

# METODOLOGÍA CON ENFOQUE SOSTENIBLE EN LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA CIVIL

**Por:** Andrés Felipe Guerra Guevara

**Tutor temático:** Sandra Milena Cote Vargas

**Tutor metodológico:** Olga Nallive Yepes e Iván Silva

## RESUMEN

En el presente ensayo se realiza un análisis a las metodologías con enfoques sostenibles en la planificación de proyectos de infraestructura civil, comparando los puntos más sustanciales desde la sostenibilidad. Como resultado del análisis se propone una metodología para la planificación de proyectos de infraestructura civil tal, que considere los aspectos más relevantes de las metodologías indagadas y se apoye en los Principios de Gauteng y Melbourne para involucrar la sostenibilidad en las etapas de planificación.

Se emplea el concepto de *eco-eficiencia* a los principios de sostenibilidad como un criterio sostenible en la planificación de los proyectos de infraestructura civil. Por último, se contextualizan los temas esenciales de la especialización en construcción sostenible en la metodología propuesta.

This essay presents an analysis of methodologies with a sustainability approach of civil infrastructure project planning, comparing the main themes from sustainability. As a result of this analysis it is proposed a methodology for civil infrastructure projects planning, that considers the main aspects of the investigated methodologies, based on the principles of Gauteng and Melbourne to involve sustainability at planning stages.

The concept of eco-efficiency is applied to the principles of sustainability as a sustainable approach in civil infrastructure planning. Finally, key issues of the sustainable construction degree are contextualized within the proposed methodology.

**Palabras Claves:** Criterios de sostenibilidad, eco-eficiencia, modelos de evaluación, planificación

## **Los principios base para proponer una metodología**

La construcción es una de las actividades que ha contribuido y continúa contribuyendo en mayor parte al deterioro ambiental del planeta, su fin principal es el desarrollo de las ciudades, pero si los actuales patrones no cambian, la expansión de la construcción destruirá o al menos perturbará hábitats naturales y vida salvaje en más de un 70 % de la superficie de la tierra para 2032, principalmente por el incremento de la población, la actividad económica y la urbanización (UNEP, 2002).

El impacto ambiental hace evidente los desafíos que tendrán que afrontar las próximas generaciones para satisfacer sus necesidades y la enorme demanda en infraestructura y recursos naturales que requerirán las poblaciones presentes, para la conservación de las grandes urbes.

Sin embargo, probablemente no existe un sector con mayor potencial de contribución a la sostenibilidad que la construcción (Bakens, 2003) y debido a esto, es necesario el establecimiento de una nueva metodología que permita planificar proyectos de infraestructura civil y cuya base sean los principios expuestos en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo (2002), los principios de Gauteng, la Cumbre de Río (1992), la Cumbre del Milenio (2000) y todas aquellas que han intervenido al respecto de esta problemática mundial.

Los Principios de Gauteng son revalidados por los Principios de Melbourne en el marco estratégico de planificación sobre sostenibilidad urbana realizado en Melbourne y organizado por el Centro de Tecnología Ambiental Internacional del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP, 2002). Estos se enfocan en los nuevos retos en planificación de proyectos y serán la base para desarrollar la metodología propuesta en este trabajo, pues se basa en ofrecer una visión a largo plazo para las ciudades que se base en la sostenibilidad; la igualdad intergeneracional, social, económica y política; y la característica individual de ésta. Estos principios son:

- a) Lograr la seguridad económica y social a largo plazo.

- b) Reconocer el valor intrínseco de la biodiversidad y de los ecosistemas naturales, y protegerlos y restaurarlos.
- c) Permitir a las comunidades reducir su huella ecológica.
- d) Edificar en torno de las características de los ecosistemas bajo desarrollo y el fortalecimiento de ciudades sanas y sostenibles.
- e) Reconocer y edificar sobre las distintivas características de las ciudades, inclusive sus valores humanos y culturales, su historia y los sistemas naturales.
- f) Dar poder a los ciudadanos y fomentar la participación.
- g) Extender y permitir a los sistemas cooperativos trabajar hacia un futuro sostenible común.
- h) Fomentar la producción y el consumo sostenibles por medio del uso adecuado de tecnologías ambientales sólidas y un cuerpo directivo efectivo.
- i) Facilitar el continuo mejoramiento, que se base en la responsabilidad, claridad y buena administración.

