



## REVISTA UD Y LA GEOMÁTICA

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/UDGeo/index>

DOI:<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.udgeo.2013.7.a09>

INVESTIGACIÓN

## Geografía y sostenibilidad fuerte: conceptos e indicadores

### Geography and strong sustainability: concepts and indicators

*Alexander Martínez Rivillas<sup>a</sup>*

Citation / Para citar este artículo: Martínez Rivillas, A., (2013). Geografía y sostenibilidad y fuerte: conceptos e indicadores. UD y la Geomática, (7), pp. 87 – 98.

**Fecha de recepción:** 08 de julio de 2013 / **Fecha de aceptación:** 01 de noviembre 2013

## RESUMEN

La geografía contribuye decididamente a orientar los métodos evaluativos de la sostenibilidad fuerte, para lo cual se establecen enfoques espaciales de estudio de los problemas socio-ambientales. A continuación se exponen los resultados de un estudio de caso que pretende aportar una mirada integrada y multicausal de dichos problemas, pero instalados en una noción de paisaje mediada por elementos bio-económicos y socioculturales, en el marco de las reflexiones del geógrafo George Bertrand. Finalmente, se explicitan las limitaciones y fortalezas que ofrece un método de evaluación de la sostenibilidad fuerte en las zonas urbana y rural de Ibagué, recurriendo a la definición de umbrales de sostenibilidad.

**Palabras clave:** Geografía ambiental, sostenibilidad fuerte, indicadores de sostenibilidad.

## ABSTRACT

Geography contributes to guide the evaluation methods of strong sustainability. This is possible due to spatial approach oriented to study of the socio-environmental problems. Then, the results of a case study are presented, which aim to provide an integrated and multi-causal reading of such problems. For this purpose a notion of landscape influenced by the bio-economy and culture in the context of reflections Geographer George Bertrand is used. Finally, the limitations and strengths of an assessment method of strong sustainability in urban and rural areas of Ibagué are mentioned, using the previous definition of sustainability thresholds.

**Keywords:** Environmental geography, strong sustainability, sustainability indicators.

<sup>a</sup>Profesor de la Universidad del Tolima. Filósofo de la Universidad Nacional de Colombia, ingeniero Geodesta de la Universidad Distrital, magíster en Gestión Pública y Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma de Barcelona, (c) PhD. en Geografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (e-mail: alexandermartinezrivillas@gmail.com).

## 1. Introducción

Se reseñan los elementos fundamentales de la investigación aplicada a Ibagué, y los insumos que se desarrollarán en el artículo. Posteriormente, se hace una reflexión amplia sobre los problemas subyacentes a la relación entre geografía ambiental, crecimiento económico y sostenibilidad. Con estos avances, se abordan los contenidos mínimos de un programa orientado al diseño de indicadores y umbrales de sostenibilidad fuerte, en el marco de las políticas ambientales, y sus diferentes desafíos. Finalmente, se presenta una batería de indicadores con sus respectivos umbrales, aprovechando investigaciones previas realizadas por el autor en Ibagué. Con ciertas reservas, se admite que este diseño de evaluación de la sostenibilidad puede aplicarse a otras ciudades intermedias.

## 2. Descripción metodológica

En vista de que este artículo tiene un carácter reflexivo, se simplificará la exposición de la metodología, la cual aparece suficientemente detallada en la investigación matriz<sup>1</sup>. Se adelantaron investigaciones pormenorizadas de distintos modelos de evaluación de la sostenibilidad, con o sin enfoques territoriales. Luego se ajustaron sus contenidos, especialmente los de cuño euro-norteamericano, y se atemperaron a las condiciones socio-ambientales de Ibagué. En particular, se aprovecharon los avances de las ciencias pos-normales, expresadas en los análisis multicriterio (Munda, 1995, 2005; Munda y Nardo, 2003; Munda, Nijkamp y Ritveld, 1995), y las reflexiones sobre geografía ambiental de Bertrand, aplicables a este caso de estudio (Bertrand, 1968, 1973, 1978, 1991, 2000, 2002, 2006). Para recabar la información primaria y secundaria, se emplearon los resultados de la investigación matriz, especialmente los de percepciones sociales del ambiente y líneas socioeconómicas base.

