

INDICADORES PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Carmen Bao Iturbe, Ana González Marcos, Rubén Escribano García, Luis Celorrio
Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de la Rioja, Logroño, España

José M. Castresana Pelayo

Departamento de Ingeniería Química. Universidad del País Vasco, Bilbao, España

Javier Alfonso Cendón

*Departamento de Ingeniería Mecánica, Informática y Aeroespacial, Universidad de
León, León, España*

Abstract

The new paradigm of sustainability, framed in a sustainable development in its three dimension, economic, social and environmental, demands joint efforts in planning, construction and management of infrastructure to optimize their sustainability. Sustainable development optimum offers a balanced combination of economic growth, progress and social cohesion with respect the environment. In this way, dimensions of sustainability to be considered, as a basic principle, in an integrated manner.

At all stages of the cascade of decisions, from planning, on a macro level to the management at a micro level (specific project) is strongly recommended to define indicators in order to quantify, based in measures, trends and achievements on the path towards sustainability. This definition is also essential to set targets and introduce rationality in the decision process. At the macro level, sustainability indicators will contribute, in some way, to facilitate the Strategic Environmental Assessment (SEA), integrating sustainability considerations to evaluate plans and programs. In the other way, measuring the levels of sustainability of projects (more "micro"), are close to the Environmental Impact Assessment (EIA) of projects.

This work present a proposed of sustainability indicators to assess a generic infrastructure, both for use in an assessment of strategic level and to assess a given infrastructure, in a more local level.

Keywords: *indicators, sustainability, infrastructures*

Resumen

El nuevo paradigma de la sostenibilidad, enmarcado en el desarrollo sostenible en su triple dimensión, económica, social y ambiental, exige aunar esfuerzos en la planificación, construcción y gestión de las infraestructuras para optimizar su sostenibilidad.

El óptimo desarrollo sostenible debe estar basado en una equilibrada combinación de crecimiento económico, progreso y cohesión social con respeto al medio ambiente.

En este sentido, las dimensiones de la sostenibilidad deben ser considerados, como un principio básico, de forma integrada.

En todas las fases de la cascada de decisiones, desde la planificación, en un nivel macro, hasta la gestión en un nivel micro (proyecto concreto), es muy aconsejable definir indicadores a fin de cuantificar mediante medidas las tendencias y los logros en el camino hacia la sostenibilidad. Esta definición es esencial, también, para establecer objetivos e introducir racionalidad en los procesos de decisión. En los niveles macro, los indicadores de sostenibilidad contribuirán, de alguna forma, a facilitar la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), integrando las consideraciones de sostenibilidad en la evaluación de Planes y Programas. Por otra parte los niveles de medición de la sostenibilidad de proyectos (más “micro”), se hallan cercanos a la Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

Este trabajo presenta una propuesta de indicadores de sostenibilidad que permitan evaluar una infraestructura genérica, tanto para ser utilizados en una valoración de nivel estratégico, como para valorar una infraestructura concreta, en un nivel más local.

Palabras clave: *indicadores, sostenibilidad, infraestructuras*

1. Contenido.

1. 1. Introducción

El desarrollo sostenible propone una equilibrada combinación de crecimiento económico que favorezca el progreso y la cohesión social y que respete el medio ambiente, dimensiones de la sostenibilidad que deben ser tratados de forma integrada, como principio básico (Bao, 2008).

En un sistema dinámico, como la sociedad humana y sus interacciones con los ecosistemas, la sostenibilidad es una cuestión de mantenimiento sostenido, a lo largo del tiempo, del equilibrio entre diversos factores (Dahl, 1995).

No es, por tanto, algo fácilmente medible, ya que es algo dinámico, un proceso, no un objetivo fijo, y a veces, incluso, los indicadores de sostenibilidad son, más bien, medidas de insostenibilidad.

El desarrollo sostenible debe llevar a un cambio en prioridades y valores, así como a un cambio en los enfoques del crecimiento, adoptando esquemas más equilibrados que promuevan la conservación, la reducción de consumos, la minimización de residuos y protejan los valores de la naturaleza y del medio ambiente.

En este sentido, el convertir en algo aplicable este nuevo concepto de desarrollo supone nuevas demandas, especialmente de información, ya que ésta debe jugar un papel crítico en el alcance de los objetivos de la sostenibilidad, facilitando bases firmes a los procesos de toma de decisiones y de seguimiento del desarrollo como los expuestos en diferentes fuentes.