### **Las metodologías analizadas**

A continuación se describen las metodologías sustentadas por los autores Vanegas, J Fernández, G. Yigitcanlar, T. Dur, F y Granados, S. que enfocaron sus investigaciones en implementar la sostenibilidad como un principio en la planificación de proyectos de ingeniería, estas aportaciones de diferentes autores son referencias como base para la construcción de una nueva metodología con un enfoque integral del entorno construido (Vanegas 2006). El análisis que se presenta a modo de matriz (ver Tabla 1.), expone los puntos más relevantes de las investigaciones seleccionadas de acuerdo al contexto en el que fueron desarrolladas, los principios de sostenibilidad en que se basaron para hacer la realidad de un desarrollo sostenible, los modelos de evaluación para alcanzar los objetivos de un sistema de infraestructura civil sostenible y en qué fases son aplicables en el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 1. Análisis de metodologías

Autor	Metodología	Principios de Sostenibilidad	Modelo de Evaluación	Fases de Aplicabilidad
<p>Vanegas, J. (2003) Estados Unidos Universidad de Texas</p>	<p>Propone una guía, explicando cómo incorporar los criterios y principios de sostenibilidad en el diseño, construcción y gestión de infraestructuras; describe tres visiones como puntos de partida para cualquier discusión sobre sostenibilidad en arquitectura, ingeniería y construcción (AIC): la visión global; la visión sectorial; y la visión de proyecto.</p>	<p>Hace un señalamiento de los principios de sostenibilidad de fuentes específicas, manifiesta libertad en su adopción siempre y cuando, se puedan hacer efectivos al expresarlos en términos de metas específicas, objetivos cuantificables asociados a la meta; y un plan de aplicación, para proyectos concretos en AIC.</p>	<p>Cada principio se convierte en indicador para la recogida de datos y evaluaciones comparativas, en un punto de referencia para evaluar las prácticas en organizaciones; y en una brújula para mantener el camino hacia la visión de edificaciones y sistemas de infraestructura civil sostenibles, que se puede alcanzar de manera progresiva y realista.</p>	<p>Estratégico Táctico Operativo</p>
<p>Fernández, G. Rodríguez, F Hruškovič P. (2009) España Universidad Politécnica de Madrid</p>	<p>Propone una metodología para identificar los factores e indicadores de sostenibilidad en los proyectos de ingeniería civil para obtener una primera estructura desagregada de indicadores de carácter genérico. Se basa principalmente en la aplicación del estándar PMI y PRAM aplicadas a los factores de sostenibilidad.</p>	<p>Estructura desagregada de indicadores de sostenibilidad (Sustainable Breakdown Structure) basada en los tres pilares del Desarrollo Sostenible.</p>	<p>Sistema de Indicadores de Sostenibilidad (ISO-21929-1) para la certificación sostenible de un proyecto.</p>	<p>Conceptualización.</p>

Autor	Metodología	Principios de Sostenibilidad	Modelo de Evaluación	Fases de Aplicabilidad
<p>Yigitcanlar, T. Dur, F (2010) Australia Universidad Tecnológica de Queensland</p>	<p>Un modelo de evaluación de la sostenibilidad eficaz con un enfoque integral, que tiene en cuenta todos los aspectos medioambientales, económicos y aspectos sociales. Se desarrolló como un sistema avanzado de información geográfica y basado en indicadores modelo indexación sostenibilidad urbana, considera la sostenibilidad de uso de la tierra, el medio ambiente, sistemas de transporte y la infraestructura como marcos de evaluación como mecanismos clave para medir los impactos del desarrollo en el medio ambiente, y como instrumentos clave de política para apoyar la transición a una sostenibilidad urbana integrada.</p>	<p>Considera la sostenibilidad de uso de la tierra, el medio ambiente, sistemas de transporte y la infraestructura.</p>	<p>Sistema de indicadores sostenibles: es un avanzado sistema de información Geográfica (SIG) y el indicador basado en el modelo de indexación sostenibilidad urbana, que ayudan en la evaluación del desempeño del proceso de desarrollo, y de la eficacia general de las asociaciones para mejorar bienestar económico, social y medioambiental de las zonas urbanas.</p>	<p>Diseño.</p>

