso de estas etiquetas y la asignación de un valor permiten estandarizar la magnitud de los AA, independientemente de las unidades empleadas para su cuantificación. En el Anexo 2 se presenta el listado de los indicadores propuestos para la evaluación de los AA en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, y un ejemplo de los rangos de clasificación de algunos indicadores de la magnitud de los AA.

#### *Cálculo de la significancia de los AA*

Una vez valorados los atributos se debe determinar la significancia de cada aspecto ambiental empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Significancia} = \text{Severidad} + [\text{Tiempo} \times \text{Magnitud}]$$

Donde:

$$\text{Severidad} = \text{Peligrosidad} \times \text{Efectos a la salud} \times \text{Cobertura}$$

$$\text{Tiempo} = \text{Frecuencia} \times \text{Duración}$$

Teniendo en cuenta los valores máximos establecidos para cada atributo puede determinarse que el valor para la significancia varía entre 5 y 100. Los

valores posibles para la significancia se muestran en la Figura 2. De acuerdo con el resultado obtenido, la significancia se clasifica según los valores presentados en la Tabla 5.

Una vez obtenido el valor de la significancia, se deben tomar medidas que permitan prevenir, corregir o mitigar dichos AA. Esta recomendación es conforme a lo planteado en la norma ISO 14004, numeral 4.3.1.1, en la cual se indica: “La identificación de los aspectos ambientales significativos e impactos asociados es necesaria para determinar cuándo necesitan control o mejora y para establecer prioridades para acciones de gestión”.

La prioridad en la definición de las medidas podrá realizarse teniendo en cuenta la categoría de los AA, según los valores presentados en la Tabla 5. Un instrumento genérico para la evaluación de los AA se presenta en la Tabla 6.

### **Caso de aplicación de la metodología**

A modo de guía se presenta un ejemplo de aplicación de la metodología. En un laboratorio de la Facultad de Ingeniería se constató durante una visita que en las prácticas se generan 10 kg/mes de residuos químicos (actividad genérica de “actividades de laboratorio”). Al indagar con el laboratorista se estableció que esas prácticas se realizan todos los días con una duración promedio de 2 horas, con un total de 80 estudiantes. Adicionalmente, se pudo corroborar que estos residuos presentan características corrosivas que pueden generar quemaduras de la piel, y que por tanto son llevados a un centro de acopio para su posterior gestión.