En el ámbito institucional, la Unión Europea ha introducido el Desarrollo sostenible de la Unión como objetivo inspirador de las políticas económicas y sociales en la Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible, que fue ratificada en el Consejo Europeo de Gotemburgo (CEC, 2009). Los objetivos primordiales de la Estrategia son: la

actuación en una amplia gama de políticas, el enfoque transectorial, la limitación del cambio climático e incremento del uso de energías limpias, la respuesta a las amenazas a la salud pública, la seguridad alimentaria, la gestión más responsable de los recursos naturales, la pobreza y exclusión social, el envejecimiento y la demografía, la mejora del transporte y la ordenación del territorio.

En este contexto la Declaración de principios rectores para el Desarrollo Sostenible adoptada por el Consejo Europeo, establece como objetivos clave los siguientes: la protección ambiental, la equidad social y cohesión, la prosperidad económica, y el cumplimiento de las responsabilidades internacionales.

Dentro del objetivo de protección ambiental, hay que resaltar la necesidad de avanzar hacia la sostenibilidad mediante la disociación entre, el crecimiento económico y, a degradación ambiental y el uso de recursos. Se trata pues fundamentalmente de objetivar esta disociación, es decir la consecución de mayor calidad de vida con menor degradación ambiental y uso de recursos naturales.

En el nivel nacional, España y algunas Comunidades Autónomas, como el País Vasco, Andalucía o Cataluña, entre otras, también han recorrido parte o todo el camino hacia la definición de una estrategia de desarrollo sostenible.

1.2. Objetivos

Enmarcado en este contexto el objeto de este trabajo es la presentación una propuesta de indicadores de sostenibilidad en las infraestructuras que permitan evaluar una infraestructura genérica, tanto para ser utilizados en una valoración de nivel estratégico, como para valorar una infraestructura concreta, en un nivel más local.

Estos indicadores pueden ser una manera de abordar las fases de la cascada de decisiones, desde la planificación, en un nivel macro, hasta la gestión en un nivel micro (proyecto concreto), ya que permiten cuantificar mediante medidas las tendencias y los logros en el camino hacia la sostenibilidad.

En esta línea, esta gestión por indicadores resulta esencial, también, para establecer objetivos e introducir racionalidad en los procesos de decisión.

Los indicadores de sostenibilidad en los niveles macro, contribuirán, de alguna forma, a facilitar la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), integrando las consideraciones de sostenibilidad en la evaluación de Planes y Programas, mientras que en los niveles de medición de la sostenibilidad de proyectos (más "micro"), posibilitarán de manera objetivizada una más eficaz Evaluación de Impacto Ambiental de los proyectos.

1.3. Metodología y casos de estudio

1.3.1. Selección de los Indicadores de sostenibilidad

Una herramienta necesaria para el desarrollo y control de la sostenibilidad y para medir sus avances, la constituyen los indicadores, definidos para obtener información y datos. Un indicador es un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros que ofrece información significativa sobre un fenómeno.

En general, los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de distintos datos, ofreciendo ésta de forma sintetizada. Por lo tanto, los indicadores son herramientas que nos proporcionan información sintética sobre una realidad compleja que nos permitirá su descripción y análisis.

A lo largo de los años, con el objetivo de facilitar la interpretación de muchos fenómenos, se han desarrollado indicadores para múltiples disciplinas, como la sociología, economía, medio ambiente, etc.

En la actualidad, el uso de indicadores se ha convertido en un instrumento imprescindible tanto en los trabajos de análisis como en el desarrollo de políticas de sostenibilidad.

Los indicadores relacionados con el desarrollo sostenible surgen en los años noventa con el fin de proporcionar información de una forma concreta y sistemática sobre la situación de una determinada área geográfica y así poder incorporar criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones.

Un indicador de sostenibilidad es un parámetro que se calcula periódicamente y que tiene como función básica evaluar de forma continuada el estado y presión ambiental sobre un territorio, relacionando información acerca de las actividades humanas y el impacto en los recursos naturales o del medio que los rodea, es decir relacionando la economía, el medio ambiente, y la sociedad, y ayuda a definir problemas en estas áreas interrelacionadas entre sí, así como la respuesta de que se da por parte de la administración y la sociedad.

Cuando se elaboran indicadores, es preciso plantearse matizaciones sobre los usuarios a los que van dirigidos (políticos, decisores, público, organizaciones no gubernamentales, etc.), el uso se están proponiendo (información o decisión, fundamentalmente), el nivel de actividad (estratégico / proyecto) y en que ámbito de actuación o detalle se requiere.

En general, es necesaria una “**pirámide de indicadores**”, en cuyo vértice se hallan 5 a 10 indicadores clave, que se desglosan en un conjunto de 30 a 50 de indicadores generales y que se basan en cientos de indicadores estadísticos.