Autor	Metodología	Principios de Sostenibilidad	Modelo de Evaluación	Fases de Aplicabilidad
<p>Granados, S.  Gracia, S.  García, A.  Dzul, L  (2010)  España.  Universidad  Politécnica  de Cataluña.</p>	<p>Guía práctica que facilita el análisis y la aplicación de criterios de sostenibilidad, (clasificados en sostenibilidad, energía y de gestión urbana: CRISEUM) en el diseño de un Proyectos de ingeniería, estructura un enfoque integral en 5 pasos. Desde la definición de sostenibilidad y un marco conceptual en la aplicación de criterios de sostenibilidad desde el diseño, dependiendo de la tipología de proyectos y el problema a resolver, con una propuestas de guías de verificación que permitan su facilidad en el manejo.</p>	<p>*Sostenibilidad (Ambiental ,Social y Economía)  *Energía  *Gestión urbana</p>	<p>Un modelo de evaluación de la sostenibilidad de proyectos de ingeniería empleando criterios de sostenibilidad específicos, a los que les asocia variables de medición y evaluación en las diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto.</p>	<p>Diseño-Ejecución-  Operación-  Disposición Final</p>

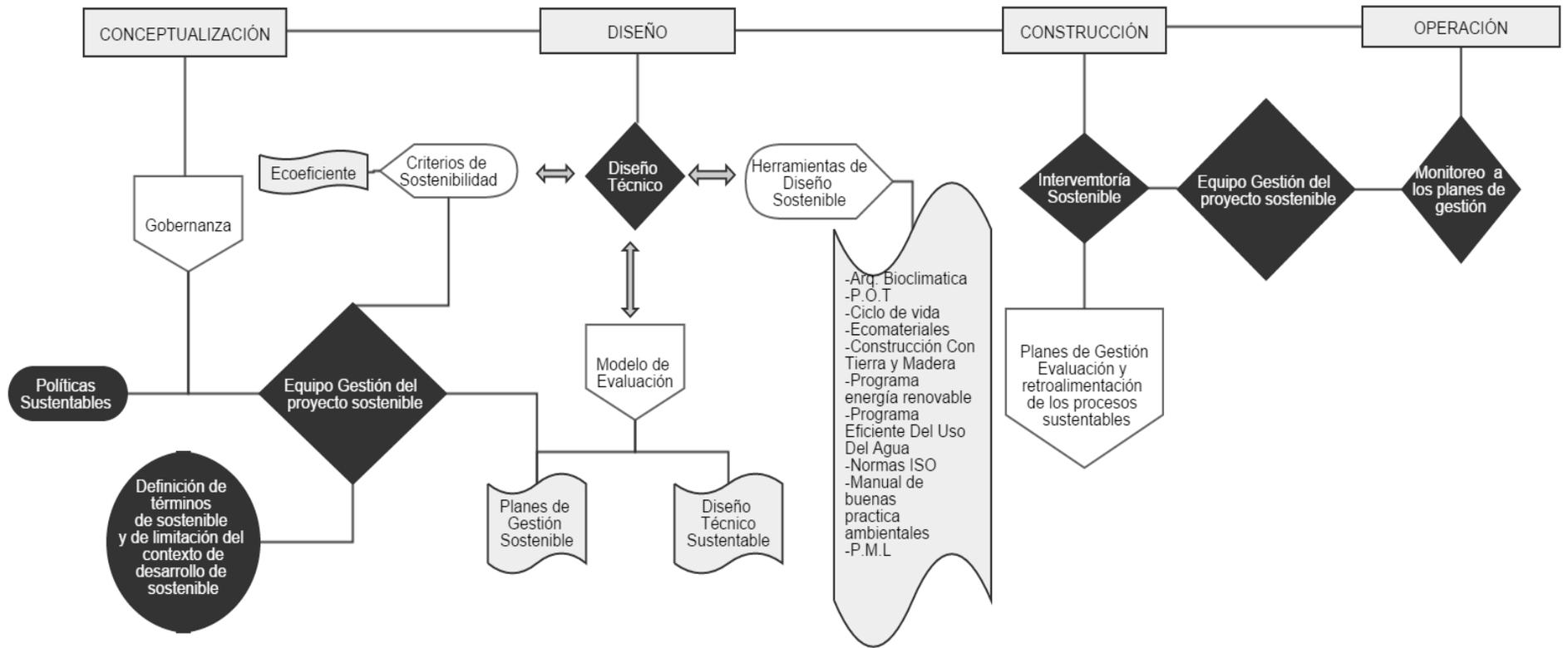
Las metodologías expuestas, aportan varias perspectivas y estrategias factibles en la implementación de prácticas sostenibles en el desarrollo de un proyecto de ingeniería y aplica de manera integral criterios de sostenibilidad desde el diseño y la conceptualización del proyecto. Algunos de estos criterios difieren uno del otro en atención a la amplia aplicabilidad de la que puede ser objeto un proyecto de ingeniería ya que no existe una teoría unificada de sostenibilidad (Dzul y García, 2010). Algunos de los proyectos en la actualidad solo consideran la dimensión ambiental como único eje en el desarrollo de una infraestructura sostenible, desatendiendo de las fases de planificación la aplicabilidad de criterios sociales y económicos, limitando los proyectos y centrando los esfuerzos financieros en etapas posteriores para introducir dichas falencias.