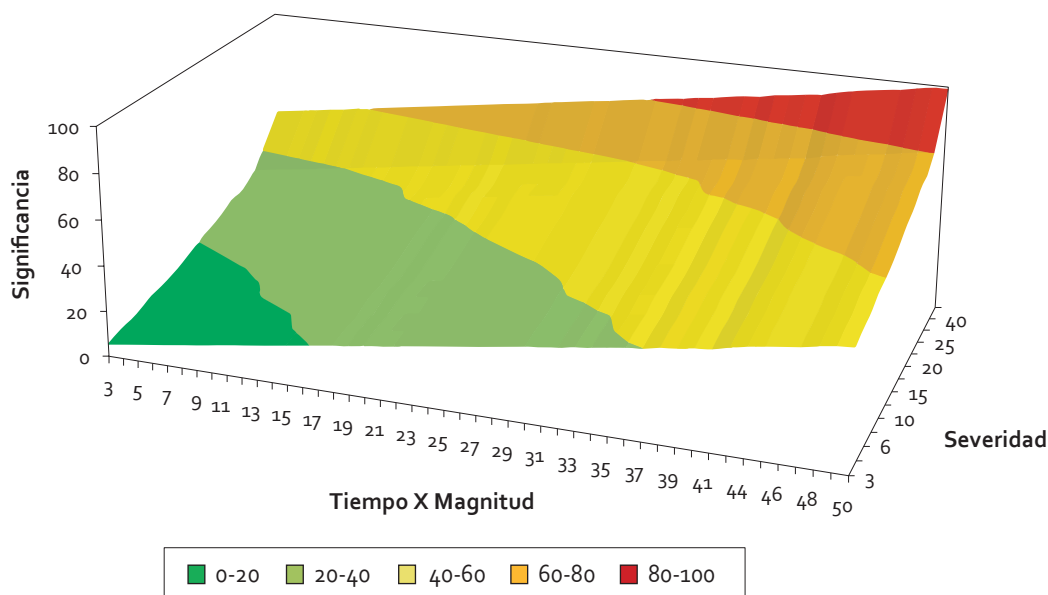


Figura 2. Resultados posibles para la significancia de los aspectos ambientales en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Escala de valor para la interpretación de la significancia de los aspectos ambientales en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Categoría	Valores	Significancia	Prioridad para la toma de acciones
Crítico	81-100	Si	Inmediata
Severo	61-80	Si	Corto plazo
Moderado	41-60	Si	Mediano plazo
Leve	21-40	No	Largo plazo
Irrelevante	<20	No	No requiere medida

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Matriz de evaluación de aspectos ambientales en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Unidad macro	Unidad de análisis	AA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Categoría
			Frecuencia	Duración	Tiempo (A X B)	Cobertura	Peligrosidad	Efectos sobre la salud	Severidad (D X E X F)	Magnitud	Significancia [G + (C X H)]	

Fuente: elaboración propia



**Tabla 7.** Ejemplo de aplicación de la metodología empleada en la evaluación de los aspectos ambientales en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Unidad macro		Facultad de Ingeniería	Unidad de análisis	Laboratorio
Aspecto Ambiental		Generación de residuos químicos		
Información de entrada			Valor	
A	Frecuencia	Al ser una actividad que se realiza todos los días, su frecuencia es diaria (Tabla 2)		240
B	Duración	Al ser una actividad que se realiza durante 2 horas, el valor a asignar es:		2
C	Tiempo	Tiempo = $\text{Log}_5 (A \times B)$		3,84
D	Cobertura	Al salir el residuo del laboratorio y ser llevado al centro de acopio, la cobertura es extendida		2
E	Peligrosidad	Al ser corrosivo, el residuo tiene carácter de peligrosidad		5
F	Efectos sobre la salud	Al generar una posible incapacidad temporal por las quemaduras en la piel, el efecto a la salud es severo (Tabla 3)		3
G	Severidad	Severidad = $D \times E \times F$ (Tabla 4)		30
H	Magnitud	Al dividir la cantidad de residuo (10 kg/mes) entre el número de estudiantes (80), el resultado es 0,125 kg/per-mes; que corresponde a la categoría medio (6) (Tabla 10)		6
I	Significancia	Significancia = $[G + (C \times H)]$		53,04
Categoría		Al ubicarse en el rango de 41 a 60, la categoría del aspecto ambiental es Moderado y por tanto es Significativo (Tabla 5)		
Prioridad		La prioridad para la toma de acciones es de mediano plazo (Tabla 5)		

Fuente: elaboración propia

## Discusión de resultados

Durante el diseño de la metodología el primer reto sobresaliente fue encontrar la forma de disminuir la subjetividad en la calificación de la significancia de los AA. Como respuesta a lo anterior se incorporaron indicadores de tipo cuantitativo para dar cuenta de la magnitud del AA, lo que introduce un elemento novedoso y menos subjetivo en la manera de evaluar uno de los atributos para medir la significancia de los AA.

Además, para los otros atributos (tiempo y severidad) se determinó de manera precisa la interacción entre los elementos que lo componen (frecuencia y duración para tiempo; cobertura, peligrosidad y efectos sobre la salud para severidad), así como definiciones claras para cada categoría, lo que permite algún nivel de estandarización para lograr calificaciones más objetivas para cada atributo evaluado.