1.3.2. Criterios de selección de indicadores

Los criterios existentes para la selección de indicadores son múltiples y muy variados y su tipología se encuentra recogida en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales Criterios de Selección de Elaboración de Indicadores

Confiabilidad de los Datos	Relación con los Problemas	Utilidad para el Usuario
Validez Científica Medición	Representatividad Conveniencia de Escalas	Aplicabilidad No Redundancia
Disponibilidad	Cobertura Geográfica	Comprensibilidad e Interpretabilidad
Calidad	Sensibilidad a los Cambios	Valor de Referencia
Costo-Eficiencia de Obtención	Especificidad	Retrospectivo-Predictivo
Series de Temporales Accesibilidad	Conexión	Comparabilidad Oportunidad

Los criterios que pueden ser usados para la selección de indicadores son:

- Criterios adecuados en relación con las metodologías de evaluación:

Estos criterios deberían basarse en la relación de la utilidad de los indicadores seleccionados con la metodología de evaluación que se pretende usar).

- Criterios en relación a los sistemas límite:

Sistemas que se refieren al alcance en la búsqueda de la información, es decir, geografía, tiempo, disponibilidad de la información a corto o largo plazo.

- Criterios en relación a las tareas que deben realizar:

Este concepto se refiere a que los indicadores que deberían utilizarse para ciertas tareas, deben ser específicos para cada tarea asignada, no deben ser redundantes, siendo que para un único problema no se utilice más de un indicador, o si se utiliza, se puedan agrupar y formar un índice, y al final sea considerado como uno solo).

- Criterios relacionados con la disponibilidad de datos:

Se refieren a que la información utilizada en la elaboración de los indicadores sea de un ámbito intergeográfico, y que tenga disponibilidad en una serie de tiempo determinado).

- Criterios relacionados con el tipo de infraestructura a construir:

Es decir, que independientemente de que las autoridades locales cuenten con una lista básica de indicadores, para cualquier tipo de infraestructuras, éstos deberían ser capaces de complementarla con otros específicos para la nueva infraestructura).

El Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE) en el Informe Sostenibilidad en España del 2005, utiliza los mejores indicadores actualmente disponibles. Se utilizan indicadores que forman parte de los siguientes sistemas: **Indicadores de Sostenibilidad** (en gran parte de sostenibilidad ambiental), **Indicadores ambientales** llamados **troncales** y **los indicadores Estructurales Comunitarios** (conocidos como 14 Principales: Producto Interior Bruto (PIB) per cápita, Productividad del trabajo, Tasa de empleo, Tasa de empleo de trabajadores de edad, Gasto en Recursos Humanos, Gasto en I+D, Gasto en TI, Integración de los mercados financieros, Tasa de riesgo de pobreza, Tasa de paro de larga duración, Tasa de dispersión regional del empleo, Emisiones de gases de efecto invernadero, Intensidad energética de la economía, Intensidad en transporte de la economía)

Para cada indicador se hace una valoración con lo que sugiere el valor obtenido. Junto a la simple evaluación de si el indicador va mejor o peor hay que distinguir, entre los que empeoran, aquellos que muestran una situación crítica, presente o previsible.

Para calificar una situación como crítica se utilizan como criterios: el grado de alejamiento del indicador de su estado deseable, el grado de irreversibilidad y el ser determinante de condiciones para el cambio (sobre todo de los modelos de producción y de consumo).

1.4. Indicadores de sostenibilidad de infraestructuras estudiados

Se ha tratado de plantear un enfoque más positivo que la minoración de impactos o la restauración de efectos, que habitualmente se quedan en minimizar los daños

ambientales de tipo físico o biológico. La idea es trabajar en el marco de un concepto de sostenibilidad con alcance más amplio a través de la gestión más objetiva por objetivos e indicadores de medida.

Es necesario destacar que una de las importantes dimensiones de la sostenibilidad, la social, está relacionada con los impactos que una organización causa en los sistemas sociales dentro de los que actúa. De este modo, la actuación social puede ser valorada mediante un análisis de los impactos provocados en las partes interesadas dentro de un contexto local, nacional y mundial. Además, en ocasiones, los indicadores sociales influyen en ciertos activos intangibles, tales como el capital humano y la reputación corporativa. Esta es la razón por la que los Informes de responsabilidad Social Corporativa son cada día más numerosos en las empresas.