Debido a esto surgen modelos de medición de los niveles de sostenibilidad a los proyectos de ingeniería, los diferentes autores proporcionan marcos de evaluación como mecanismos clave para medir y evaluar los impactos del desarrollo en la mejora económica, social y bienestar ambiental del entorno construido (Yigitcanlar y Dur, 2010). Los modelos propuestos se basan en un sistema de indicadores sostenibles que proporciona una herramienta a los involucrados en la planificación para la certificación sostenible de un proyecto.

### **Metodología para construir infraestructura más sostenible o sustentable.**

A partir del análisis de las metodologías indagadas y basados en planificación tradicional que se centra los proyectos de infraestructura civil en el país, se propone una nueva metodología que tiene objetivo integrar los aspectos sociales, ambientales y económicos desde la planificación que facilite en el diseño y en todas las fases de los proyectos la aplicabilidad de criterios de sostenibilidad (Ver Figura 1.)

Figura 1. Metodología para construir infraestructura civil sostenible



Para esta metodología se estructuran cuatro fases: conceptualización, diseño, construcción y operación, conservando la dinámica y retroalimentación de las etapas en la planificación a través del equipo de gestión del proyecto sostenible. A continuación se exponen los procesos que componen cada una de las fases

*La conceptualización* de los proyectos con carácter sostenible debe partir desde los gobernantes o los dueños de los proyectos, fomentando y promoviendo políticas de construcción sostenible que le permita a los involucrados tener herramientas para generar proyectos con criterios sostenibilidad. Estas políticas se deben centrar, en la generación de mayores niveles de participación a los grupos de interés: público, privado y de la sociedad civil. Sin embargo, la creación de espacios de participación dentro de nuevos sistemas de gobernanza genera desafíos que no son menores en el contexto del desarrollo sustentable (Barton, 2009).

Agenda 21 y las Declaraciones de Río y Johannesburgo, avalan la participación:

Agenda 21, capítulo 23. 23.2: Uno de los requisitos fundamentales para alcanzar el desarrollo sostenible es la amplia participación de la opinión pública en la adopción de decisiones. Además, en el contexto más concreto del medio ambiente y el desarrollo, se ha hecho evidente la necesidad de emplear nuevas formas de participación.

Declaración de Río, Principio 10: El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. Así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones.