## 3. Análisis de resultados

### 3.1. Crecimiento, sostenibilidad y geografía ambiental de Bertrand

Varios autores han demostrado de distintos modos y de manera pormenorizada que el crecimiento económico no es sostenible ecológicamente (Martínez-Alier, 2008). O sea, desde el *Informe Brundtland* en 1987, el desarrollo sostenible no ha dejado de ser retórica gubernamental o política a lo largo y ancho del mundo. El rediseño de sus contenidos con expresiones como “desarrollo sostenible fuerte” o “superfuerte” (Özkaynak et al., 2004), en realidad ya superan con

creces las implicaciones políticas y económicas típicamente liberales y reformistas de su primera concepción.

Entre las características que definen de manera más o menos precisa los programas de la “sostenibilidad fuerte” o del “decrecimiento económico” se encuentran: control poblacional, justicia intergeneracional, cambios de hábitos consumistas, desmaterialización y desenergización de la economía, tasas altas de reproducción del stock biofísico aprovechado, incorporación de externalidades ambientales a la economía crematística, transferencia norte-sur de tecnologías ambientales, pago de compensaciones norte-sur por contaminaciones de efectos globales, superación de la pobreza mundial, y mundialización de estilos de vida no hedonistas o sancionadores de psicopatías egotistas y acumuladoras.

Dado que todos los fenómenos que definen los programas anteriores se instalan o se fijan en algún momento de sus procesos sobre el espacio geográfico, es evidente que la geografía constituye una disciplina de gozne entre la economía convencional, la bioeconomía y el ambiente. O sea, los valores monetarios, las cantidades de masa y energía, y los sistemas biofísicos sólo pueden interactuar en un único plano existencial, esto es, en los espacios y duraciones cotidianos de la geografía. De este modo, la geografía que mejor podría dar cuenta de estas y otras interacciones complejas sería la geografía ambiental (Bertrand, 1968, 1973, 1978, 1991, 2000, 2002, 2006, 2008; Toledo, 2008), o en menor medida, la “ecología del paisaje” (Farina, 1998, pp. 1-19), pues ésta es menos amplia y sintética que la primera en la medida que excluye varios elementos socioculturales y económico-ecológicos.

Sin embargo, la geografía ambiental (para este caso vinculada al edificio conceptual de Bertrand) se enfrenta al complejo problema de la integración del mundo biocéntrico y antropocéntrico, cuyos antecedentes son consabidos. Morin, Bertalanffy, Capra, Briggs, Peat, Peet, entre otros, vinculados de distintos modos con la noción de la reunificación epistemológica (pobremente metodológica, a decir de Bertrand, cf. 2008) entre la naturaleza y la cultura, y muchos de los cuales han influenciado teóricamente la geografía, encontraron sus raíces filosóficas en las visiones naturalistas de Lamarck, Holbach, Humboldt, Darwin, Spencer y Ratzel, los cuales transitaron por distintas disciplinas científicas más o menos integradas a la “cosmografía” o la “geografía”. Así pues, es en esta matriz conceptual que Bertrand trata de incursionar en el estudio del paisaje, concebido como totalidad social y natural fuertemente integrada sin caer en el determinismo ambiental. El paisaje es aquí como totalidad de los hechos cotidianos externos (“lo que está fuera de mí”) e internos (autopercepción de entidades inteligibles), cuya complejidad no se agota en ninguna representación espacial y temporal abstracta, típica de las

<sup>1</sup>Se trata de una investigación titulada: “Geosistemas, territorios y paisajes de Ibagué. Un estudio desde una propuesta de geografía híbrida”, 2014. Grupo de Investigación en Desarrollo Rural Sostenible, Universidad del Tolima. Documento inédito.

ciencias positivas, sino que también debe ser restituida por experiencias estéticas y culturales, propias de la poética, la literatura, la música, la plástica, la sabiduría popular y las percepciones más íntimas del individuo <sup>2</sup>.

