

Acciones para promover el desarrollo ambiental sostenible en la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia

Actions to promote sustainable environmental development at the Autonomous University of Bucaramanga, Colombia

Katherinne Torres, MSc. Administración de Empresas, Universidad Autónoma de Bucaramanga
Sandra Castro, MSc. Administración de Empresas, Universidad Autónoma de Bucaramanga
Graciela Chalela, MSc., Dr. rer. nat., PosDoc., Prof. Hab., Prof.Em. Unab Ambiental-Universidad Autónoma de Bucaramanga

Resumen— La sociedad, busca su desarrollo con infraestructura en las urbes y para su logro, en muchas ocasiones ha hecho uso inadecuado de los recursos naturales acelerando negativamente el cambio climático. El cuidado del ambiente, es foco en la gestión empresarial, y por ello se busca a través de su cuidado y mejoramiento continuo, contribuir a la optimización del resultado económico del país.

Se diseñó un “Plan de Gestión Ambiental” que contribuyera a que la Universidad Autónoma de Bucaramanga, fuese ambientalmente sostenible, planteando tres proyectos: paneles solares, reutilización de aguas lluvias y techos verdes, cuyo resultado económico, social y ambiental fue evaluado, y se planteó además, un programa transversal de cultura ambiental, para fortalecer el conocimiento y la conciencia ambiental de la población. La implementación de lo propuesto, lograría sin duda a contribuir a la sostenibilidad ambiental de la UNAB.

Palabras claves: Universidad sostenible, estudio de factibilidad, desarrollo sostenible, cultura ambiental.

Abstract— Society seeks greater development by building infrastructures in the cities. In order to achieve that, on many occasions, there has been inadequate use of natural resources that accelerate climate change negatively. Environmental care is important to business management; therefore, through its protection and continuous improvement, it seeks to contribute to the optimization of the economic performance of the country.

The design of an "Environmental Management Plan" was studied. It aims at making the UNAB

environmentally sustainable by proposing three projects: solar panels, rainwater harvesting, and a green roof system. The economic, social and environmental result of the plan was evaluated; and it was posed to develop a transversal program of environmental culture for the "UNAB" community. This program is posed aiming at strengthening the knowledge and environmental awareness of the university community. The implementation of the proposed Environmental Management Plan would contribute to the environmental sustainability of the UNAB.

Keywords: sustainable University, feasibility study, sustainable development, environmental culture.

I. INTRODUCTION

La sociedad en su afán de crecimiento, ha construido ciudades poco amigables con el ambiente y de esta forma han hecho un uso desmedido de los suelos e infraestructura, encareciendo los costos de suministros de servicios como el agua y la luz; adicionalmente, incrementando los gases de efecto invernadero (GEI), tales como, CO₂, CH₄, N₂O y SF₆, generando cambios climáticos, siendo éste, el problema medioambiental más crítico del mundo (Echebarría & Aguado, 2003; Foo & Tan, 2016).

Las ciudades, tienen la responsabilidad de mantener, adaptar, renovar continuamente el entorno natural y de adecuar la infraestructura para alcanzar un desarrollo urbano sostenible y del mismo modo fortalecer las bases económicas con una demanda mínima de recursos que reduzca los efectos negativos del entorno natural y satisfaga las necesidades humanas (Hartmuth, Huber, & Rink, 2008).

Las universidades hacen parte de la infraestructura de una urbanización y no menos importante, son las responsables de la educación de muchas personas por lo tanto, debe propender la educación ambiental no solo de forma verbal sino con acciones. La sostenibilidad en las universidades se ha convertido en los últimos años en una estrategia de gestión en donde lo regional y global se direcciona e involucra para promover la minimización de impactos ambientales, sociales y económicos (Parrado & Trujillo, 2015).

El presente artículo pretende exponer acciones que promuevan el desarrollo sostenible en la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Dentro de las acciones, se propone un programa de cultura ambiental a la comunidad universitaria y se evalúa la viabilidad de implementar proyectos ambientales que reduzcan los costos administrativos y que aporten positivamente al medio ambiente.