Declaración de Johannesburgo, Principio 26: Reconocemos que el desarrollo sostenible exige una perspectiva a largo plazo y una amplia participación en la formulación de políticas, la adopción de decisiones y la ejecución de actividades a todos los niveles.

El objetivo desde la contextualización de los proyectos está centrado en crear el Equipo de gestión del proyecto Sostenible, está integrado por profesionales en los temas de estudio al proyecto, en expertos en aspectos de sostenibilidad y la participación de la comunidad que se esté afectando por la incursión del proyecto, esta participación de la sociedad civil se

puede enfocarse en una participación informativa, consultiva y decisoria. El equipo de proyecto debería elegir la combinación de las herramientas y técnicas más apropiadas para la adopción de una definición de sostenibilidad y delimitación del contexto de desarrollo de sostenible, para el diseño de un proyecto de ingeniería civil (Dzul, García, Granados y Gracia 2010).

*El diseño* se orienta a todos los esfuerzos desde la planificación para estructurar los objetivos y desde la actividad proyectual. Los criterios de sostenibilidad en que se fundamenta esta metodología para hacer la realidad de un desarrollo sostenible e integral, consideran los Principios de Melbourne, Gauteng y los aportes de algunos autores, se describen a continuación de manera general.

## **Criterios de Sostenibilidad**

### Ambiental

- Reconocer el valor propio de la biodiversidad y de los ecosistemas.
- Seleccionar materiales y fuentes para reducir la huella ecológica.
- Reducir la vulnerabilidad a desastres naturales.
- Uso del suelo y cambio al paisaje.
- Conservar y mejorar la base de recursos

### Social

- Reconocer y construir sobre las distintas características de las regiones, inclusive sus valores humanos, culturales y su historia.
- Equidad Urbana
- Controlar el crecimiento y mejorar el hábitat
- Integrar el entorno del proyecto y la convivencia ciudadana,

### Económico

- Mejorar la competitividad regional como condición para el aumento sostenible de los ingresos y el empleo.
- Administrar y planificar los recursos económicos en torno a las características de los ecosistemas.

- Evaluar económica a la población más vulnerable.
- Lograr la seguridad económica y social a largo plazo.

El Papel de la **eco-eficiencia** como un concepto en la planificación y aplicado a los criterios de la sostenibilidad busca reducir el uso del recurso natural en la generación del bienestar social. Lo importante es traducirlo en componentes relevantes para las actividades infraestructurales, desde diseño hasta la operación:(Barton, 2009) se alcanza mediante los siguientes objetivos,

- Minimizar la intensidad material de los bienes y servicios.
- Minimizar la intensidad energética de los bienes y servicios.
- Minimizar la dispersión toxica.
- Aumentar la reciclabilidad de los materiales.
- Maximizar el uso de recursos renovables.
- Ampliar la durabilidad del producto.
- Aumentar la intensidad de servicios de los bienes y servicios.

Para alcanzar los objetivos se debe contar con mecanismo que le permita a los involucrados del proyecto tener criterio a la hora de diseñar. La formación de la especialización en construcción sostenible (ECS), prepara al especialista con herramientas de diseño y construcción con parámetros de sostenibilidad. Los temas más esenciales se enumeran a continuación y le da al profesional una discreción para alcanzar y desarrollar los objetivos y criterios de la metodología en busca de una infraestructura civil eco-eficiente.

#### **Herramientas De Diseño De Sostenibilidad (ECS).**

- Arquitectura Bioclimática.
- Ciclo De Vida.
- Eco-Materiales.
- Construcción Con Tierra Y Madera.
- Manejo Del Territorio
- Programa De Energía Renovable
- Programa Eficiente Del Uso Del Agua

- Manual De Buenas Practica Ambientales
- Producción Más Limpia.