La sostenibilidad fuerte en clave filosófica exige de la geografía ambiental el abordaje de los problemas socioculturales, socioambientales y socioeconómicos en una perspectiva de un paisaje integrado y multicausal, lo que hemos llamado en otra investigación: una lectura cratológica (relaciones de poder-resistencia en la constitución de los fenómenos socioambientales) y mutualista (cooperación constituyente de los fenómenos socioambientales) de los objetos geográficos (2014). En el contexto Latinoamericano esto implica un esfuerzo de revisión estructural de las formas de ideologización de la ciencia y la política euro-norteamericana, o sea, una mirada anticolonialista. De hecho, la sostenibilidad fuerte, académicamente definida sin consultar el mundo latinoamericano, debe ser también revisada (de lo que no nos ocuparemos aquí). Por ahora, nos conformaremos con los siguientes axiomas para una geografía ambiental vinculada al programa de la sostenibilidad fuerte:

- a. Antes que nada, se deben definir umbrales de sostenibilidad fuerte con relación al paisaje (región o localidad). Para ello se puede aplicar a fondo el esquema taxonómico de Bertrand desde el nivel escalar de zona hasta el de geotopo (Riesco, Gómez y Álvarez, 2008), pero en función de los intercambios de materia y energía con los grupos sociales que prescribe la economía ecológica, a fin de tener una idea general de la capacidad de soporte biofísico de una región bajo la presión de una población determinada en las condiciones actuales del paradigma de bienestar y de las tecnologías disponibles. Esta información dará una idea razonable de un límite demográfico y de estilos de vida, los cuales pueden ser fijados como contrautopías de acción política general <sup>3</sup>.
- b. Los espacios biofísicos, así clasificados y funcionalmente anidados, con sus respectivos umbrales de sostenibilidad a distintas escalas espaciotemporales, deberán ser relacionados con el mundo sociocultural, socioambiental y socioeconómico. El primero es la matriz de todos los sentidos cotidianos de la experiencia del mundo, previo a todo hábito o percepción del ambiente y a toda

conducta económica. El segundo configura nuestras relaciones materiales y energéticas de uso con el ambiente, y el tercero define las formas de distribución de los bienes y servicios en una sociedad. De este modo, será posible identificar espacialmente los lugares que producen conflictos (relaciones de poder) o consensos (cooperaciones), o sus posibles combinaciones, con relación a la cultura, el ambiente y la economía, en perspectiva de los hábitos y percepciones que se acercan o alejan de aquellos umbrales de sostenibilidad.

- c. Identificados aquellos lugares y sus complejos de hábitos sociales a distintas escalas anidadas, podrá obtenerse una imagen no neutral del paisaje, previamente definido por una nueva cratología y una teleología de un nuevo contrato social, los cuales potenciarían enormemente la geografía ambiental, y que contribuye a conjurar las retóricas insulsas sobre una geografía objetivista y nunca militante.

### 3.2. Indicadores y umbrales de sostenibilidad como instrumentos de política ambiental

En consonancia con lo anterior, una geografía ambiental que ayude a establecer umbrales de sostenibilidad también puede ayudar a definir indicadores prácticos de evaluación de la sostenibilidad fuerte de una localidad o región, no sin antes hacer unas advertencias. Un indicador no es un criterio de medición del cambio de un estado de cosas a otro, objetivo por sí mismo; contiene una dirección de medición deseable por una política general de conocimiento; su lenguaje, sea cuantitativo o cualitativo, tiene un valor eminentemente operativo y prescriptivo, esto es, no designa lo real mismo, dadas las limitaciones del lenguaje; su objetividad atribuida por el positivismo depende entonces de su capacidad de facilitarnos el control de la realidad. No obstante, un indicador no puede ser elaborado con lenguajes meramente estéticos, pues éstos no gozan de la misma capacidad de designación operativa y predictiva del lenguaje de la ciencia. De allí que la validez de los indicadores dependa tanto de tal capacidad, como del consenso que pueda obtener de una comunidad científica y la política ambiental que sirve de marco.