La Universidad Autónoma de Bucaramanga, es una institución privada dedicada al desarrollo de la educación superior, cuyo propósito no es otro que el desarrollo integral del ser humano y se rige de acuerdo a principios democráticos y liberales que guían su acción a nivel regional y nacional.

II. SOSTENIBILIDAD

El cambio ambiental es un problema urgente en el que se encuentra el planeta tierra, en donde los principales responsables de tal catástrofe son los seres humanos, puesto que, en las décadas anteriores al siglo XX se consideraba que los recursos naturales eran inagotables, pero muchas entidades y líderes han considerado que los recursos naturales son limitados y los residuos que generan el consumo de energía y materias primas peligran en la capacidad de absorción del ecosistema.

La sostenibilidad se ha incorporado en los últimos años en muchos niveles de la sociedad como la capacidad que tiene un espacio o recurso en mantenerse en el tiempo. Otros autores la definen como la capacidad de un pueblo o nación, de permanecer en una situación de satisfacción colectiva, en donde su principal logro es la convivencia, la calidad de la vida humana, del ambiente y del funcionamiento de los ecosistemas, así mismo, es la habilidad de una nación o un pueblo de adaptarse a los retos actuales manteniendo su riqueza cultural y natural, su satisfacción social y la calidad de vida individual, minimizando su vulnerabilidad (López, 2014)

Diferentes interpretaciones coinciden que para llegar al desarrollo sostenible se necesita tener un

equilibrio entre los factores económico, social y ambiental. Es decir que las políticas o actos que se lleven a cabo para garantizar un crecimiento económico, deben respetar el medio ambiente y además ser socialmente equitativas (Artaraz, 2001).

A. Sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental es uno de los pilares que más preocupan hoy a nivel mundial, debido a que los recursos naturales se han ido agotando por el mal uso que le dan las organizaciones y los seres humanos. Por esta razón, se hace necesario generar soluciones que permitan mitigar o eliminar este daño que afecta directamente a la economía y a la sociedad (Vargas, 2006).

B. Sostenibilidad económica

La Sostenibilidad Económica va mucho más allá de una connotación meramente monetaria en donde se busca que los diferentes proyectos o mega-proyectos definan criterios que permitan disminuir consumo de recursos de tal forma que se perpetúe la vida de los mismos, reduzcan costos, generen empleo y no menos importante, genere rentabilidad haciendo las cosas bien hechas.

C. Sostenibilidad social

La sostenibilidad social busca ofrecer bienestar y equidad a todos los seres humanos, por medio de una visión integrada de factores económicos y ambientales. Para esto se debe lograr que el trabajo que se realice dentro de la sociedad en conjunto con las instituciones encargadas de satisfacer las necesidades de los seres humanos, se configuren de tal manera que la naturaleza y toda su capacidad estén disponibles por un largo periodo (Weingaertner & Moberg, 2014).

La sostenibilidad social significa incentivar acciones que apoyen la conservación de la cultura y los derechos de las comunidades regionales en un determinado territorio.

D. Sostenibilidad política

La sostenibilidad política debe promover el desarrollo sostenible, lograr que los recursos naturales renovables se aprovechen eficientemente y que generen perpetuidad de los mismos, tanto en el presente como en el futuro; mejorando la calidad de vida para todos, superando la pobreza y promoviendo que el crecimiento y desarrollo económico sean bajo procesos productivos que no degraden los recursos, ni la calidad del ambiente.

La política debe ser un agente regulador que controle los impactos ambientales generados por las organizaciones o personas naturales y que lleve a un desarrollo económico, ambiental y social a nivel local (Badii, Catillo, Guillen, & Abreu, 2007).

III. DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Las ciudades son un sistema complejo, compuesto por entornos de vida tales como seres humanos, infraestructura y naturaleza y su construcción ha generado cambios en el clima y en la generación de gases de efecto invernadero. La sociedad está continuamente en un proceso urbanizador que influye de forma directa en el ambiente y en la calidad de vida de los ciudadanos (Cheshmehzangi, 2016).