El modelo de evaluación cuantitativo de la medición de los niveles de sostenibilidad al proyecto de infraestructura civil, se basa en el modelo desarrollado por Yigitcanlar T y Dur F, desarrolla un avanzado sistema de información geográfica (SIG) y un indicador basado en el modelo de índices de sostenibilidad urbana, que ayudan en la evaluación del desempeño del proceso de desarrollo, y de la eficacia general de las asociaciones para mejorar bienestar económico, social y medioambiental de las zonas urbanas

Este método de evaluación debe ser efectuado y validado por el equipo de gestión del proyecto que verifica que los objetivos si son alcanzados para desarrollar una infraestructura civil sostenible, resultado de este método de evaluación se elaboran los planes de gestión sostenible aplicables a cada proyecto y son base para desarrollarse en fases posteriores.

A continuación se nombran algunos de los planes que se generan en este proceso.

### **Planes De Gestión Sostenibles (PGS).**

Plan de Gestión de: Producción Más Limpia.

Residuos de Construcción.

Energías Renovables.

Vulnerabilidad e Integración Social.

Ambiental.

Riesgo.

Territorio y paisaje.

***La Construcción*** en esta etapa se lleva a cabo todas las actividades que se idealizaron desde el diseño que se plasma en los planos técnicos y planes de gestión descritos anteriormente estos se proporciona a un ente de control en el proyecto, en el caso de Colombia seria la interventoría , el papel a desarrollar en esta fase de la planificación es convertirse en una interventoría sostenible encargada de la evaluación y la

retroalimentación de los procesos sustentables, apoyados por el equipo de gestión durante la construcción.

*En la Operación* los planes de gestión sostenible actúan como un sistema de control y monitorea el comportamiento de la infraestructura civil durante su vida útil la integración con el entorno construido, la afectación positiva o negativa que tenga en la sociedad y que permita evaluar las estrategias de sostenibilidad aplicadas al proyecto. Queda resaltar que, la importancia de documentar las evaluaciones y registro de las operaciones para futuros proyectos que deseen implementar técnicas de sostenibilidad en una infraestructura civil.

La metodología para construir infraestructura civil más sustentable es una propuesta aún de carácter conceptual y de ejercicio investigativo aplicable en Colombia, y su implementación está limitada al tiempo de ejecución de un proyecto de infraestructura civil que permita validar y verificar los procesos de las etapas de planificación y que cumpla con los criterios de sostenibilidad.

## **CONCLUSIONES**

Los sistemas de evaluación para medir si los objetivos cumple con el criterio de sostenibilidad, planteados por los autores de las metodologías analizadas todavía no son muy específicos o precisos, queda como reto para una futura línea de investigación formular una estrategia para la medición de los niveles de sostenibilidad en los proyectos de infraestructura civil, basado en un sistema que permita evaluar bajo una misma unidad los criterios de sostenibilidad en la conceptualización, diseño, construcción y su operación, debe incluir el manejo de temas claves como el impacto social y cultural, empleo de materiales, uso de energía, agua, suelos, paisajes, equidad social y gobernanza entre otros. Así mismo este sistema proporciona una herramienta a los involucrados en la planificación para la certificar el proyecto como sostenible ante una entidad o estado.

## **REFERENCIAS**

1. Agenda 21 (1992, 03 al 14 Junio)[ Base de datos]. Rio de Janeiro:Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas División de Desarrollo

Sostenible. Disponible en:

<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm> [2014, 23 de agosto].

2. Barton, J; Jordán, R; León, S y Solís O. (2007). ¿Cuán sustentable es la Región Metropolitana de Santiago? Metodologías de evaluación de la sustentabilidad. [En línea]. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/32978/lcw-170.pdf> [2014, 06 de Agosto]
3. Barton, J. (2009). Revisión de marcos conceptuales y análisis de enfoques metodológicos (barreras y viabilidad) para el desarrollo de una infraestructura urbana sostenible y eco-eficiente. [En línea]. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.cepal.org/coeficiencia/noticias/paginas/2/36162/Barton.pdf> [2014, 06 de Agosto]
4. Bakens W. (2003), Realizing the sector's potential for contributing to sustainable development. UNEP Industry and Environment, April- September, pp 9-12
5. Brent, A; Labuschagne, C y Van Erckb, R. (2005). Assessing the sustainability performances of industries. *Journal of Cleaner Production*, 13 (4). pp. 373-385.
6. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992, 03 al 14 Junio)[ Base de datos]. Río de Janeiro:Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas División de Desarrollo Sostenible. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>. [2014, 05 de septiembre].
7. Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible (2002, 26 de agosto a 4 de septiembre)[ Base de datos]. Johannesburgo:Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas División de Desarrollo Sostenible. Disponible en: [http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/WSSDsp\\_PD.htm](http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/WSSDsp_PD.htm) [2014, 04 de septiembre].
8. Dzul, L; García, À; Granados, S; Gracia, S. (2010, Junio). Sostenibilidad, energía y gestión urbana: enfoque integral para el diseño de proyectos de ingeniería en el