Sumado a lo anterior, la verificación o levantamiento de información a través de algunas de las mediciones en campo por parte de los entrevistadores, más la aplicación del cuestionario con el responsable de cada UA, fortalecen la presente metodología como una propuesta diseñada para reducir

las evaluaciones subjetivas de los AA en la realidad ambiental de una IES.

Por otra parte, durante la aplicación de la metodología en el caso de estudio, se encontraron algunos aspectos claves que pueden derivar en la adecuada asignación de los rangos de los indicadores del atributo magnitud. Se puede destacar la importancia del uso del método por parte de los entrevistadores para determinar los valores que serán usados posteriormente en los cálculos del indicador, dentro de lo que se encuentra el uso de materiales para hacer verificaciones en campo; por ejemplo, la medición de un flujo, para lo que se requiere de una probeta o un recipiente indicador de volumen y un cronómetro. Además, otros factores como la pertinencia del personal entrevistado y la comunicación sobre la aplicación de la metodología a todas las partes interesadas también son importantes, para contar con el máximo apoyo y la mejor disposición del personal.

En esta misma línea, a modo de recomendación, sobresale la necesidad de una capacitación teórico-práctica para el grupo entrevistador, buscando la manera de estandarizar la aplicación de las encuestas y

de hacer las mediciones que son base para el cálculo de los indicadores del atributo magnitud.

Finalmente, se evidenció que debido a que la magnitud de algunos AA puede ser más fácil de medir en las unidades macro (por ejemplo, el consumo de agua o energía mediante la lectura de los medidores de cada edificio), se propone el uso de un conjunto de indicadores adicionales para este tipo de unidades, los cuales pueden ser aplicados para evaluar la gestión ambiental a mayor escala (campus, predio o sede). Estos indicadores podrán ser planteados en términos absolutos (p.e. kg) y relativos (p.e. kg/per o kg/mes). El uso de indicadores absolutos se justifica en la necesidad de analizar el comportamiento de los AA identificados en un periodo de tiempo (Cecchini, 2005). Por su parte, el uso de indicadores relativos facilita la comparación de los AA (Suárez, 2003) entre edificios, predios y sedes, generando información útil para evaluar los planes, programas y acciones relacionadas con la gestión ambiental en la institución. En el Anexo 3 se presentan los indicadores macro propuestos para la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

## Conclusiones

Dadas las características de extensión, número de usuarios y misión de las IES, la formulación de criterios, escalas e indicadores de evaluación orientados a las particularidades de estas instituciones resulta necesaria, ya que los métodos utilizados para otro tipo de organizaciones (como las empresas) no dan cuenta de su complejidad en términos ambientales, estructurales, de diversidad de actividades y espacios, y de equipamiento.

La identificación y evaluación de los aspectos ambientales es fundamental para la gestión ambiental de cualquier organización. Por esto, esta propuesta metodológica, al estar diseñada desde el entendimiento de las características particulares de una IES, puede constituirse en una herramienta para incrementar la asertividad y confianza sobre los resultados de la evaluación ambiental.

El análisis del contexto ambiental de una organización es uno de los factores determinantes para lograr responder a los retos actuales de la gestión ambiental. En este sentido, la metodología propuesta involucra estos elementos a la evaluación mediante el uso de indicadores para la calificación de la magnitud, que, junto a la definición de rangos claramente delimitados para las diferentes categorías de calificación, hacen que se reduzca la incertidumbre asociada al criterio del evaluador.

El uso de escalas para la interpretación de los indicadores y los resultados de la evaluación que pueden ser ajustadas según las necesidades de la entidad u organización, permiten que con el tiempo se ajusten los valores, haciéndolos más restrictivos y por ende evidenciando la mejora en el desempeño ambiental. Adicionalmente, permiten establecer parámetros de comparación entre los resultados de diferentes unidades de análisis, e incluso de diferentes instituciones u organizaciones.