El Banco Mundial, la Comisión Europea, la OMS, el PNUMA, la WWF, la EPA, la CEPAL, entre otros, han

<sup>2</sup>Bertrand ha realizado distintas aproximaciones reflexivas al estudio del paisaje: Sistema Paisaje Territorializado (SPT) (síntesis corológica de su taxonomía del Sidobre, 1968-1970, desarrollada por varias escuelas geográficas occidentales), y pobremente integrados a una esfera cotidiana (lugares familiares, paisajes apacibles o de vértigo). Del mismo modo, el Geosistema, Territorio, Paisaje (GTP), propuesta conceptual que es una diversificación del SPT, la cual aplica una síntesis conceptual de las ciencias naturales y sociales de carácter general y abstracto, acompañada de imágenes poéticas muy significativas, que quizás sigan ayudando a desbrozar el galimatías de un lenguaje de interfaz socio-natural (Bertrand, 2008).

<sup>3</sup>Para el caso de las zonas urbanas, se podrían establecer distintos niveles escalares de aproximación desde el barrio hasta la ciudad, usando los mismos criterios para determinar los umbrales de población y estilos de vida. Para ello existen metodologías como huellas hídricas, alimentarias, ecológicas, entre otras, las cuales ayudan a precisar mejor las condiciones de demanda biofísica de la población urbana y sus posibles límites. En los indicadores de sostenibilidad fuerte, detallados más adelante, se podrán percibir mejor los alcances de esta propuesta.

realizado indicadores de sostenibilidad débil, fundamentalmente. Algunas de estas agencias han tratado de determinar umbrales de sostenibilidad orientadas a evitar riesgos ambientales en salud pública, señalar límites de concentración de  $CO_2$  en la atmósfera, establecer alertas sobre las áreas máximas disponibles de sumideros de residuos en una región, y sugerir ciertos parámetros de salud de los ecosistemas, especialmente en suelos, diversidad, riqueza y geometría. Estos indicadores representan avances interesantes en la dimensión fiscalista del ambiente, pero han dejado de lado, la mayoría de las veces, factores clave como preferencias de consumo en un modelo de bienestar concreto, límites demográficos, procesos de desmaterialización y desenergización de la economía, balances del metabolismo social urbano-agrario, impactos ambientales de las lógicas mismas de las economías y democracias liberales, la urgencia de una justicia socio-ambiental planetaria que regule las relaciones norte-sur, y la expansión radical de indicadores sobre las externalidades ambientales. De hecho, estas aproximaciones se han reducido a ejercicios teóricos basados en algunos estudios de caso, publicados en distintas revistas científicas.

Conn y Daly han propuesto el Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES), el cual trata de incorporar factores de justicia social y externalidades ambientales (Martínez-Alier, 2008). El Índice de Progreso Genuino (IPG), semejante al anterior, también trata de ampliar la medición a otros aspectos de la realidad socio-ambiental (ibid., 2008). Para Colombia, hemos propuesto un sistema de indicadores regionalizado para el desarrollo sostenible (inspirado en los indicadores anteriores), el cual permitió identificar macrorregiones y regiones estratégicas, mediante biogramas y grafos, para intervenciones públicas integrales<sup>4</sup>. Este sistema trató de incluir indicadores de sostenibilidad débil mejor articulados a problemáticas ambientales, sociales, políticas, económicas y culturales de Colombia (Martínez y Carrión, 2009).

Para cualquier escala, los modelos de medición de la sostenibilidad se enfrentan a los típicos problemas de déficit de información detallada, de agregación de unidades de dis-

tinta naturaleza, o sea, ordinal, cardinal y cualitativa, y de determinación del “peso importancia” de los factores. Asimismo, subsisten serios desacuerdos sobre la escogencia de los criterios de medición y el proceso de toma de decisiones sobre los umbrales o metas a concertar (cf. Martínez, 2014, sobre las consecuencias filosóficas y políticas de los métodos de elección social aplicados a situaciones electorales en Colombia). Para casos locales, muchas veces se debe recurrir a los avances de la sociología ambiental y la psicología ambiental para poder establecer evaluaciones de las percepciones de la “calidad” del ambiente (Tàbara, Saurí y Lemkow, 2005), a fin de poder compensar el déficit de información empírica cuantitativa sobre el impacto de la contaminación o presión antrópica. De hecho, formas de medición “objetiva” del valor estético del paisaje urbano o rural no tienen consenso entre los paisajistas, dado que las categorías clásicas de forma, contenido, equilibrio y movimiento se inscriben frecuentemente en percepciones íntimas o individuales. Excepcionalmente, existen percepciones sociales comunes de paisajes naturales por su valor singular o inusitado en una región, cuyos elementos configurativos son difícilmente separables por vías analíticas (v.g. una playa del Caribe, una cascada, una llanura monótona interrumpida por afloramientos de roca). En cuanto a los paisajes urbanos, se suelen producir valoraciones “científicas” que aún apelan a aquellas categorías estéticas clásicas.