El concepto desarrollo sostenible tiene origen en la comisión Brundtland (1987) y enfatiza que las generaciones actuales deben satisfacer sus necesidades sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Esto lleva a crear políticas sostenibles a nivel local o regional que permitan crear conciencia sostenible en la forma de producir (Echebarría & Aguado, 2003).

En general, el crecimiento urbano ha precedido a menudo al establecimiento de una base económica sólida y diversificada para apoyar la acumulación de viviendas, infraestructura y empleo. Además, la vida humana en este planeta no puede ser sostenible si no hay unas comunidades locales viables.

-La figura 1, muestra como el Banco Mundial resume los 4 pilares de la sostenibilidad y establece un triángulo de equilibrio entre los cuatro pilares. Se evidencia la necesidad de realizar una proyección territorial o local, teniendo en cuenta lo que otros países han desarrollado a partir de estos tres pilares.

Se debe crear espacios urbanizados más amigables con el ambiente, que generen cambios a gran escala en el crecimiento y desarrollo de una ciudad. El logro de estos cambios lleva implícito grandes desafíos, tales como, falta de visión explícita, el no cumplimiento de los planes de acción y el factor costo que afecta la dirección en cuanto a la expectativa que se tenía del proyecto y la inversión presupuestada.

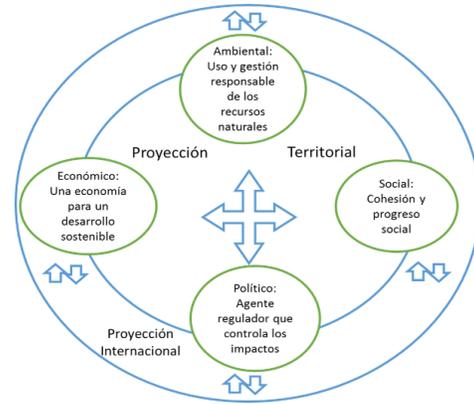


Figura 1. Triángulo de equilibrio entre los cuatro pilares.

A. Universidad sostenible

Las universidades son parte directa de las urbanizaciones y son consideradas como “pequeñas ciudades” ya que tienen un impacto ambiental y social significativo. Una universidad sostenible, según Alshuwaikhat & Abubakar, 2008, es quien direcciona, involucra y promueve, a nivel regional o global, la minimización de los efectos ambientales, económicos, sociales siendo parte directa de la formación de las personas a través de Los tres objetivos misionales que son la enseñanza, investigación y extensión, siendo los mecanismos que ayudan a la sociedad a tener un estilo de vida sostenible.

Adicionalmente, para que el campus universitario sea sostenible debe tener un ambiente sano, conservar la energía, reducir los residuos y promover la equidad y la justicia social a todas sus partes interesadas. En otras palabras, la universidad es un espacio fundamental para crear conciencia y generar soluciones al problema ambiental.

Muchas universidades, han adquirido un compromiso voluntario y han incursionado en proyectos e iniciativas en el que se incorpore la sostenibilidad en sus sistemas. La alineación de la cátedra universitaria, la investigación, la extensión y la gestión universitaria han contribuido, en alguna medida, a reducir los impactos ambientales y sociales contribuyendo a que el campus universitario sea sostenible (De Castro & Chiappetta, 2013)

IV. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de factibilidad a varios proyectos ambientales para implementar en la Universidad Autónoma de Bucaramanga. La figura 1

muestra los pasos secuenciales que se siguieron para mirar la viabilidad social, técnica, económica y financiera de los proyectos propuestos. En primera instancia, se diagnosticaron las condiciones ambientales actuales de la Universidad y se recolectó la información requerida a través de fuentes primarias, como el consumo y el costo de servicios públicos que asume la Universidad. El siguiente paso fue la identificación de las condiciones físicas y económicas, que harían que los nuevos proyectos de gestión ambiental, fuesen técnica, ambiental, financiera y económicamente viables, de acuerdo a las condiciones actuales y los recursos que posee la Universidad.

V. RESULTADOS

La Universidad Autónoma de Bucaramanga – sede El Jardín está ubicada en el sector de Cabecera del Llano, en la zona nororiental de la meseta de Bucaramanga, se caracteriza por estar rodeado de árboles, un bosque natural y fauna que armonizan el ambiente universitario. Consta de 13 instalaciones ubicadas en una montaña de forma descendente. Estas edificaciones y zonas comunes necesitan de energía eléctrica y agua para satisfacer las necesidades de los usuarios.