Las medidas de desempeño social gozan de un menor grado de consenso que las de desempeño ambiental. Los aspectos específicos que conforman la actuación de las prácticas laborales y los derechos humanos se apoyan fundamentalmente en modelos reconocidos en todo el mundo, como los convenios de la Organización Mundial del Trabajo (OTI) o instrumentos internacionales como la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas. Los indicadores de las prácticas laborales y los derechos humanos se basan en la Declaración tripartita de principios sobre las empresas multinacionales y la política social de la OIT, y en las Directrices para las empresas multinacionales de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

La Sostenibilidad está asociada a los límites; es decir, a las características no rebasables del total de recursos disponibles (físicos, biológicos, económicos, etc.) en cualquiera de las tres dimensiones (social, económica y ambiental) que configuran el Desarrollo Sostenible, y a su capacidad de renovación, por ello, cualquier criterio de medida de la Sostenibilidad debe estar asociado a la relación con sus propios límites. Hasta la fecha, las dimensiones Social y Económica han tenido criterios de medida que cumplen las características de los buenos indicadores. En Economía, la unidad básica es la unidad monetaria.; todos sus indicadores derivados (PIB, IPC, Renta per cápita) gozan de aceptación general, incluso sin estar seguros de su veracidad al 100 %. En el aspecto Social, la unidad básica es la persona (o la población), o los bienes y servicios disponibles. Los indicadores derivados (tasas de paro, distribución de renta, IDH, servicios per cápita, etc.) también son considerados como válidos. Enmarcados en este contexto se han analizado diferentes criterios (generales, sociales, económicos, de ordenación territorial, naturales, el agua, la atmósfera, el suelo, los recursos y la energía) y sus sub-criterios, en las diferentes fases, así como analizado las actuaciones de ellos derivadas.

1.5. Resultados obtenidos

En esta línea, en el **Cuadro de Indicadores** de la **Tabla 2** se ha presentado una tabla de indicadores de gestión, entre los que se han considerado: la intensidad de alternativas en la fase de planificación (como número de alternativas contempladas y estudiadas en los planes y programas), las fases de participación pública, la autosuficiencia del exterior, la incidencia sobre la capacidad de carga, los ecosistemas afectados, el caudal ecológico, la medida de las emisiones, la mejora del mantenimiento natural, el estudio del balance energético y el ciclo de Vida de los materiales y la reducción en generación de residuos.

Así, con el objetivo de poder medir cada indicador se matiza la forma de medida de los mismos. Así la **dimensión Ambiental de la Sostenibilidad**, en este caso aplicada a

las Infraestructuras, se ha establecido de forma implícita una “**escala de valor ambiental**”, vinculada a los límites de cada recurso o aspecto.

Además, con el fin de simplificar el seguimiento temporal de los mismos, se ha pensado en una **valoración igual para todos los criterios, de 0 a 10**, y en una ponderación de 1 a 3 de acuerdo con su importancia, Baja, Media o Alta. El diez indicaría que la actuación contribuye a alcanzar el valor óptimo de sostenibilidad del criterio considerado, y el cero, que la actuación no es sostenible, porque contribuye al agotamiento de recursos o empeora la calidad de vida. Los valores intermedios pueden adoptarse con criterios lineales o con las curvas que se consideren adecuadas. En este contexto, para poder medir la dimensión Ambiental de la Sostenibilidad, en este caso aplicada a las Infraestructuras, se ha establecido de forma implícita una **escala de 1-10, vinculada a los límites de cada recurso o aspecto**. Podría considerarse que cualquiera de las **fases consideradas (Planificación, Construcción o Gestión) avanza hacia la sostenibilidad cuando “sobrepasa”** el mínimo de **5** en todos y cada **uno de los 10** criterios definidos.

En este sentido, en el **Cuadro de Indicadores** se han adoptado **valores de umbral y óptimos** a modo de propuesta para debate que deben ser, sometidos a revisión. En este sentido, hay que aceptar el riesgo de valorar los criterios, porque ello implica aceptar también el reto de definir y de decidir. Así, del estudio se han obtenido los valores que permiten cuantificar los criterios y sub-criterios en las diferentes fases. El seguimiento de estos valores en continuo mediante los indicadores propuestos ha de ser reevaluado en aras de la mejora continua de los procesos. La retroalimentación obtenida permitirá verificar la bondad de los indicadores establecidos, su desestimación o su inclusión en futuros cuadros de mando de gestión y control.

En un sentido estricto, quizás se pudiera argumentar que se suman conceptos heterogéneos, pero este sería un primer intento para valorar la sostenibilidad de Planes o Proyectos concretos. Además, también hay que tener en cuenta los posibles sesgos en la valoración de criterios (al final, jugando con la ponderación, podemos conseguir que sea sostenible lo que nos interese). Igualmente, es lógico pensar que en la definición de criterios está implícita la visión que cada uno tiene acerca de la sostenibilidad.