Respecto a los umbrales de sostenibilidad fuerte de los indicadores correspondientes, su determinación cuantitativa o cualitativa debería responder al marco de una política ambiental que atendiera a algunos límites intuitivos de resiliencia biofísicos, y a regulaciones de las demandas de ciertos bienes y servicios conexos a estilos de vida dominantes (dejando de lado las restricciones demográficas). Para ello, se propondrá un conjunto de indicadores y umbrales para la zona urbana y rural (Munda, 2006; ISD, 2001; Sureda, De Felipe y Xercavins, 2002), con base en estudios previos del municipio de Ibagué, generalizables a algunas ciudades intermedias colombianas (tablas 1 y 2).

<sup>4</sup>El estudio fue financiado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y la Embajada de los Países Bajos durante el 2009, pero por decisiones políticas no fue ni incorporado a la política territorial ni publicado.

	Dimensión ambiental	Umbrales de sostenibilidad cuantitativos	Umbrales de sostenibilidad más intuitivos
1.	Áreas de "estrés" por contaminación del aire	$PM_{10}$ (límite de $150 \mu/m^3/24$ horas). $CO$ (límite de $10 \mu/m^3/8$ horas). Y $SO_2$ (límite de $250 \mu g/m^3/24$ horas). Res. 601/2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).	Irritación diaria en los ojos, dolor de cabeza frecuente y persistencia de enfermedades respiratorias en áreas de alto tráfico e industriales (Gordillo, 1995).
2.	Áreas de "estrés" por temperatura ambiente	Temperatura óptima media diaria del hábitat de más o menos $21^\circ C$ (aplica para espacios públicos controlables con bioclimática).	Sensación térmica de incomodidad en el hábitat controlable con bioclimática.
3.	Áreas de "estrés" por ruido	Límite de 65 db de recepción para zonas residenciales (Res. 8321/1983 del Ministerio de Salud).	Dolor de cabeza frecuente, dificultad para concentrarse e hipoacusia, en zonas de impacto del ruido (Gordillo, 1995).
4.	Emisiones de $CO_2$ del transporte	Límite de un promedio de 50 g de $CO_2$ por km recorrido (Carbontrust, 2011).	Mínimo 1 árbol urbano por vehículo con 10.000 km año, por 200 gr de $CO_2$ por km recorrido, o $75 m^2$ de césped con al menos 3 cm de alto en zona urbana por vehículo, o cualquier combinación de ambas (Martínez et. al., 2010; Carbontrust, 2011).
5.	Huella de carbono de la canasta alimentaria (incluye cocción, residuos y calentador, y se supone que la energía eléctrica no es de origen fósil)	Límite de 2 t de $CO_2$ año por persona (Arboliza, 2012).	Mínimo 1 árbol periurbano o rural, o $75 m^2$ de pastos con al menos 3 cm de alto en zona periurbana o rural por persona, o cualquier combinación de ambas (Martínez et. al., 2010).
6.	No. de árboles urbanos (puede incluir los árboles urbanos de 4)	Mínimo $3,5 m^2$ de zonas urbanas arborizadas por habitante (se supone 1 árbol por cada $36 m^2$ de zona arborizada).	Mínimo 1 árbol urbano por cada vehículo de la mitad del parque automotor.
7.	Zonas verdes (puede incluir las áreas de césped de 4)	Mínimo $3,5 m^2$ de césped urbano por habitante.	Mínimo $18 m^2$ de césped urbano por cada vehículo.
8.	Vulnerabilidad de ecosistemas urbanos (forma, fragmentación y conectividad)	<p>Protección de ecosistemas relevantes (denominados aquí de "complejidad 1") según área óptima y/o menor grado de fragmentación (Martínez y Carrión, 2009):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Área óptima (tiende a ser circular u oblonga), siendo A el área y P el perímetro del ecosistema: <math display="block">A_p = A/P</math> </li> <li>Menor distancia total de corte (grado de fragmentación), siendo d la longitud de cualquier segmento que fragmenta el ecosistema y P su perímetro: <math display="block">D_c = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{P}</math> </li> </ol> <p>Conformación de la interconexión de ecosistemas relevantes (área óptima y/o con menores grados de fragmentación) (Martínez y Carrión, 2009):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Algoritmo para unir espacialmente los ecosistemas relevantes vecinos (excepcionalmente se pueden unir los aislados mediante ecosistemas "menos relevantes"):</li> </ol> <p><math>X_{n+1} = X_n \cup a_k^n</math>, <math>kn = \min\{i : a_{n-1} \cap a_i \neq \emptyset \text{ y } a_i \neq a_k \text{ con } 1 \leq j \leq n-1\}</math>, es el término general de la sucesión correspondiente a una región de n ecosistemas con complejidad 1, <math>k_1, k_2, \dots, k_n</math>.</p>	Protección de una malla ambiental fuerte constituida por la máxima interconexión posible de conectores hídricos, zonas verdes y zonas arborizadas.