---

**Agradecimientos.** Este trabajo fue realizado en el Instituto de Estudios Ambientales IDEA, con el apoyo de la Oficina de Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

---

**Contribuciones de autoría.** Martínez-Bernal, L.F.: desarrollo de los conceptos e indicadores requeridos para la elaboración de la metodología y redacción preliminar del documento, revisión de correcciones; Caro-González, A.L.: revisión de bibliografía, ajustes y redacción general del artículo, planteamiento de indicadores, revisión de correcciones; Pacheco-Salazar, N.P.: revisión de bibliografía, redacción de la introducción, conclusiones del artículo, planteamiento de indicadores, revisión de correcciones; Duran-Dueñas, J.C.: revisión de bibliografía, redacción del resumen y conclusiones del artículo, planteamiento de indicadores; Toro-Calderón, J.J.: concepción de la idea general de la metodología.

---

**Conflicto de intereses.** El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de los autores, quienes declaran no tener algún conflicto de interés que ponga en riesgo la validez de los resultados aquí presentados.

---

## Bibliografía

- Adams, R., Martin, S., Boom, K., 2018. University culture and sustainability: designing and implementing an enabling framework. *J. Clean. Prod.* 171, 434-45. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.032
- Canter, L., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2a d. McGraw Hill, Madrid.
- Carretero, A., 2007. Aspectos ambientales: identificación y evaluación. Asociación Española de Normalización y Certificación-AENOR, Madrid.
- Cecchini, S., 2005. Indicadores sociales en América Latina y el Caribe. Serie de Estudios Estadísticos y Prospectivos 34. CEPAL, Santiago.
- Cohen, M., March, J., 1986. Leadership and ambiguity: the american College president. 2a ed. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Etulain, J., Fisch, S., López, I., Ponce, N., 1996. Ensayos teóricos: la ciudad y la arquitectura. Praxis y degradación urbana: el texto, el contexto y su articulación. Estudio de caso: La Plata, Argentina. En: Premio Anual de Arquitectura, Urbanismo, Investigación y Teoría 1996, CAPBA, La Plata, Argentina. pp. 151-54.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2004. Norma técnica colombiana NTC-ISO 14001. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2010. Estudio Nacional del Agua-ENA 2010. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos. Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006. Resolución 0627, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Diario Oficial 46.239. Bogotá.
- Noeke, J., 2000. Environmental management systems for universities – A case study. *Int. J. Sustain. High. Educ.* 1, 237-51. DOI: 10.1108/14676370010378167
- Osorio, L., Daza, J., Silva, A., Jiménez, Y., 2004. Diagnóstico Ambiental del Campus. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales-IDEA, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Presidencia de la República de Colombia, 2014. Decreto 351, por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. Diario Oficial 49.069. Bogotá.
- Rauen, T., Rojas, A., Silva, V., 2015. Environmental management: an overview in higher education institutions. *Procedia Manuf.* 3, 3682-3688. DOI: 10.1016/j.promfg.2015.07.785
- Rivas, M., 2011. Modelo de sistema de gestión ambiental para formar universidades ambientalmente sostenibles en Colombia. *Gest. Ambient.* 14, 151-62.
- Secretaría Distrital de Ambiente, 2009. Resolución 3956, por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados al recurso hídrico en el Distrito Capital. Registro Distrital 42.36. Bogotá.
- Soini, K., Jurgilevich, A., Pietikäinen, J., Korhonen-Kurki, K., 2018. Universities responding to the call for sustainability: a typology of sustainability centres. *J. Clean. Prod.* 170, 1423-1432. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.08.228
- Suarez, D., 2003. Indicadores de gestión de riesgos: conceptos y formulación de indicadores. Programa de información e indicadores de gestión de riesgos de desastres naturales. Banco Interamericano de Desarrollo; Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Viebahn, P., 2002. An environmental management model for universities: from environmental guidelines to staff involvement. *J. Clean. Prod.* 10, 3-12. DOI: 10.1016/S0959-6526(01)00017-8+