En este sentido, para solucionarlo, habría que pensar en la valoración de criterios por grupos multidisciplinares de expertos que puedan trabajar conjuntamente con efectos sinérgicos en la asignación, valoración y análisis de eficaces indicadores.

1.6. Conclusiones

Parece haber coincidencia en que es necesario cambiar el modelo de desarrollo vigente hasta la actualidad para lograr otro en el que el uso de los recursos no suponga su desaparición y en el que el desarrollo se desacople de la alteración negativa del medio ambiente. Unos mayores niveles de desarrollo no deben suponer mayores daños al medio ambiente y el desarrollo debe integrar equilibradamente la componente económica, la social y la ambiental.

Esto es, más que un objetivo fijo, un proceso **dinámico que necesita indicadores que reflejen la situación y el avance**, aunque todavía se están definiendo en los diversos niveles de actuación en los que pueden ser valorados y aplicados: nacional, regional, local o institucional y empresarial, o bien en los diferentes sectores de actividad. El hecho de que el **Desarrollo Sostenible** se vea como **proceso exige**, además de la **definición de los indicadores** adecuados, un **seguimiento** de su valor, que permita medir no tanto la sostenibilidad de una situación, un territorio, un sector, un proyecto, **sino más bien la tendencia a la sostenibilidad**.

En **este trabajo** se ha tratado de plantear un enfoque más positivo que la minoración de impactos o la restauración de efectos, que habitualmente se quedan en minimizar los daños ambientales de tipo físico o biológico. Por ello, la idea es trabajar en el marco de un concepto de sostenibilidad con alcance más amplio analizando la eficacia de cada indicador en la medida de la sostenibilidad de infraestructuras.

Se ha creado para tal fin una **propuesta de Cuadro de Indicadores** donde se han adoptado **valores umbral y óptimos** a modo de propuesta para debate que deben ser, analizados los valores obtenidos en diferentes proyectos y sometidos a revisión de mejora continua. En esta línea, en el **Cuadro de Indicadores** de la **Tabla 2** se ha presentado una propuesta de indicadores de gestión, entre los que se han considerado: la intensidad de alternativas en la fase de planificación (como número de alternativas contempladas y estudiadas en los planes y programas), las fases de participación pública, la autosuficiencia del exterior, la incidencia sobre la capacidad de carga, los ecosistemas afectados, el caudal ecológico, la medida de las emisiones, la mejora del mantenimiento natural, el estudio del balance energético y el ciclo de Vida de los materiales y la reducción en generación de residuos

En este análisis de aproximación hay que considerar para evaluar el riesgo de valorar los criterios, porque ello implica aceptar también el reto de definir y de decidir. En este sentido, se puede argumentar que se suman conceptos heterogéneos, pero este sería un primer intento para valorar la sostenibilidad de Planes o Proyectos concretos. También hay que tener en cuenta los posibles sesgos en la valoración de criterios (al final, con la ponderación, podemos conseguir que sea sostenible lo que nos interese).

Finalmente, igualmente, es lógico pensar que en la definición y valoración de criterios objetivos está implícita la visión subjetiva que cada uno tiene acerca de la sostenibilidad. Con el fin de solucionarlo, habría que pensar en un futuro en la valoración de criterios por grupos multidisciplinares de expertos y La retroalimentación obtenida permitirá verificar la bondad de los indicadores establecidos, su desestimación o su inclusión en futuros cuadros de mando de gestión y control.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Educación (Proyecto DPI 2007-61090 DEL Plan Nacional).

Referencias

BAO, C., CASTRESANA (2008): "Gestión de NFU", Iberoamerican Congress of Waste Management, Castellón, Julio 2008.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION. (2009): "A Sustainable Europe for a BetterWorld: A European Union Strategy for Sustainable Development". Commission's proposal to European Council.

DAHL, ARTHUR L.(1995): "Towards indicators of sustainability". Scientific Workshop on Indicators of Sustainable development conference (Wuppertal, 15-17 November 1995). UNEP. Geneva, Switzerland.

EUROSTAT "Structural indicators". Ed: Web Eurostat 2.005

OBSERVATORIO DE SOSTENIBILIDAD DE ESPAÑA (OSE, 2005): Informe de sostenibilidad en España. Ed: OSE, 2005.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Secretaría VIX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos.

Phone: +941299537

Fax: + 941 299 537

E-mail : carmen.bao@unirioja.es

URL : www. unirioja.es