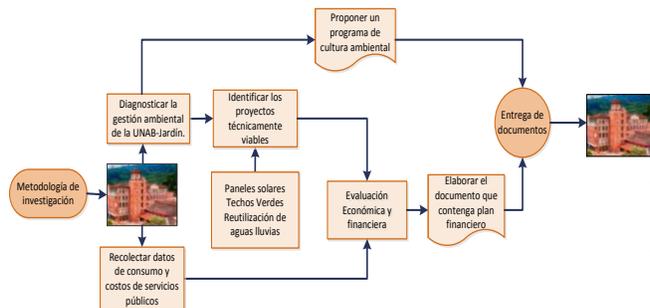


Figura 2. Metodología de la investigación.

El consumo anual de servicio de agua ha registrado un decrecimiento del 6,26% con respecto al consumo generado para el mismo mes en el año 2016 y el consumo anual de servicio de energía tuvo una disminución considerable de 5,6% de energía de un año a otro para el 2017. Esta disminución en los servicios públicos se ha dado debido a que la universidad desde la administración es consciente de la importancia de usar tecnologías limpia.

Entre las acciones propuestas, se plantearon tres iniciativas ambientales como: paneles solares, recolección de aguas lluvias y techos verdes; transversal a estos proyectos se planteó un plan de cultura ambiental para la UNAB.

A. Paneles solares.

Para su construcción y puesta en marcha, se seleccionaron aquellas áreas en donde la radiación solar incide directamente, encontrando un área disponible de 1000 m². En esa área se pueden instalar 282 paneles lo que equivale a tener un ahorro aproximado anual del 10% de la totalidad del consumo de energía (Ver Figura 2) que desde luego se verá reflejado en el costo total.

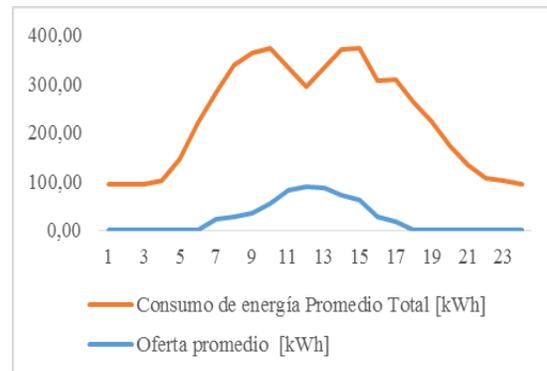


Figura 3. Consumo promedio diario de energía y energía ofertada por los paneles solares en la UNAB sede El Jardín.

Uno de los beneficios asociados, más importantes, al recurso de energía se refiere a la conservación saludable del medio ambiente, puesto que este tipo de energía, renovable, no genera sustancias nocivas para la supervivencia de los seres vivos que habitan en el planeta. Según los factores de emisiones del Ministerio de Minas y Energía se producen 0.2849 kg CO₂ por cada kW-h generado

Balance de Carbón Ton [CO ₂]	
Anual	45
Total (25 años)	1125

En este orden de ideas, con la implementación del sistema de generación con paneles solares se reducirá la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) como el Dióxido de Carbono (CO₂), y así se aportaría a la mitigación del calentamiento global.

Los indicadores financieros y el ahorro periódico de energía en la Universidad, no solo establecen viabilidad sino la conveniencia de la inversión puesto que se tiene un Valor Presente Neto positivo y se reconoce una Relación Costo Beneficio de 1,93 veces lo que indica el beneficio obtenido expresado a precios de hoy es de un 93%. La TIR, definida como la máxima rentabilidad que puede ser obtenida y con ello el máximo costo de recursos que se soportaría antes de destruir valor con su implementación se reconoce superior en 15,76%.

B. Recolección de aguas lluvias.

Para este análisis se identificaron las cubiertas que se usarían. Para su selección, se hizo necesario escoger aquellas que estuvieran aisladas de árboles y libres de cualquier material que arrojase residuos contaminantes. Bajo esta característica hay más de 3000 m³ de área disponible en la universidad.