contexto de formación MDP-UPC. Ponencia presentada en el XIV International Congress On Project Engineering, Madrid, España.

9. Fernández, G. y Rodríguez, F. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Ingeniería de Construcción*, 25 (2), pp. 147-160.
10. Fernández, G. Hruskovic, P. y Rodríguez, F. (2009). Identificación de factores e indicadores de sostenibilidad genéricos en los proyectos de ingeniería civil. Actas del XIII Congreso de Ingeniería de Proyectos. (pp. 12-25). Badajoz, España. Recuperado de : [http://aeipro.com/index.php/en/repository/congresos/congresos\\_badajoz2009/congresos\\_badajoz2009\\_01/identificación-de-factores-e-indicadores-de-sostenibilidad-genéricos-en-los-proyectos-de-ingeniería-civil/](http://aeipro.com/index.php/en/repository/congresos/congresos_badajoz2009/congresos_badajoz2009_01/identificación-de-factores-e-indicadores-de-sostenibilidad-genéricos-en-los-proyectos-de-ingeniería-civil/)
11. Gonzalo, C. (2011). Proyectos de Transporte e Infraestructura y su Contribución a la Movilidad Sostenible y la Gobernabilidad Local: el Caso de Cali, Colombia. *Entorno Geográfico*, 7 y 8. pp. 24-45
12. Henao, R. (2014) “Gobernanza Sostenible”: Propuesta de un Modelo de Gestión para la Sostenibilidad del Desarrollo en la Ciudad de Medellín a Través de la Reinterpretación de la Metodología CES (Ciudades Emergentes Sostenibles). *Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais*, 3 (1). pp. 103-125.
13. León, S (2013). Indicadores de tercera generación para cuantificar la sustentabilidad urbana. ¿Avances o estancamiento? *Revista de Estudios Urbano Regionales*, 39 (118) pp. 173-198
14. Los Principios de Melbourne Para la Sostenibilidad de las Ciudades( 2002, 02 de Mayo)[ Base de datos]. Melbourne:Centro de Tecnología Ambiental del Programa Internacional sobre el Ambiente de las Naciones Unidas. Disponible en:<http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0668829.pdf> [2014, 10 de agosto]
15. Pardo, V. (2012). Eco-eficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina [En línea]. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.cepal.org/cgi->

bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/7/48607/P48607.xml&xsl=/publicaciones/ficha.xsl&base=/publicaciones/top\_publicaciones.xsl# [2014, 04 de Agosto]

16. Segalàs, J. (2009). Engineering education for sustainable future. Tesis Disertación. Cátedra UNESCO de Sostenibilidad. Universidad de Cataluña. España. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5926/TJSC.pdf?sequence=1> [2014, 04 de Agosto]
17. Vanegas, J. (2003). Road Map and Principles for Built Environment Sustainability. *Environmental Science & Technology*, 37 (23), pp. 5363-5372.
18. Vanegas, J. (2006) ¿Cómo incorporar los criterios y principios de la sostenibilidad en el diseño, construcción y gestión de las infraestructuras? *Ekonomiaz*, 63 (3), pp. 88-111.
19. Yigitcanlar T y Dur F. (2010) Developing a Sustainability Assessment Model: The Sustainable Infrastructure, Land-Use, Environment and Transport Model. *Sustainability*, 2 (1), pp. 321-340.