Otras variables que se consideraron fueron las precipitaciones y el coeficiente de escorrentía que es un valor adimensional que se escoge de acuerdo al material y al nivel de inclinación de la cubierta a partir del cual se puede identificar la cantidad de agua que se puede recolectar.

En promedio la Universidad consume 1203,5 m³ mensual de agua. La capacidad del sistema de recolección de aguas lluvias que se seleccionó es de 40 m³ de almacenamiento, que tiene un ahorro aproximado de consumo de agua de 11%. Se considera que este escenario es técnicamente viable para su ejecución, ya que la Universidad cuenta con el espacio para ubicar los tanques y sus adecuaciones no requieren de ningún reforzamiento adicional al peso del tanque; así, el sistema se usaría 37, 86 veces al año.

Financieramente se aceptaría el proyecto puesto que los indicadores estudiados como el VPN dio positivo, el beneficio costo fue 1,01 encontrando que para los 10 años proyectados se recuperaría la inversión en 1% y la TIR, la rentabilidad máxima esperada fue de 0,22%.

Uno de los beneficios más importantes para este proyecto ambiental es el aprovechamiento de aguas lluvias que ya no serán vertidas a la cañerías del sector, puesto que muchas de estas aguas terminan contaminadas con basura, aceites, químicos, bacterias, metales pesados, y en algunos casos con las aguas negras;

C. Techos Verdes

Sus principales ventajas son:

- Incrementa el aislamiento térmico de las ciudades: para esto se hace necesario el reconocimiento de lo que se denomina el efecto isla de calor, que en las ciudades hace referencia al aumento de temperatura, en especial donde no hay presencia de vegetación;
- Mejora la eficiencia energética: se reduce considerablemente el consumo energético, se disminuye el consumo de aires acondicionados.
- Aislamiento acústico: la combinación de sustrato, plantas y capas de aire dentro del sistema de techo verde, actúan como una barrera de sonido y

proporciona una reducción significativa del ruido en el interior del edificio.

- Mejora la calidad del aire: pues reduce problemas respiratorios asociados a la mala calidad del aire, esto se presenta por la alta polución con presencia de dióxido de carbono, que está relacionado con enfermedades respiratorias.
- Creación de hábitats: los techos verdes pueden convertirse en hábitat de fauna menor, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad en áreas urbanas.

Finalmente, numerosos estudios confirman que los techos verdes pueden ser utilizados como un instrumento factible para la gestión ambiental.

Para este proyecto, se estimaron flujos percibidos a 10, 20, y 30 años, y no se logró la recuperación esperada de la inversión, pues la inversiones requeridas para la puesta en marcha superaron de manera amplia el valor presente de los beneficios que podrían ser alcanzados. Sin embargo, al ser consecuentes con el enfoque ambiental, su implementación no debería estar sujeta de manera exclusiva al uso de recursos propios, pues existen en el mundo, países y organizaciones, dispuestos a pagar por la generación de oxígeno, y por tanto a absorber las inversiones que se hacen necesarias para ello.

El techo verde de 208 m² generaría anualmente 166,4 bonos de carbono y disminuiría la huella de carbono equivalente a 4 personas. Adicionalmente disminuiría el consumo energético en 702,67 kW/h que corresponde a 270,526 kg de CO² al medio ambiente por año; sin embargo y a pesar de sus ventajas, económicamente para este caso no se reconoce viable, pues la inversión requerida, no lograría ser recuperada en el período proyectado.

Programa de Cultura Ambiental

El programa de cultura ambiental de la UNAB buscará afianzar y fortalecer la cultura de toda la comunidad universitaria, buscando reducir los impactos ambientales negativos y aumentando la conciencia ambiental en toda la comunidad, permitiendo de esta manera elevar el cuidado y la protección del medio ambiente y sus recursos.

A través del óptimo aprovechamiento de los recursos naturales, se mitigará el impacto causado por la realización de las actividades propias de la comunidad universitaria, generando conciencia ecológica, compromiso y el desarrollo de las mejores prácticas que logren sensibilizar y capacitar acerca del uso adecuado de los recursos naturales, su consecución generará una cultura de ahorro y protección al ambiente.

Por lo anterior, se debe seguir capacitando a la comunidad universitaria en la identificación, mitigación y prevención de los impactos ambientales negativos y la generación de resultados contrarios, a través del monitoreo del ahorro y uso eficiente de la energía y del agua en las actividades regulares de la comunidad universitaria.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a las acciones que se propusieron el sistema de recolección de aguas lluvias de 40 m³, representaría un ahorro del 11% del consumo. El montaje y puesta en marcha de 282 paneles solares, lograría una caída en el gasto equivalente al 9,39% del consumo total. Por otro lado, el techo verde de 208 m² disminuiría el consumo energético en 702,67 kW/h.

Estos proyectos se reconocieron ambiental y socialmente viables, más no todos financiera y económicamente favorables, teniendo en cuenta que se realizó el estudio en la infraestructura construida.

Es importante desde la academia, promover iniciativas que generen en los estudiantes y profesionales una verdadera formación de conciencia ambiental, con el uso de sistemas sostenibles, que por tanto hagan uso eficiente de los recursos.

Se debe promover y liderar el desarrollo de proyectos ambientalmente sostenibles, donde no sólo evidencien el compromiso con la sociedad y el ambiente, si no que sirva para fortalecer las tareas de investigación y emprendimiento.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alshuwaikhat, H. M., & Abubakar, I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1777–1785. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002>
- Artaraz, M. (2001). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas*, 3, 1–6. <http://doi.org/10.7818/RE.2014.11-2.00>
- Badii, M., Catillo, J., Guillen, A., & Abreu, J. (2007). Sustentabilidad y política (Sustainability and politics). *International Journal of Good Conscience*, 2(2), 274–285. Retrieved from [http://www.spentamexico.org/v2-n2/2\(2\) 274-285.pdf](http://www.spentamexico.org/v2-n2/2(2) 274-285.pdf)
- Cheshmehzangi, A. (2016). City Enhancement beyond the Notion of “Sustainable City”: Introduction to Integrated Assessment for City Enhancement

- (iACE) Toolkit. *Energy Procedia*, 104, 153–158. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.027>
- De Castro, R., & Chiappetta, C. (2013). Evaluating sustainability of an Indian university. *Journal of Cleaner Production*, 61, 54–58. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.033>
- Echebarría, C., & Aguado, I. (2003). La planificación urbana sostenible. *Zainak*, 24, 643–660.
- Foo, D., & Tan, R. (2016). A review on process integration techniques for carbon emissions and environmental footprint problems. *Process Safety and Environmental Protection*, 103(Part B), 291–307. <http://doi.org/10.1016/j.psep.2015.11.007>
- Hartmuth, G., Huber, K., & Rink, D. (2008). Operationalization and contextualization of sustainability at the local level. *Wiley InterScience*, 16, 261–270. Retrieved from <http://web.b.ebscohost.com/aure.unab.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=ed8e479b-8291-40fb-92e7-65043324ded7%40sessionmgr103&vid=0&hid=101>
- López, M. (2014). *Sostenibilidad ambiental: nuestra última frontera* (primeraLÓp). Cartagena de Indias.
- Parrado, Á., & Trujillo, H. (2015). Universidad y sostenibilidad: una aproximación teórica para su implementación. *AD- Minister*, 26, 149–163. <http://doi.org/10.17230/ad-minister.26.7>
- Vargas, G. (2006). *Introducción a la Teoría Económica. Un Enfoque Latinoamericano* (Pearson Educación). México. Retrieved from <http://herzog.economia.unam.mx/profesores/gvargas/libro1/cp25des.pdf>
- Weingaertner, C., & Moberg, A. (2014). Exploring social sustainability: Learning from perspectives on urban development and companies and products. *Sustainable Development*, 22(2), 122–133. <http://doi.org/10.1002/sd.536>

VIII. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Bucaramanga y a la dependencia de UNAB Ambiental por la oportunidad de realizar la presente investigación.