Continúa

9.	Estado de conservación de los ecosistemas urbanos (calidad de agua, incluyendo áreas de descargas contaminantes, y estado de la avifauna)	<p>Evaluar calidad del agua (Peláez y Santamaría, 2010):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mínimo 5 mg/L de OD</li> <li>Máximo 5 mg/L de aceites y grasas</li> <li>Máximo 2 mg/L de DBO</li> <li>Máximo 5 mg/L de SST</li> </ol> <p>Evaluar biodiversidad de aves según Margalef:</p> <p><math>Dmg \geq 4</math>, siendo <math>Dmg = (S - 1) / \ln(N)</math>, <math>S</math> el número de especies y <math>N</math> el número de individuos de todas las especies reportadas.</p>	Conservar mínimo las 208 especies de aves de la zona urbana y periurbana de Ibagué registradas en Saldado, Aeropuerto-Parque Deportivo, Villa Café, Minas de Vergel, Jardín Botánico AvH-UT, Jardín Botánico, Calambeo, Clarita Botero, Libertador-Montaña Mágica y Zona Urbana (Parra <i>et. al.</i> , 2007).
10.	Habitantes en riesgo	<p>Inundación: sin habitantes en riesgo.                  Deslizamientos: sin habitantes en riesgo.                  Sismos: todos los habitantes bajo infraestructura sismorresistente.                  Escasez de agua: sin habitantes en escasez.                  Gases tóxicos, piroclastos y cenizas volcánicas: todos los habitantes bajo plan de contingencia implementado ante riesgo volcánico.</p>	Mínimo un simulacro por barrio por cada dos años ante sismos y actividad volcánica.
11.	Separación de residuos en la fuente, disposición de residuos y áreas de sumideros (se supone 30 kg de residuos por hab. mes, de los cuales 21 kg es residuo orgánico)	<p>Separación en la fuente: todas las viviendas en separación de residuos orgánicos e inorgánicos.                  Disposición de residuos: aprovechamiento del 100% de los residuos orgánicos, y aprovechamiento de al menos el 80% de los residuos inorgánicos.                  Áreas de sumideros de residuos: no superior a 10 ha por cada 1.000.000 de habitantes.</p>	Todos los habitantes con patrones de consumo ambientalmente responsables.
12.	Ciclo-rutas	Mínimo 1 m lineal de ciclo-rutas por habitante.	
13.	Viajes en bicicleta	Mínimo dos viajes semanales en bicicleta al trabajo o al centro educativo.	
	<b>Dimensión Socioeconómica</b>		
14.	Longevidad	Habitantes con o más de 80 años no menor a 1% sobre la población total, evitando procesos críticos de envejecimiento.	Paradigma de "buen vivir" con asiento en la cultura.
15.	Distribución del ingreso (2009 es 0,51 para Ibagué)	Gini de ingresos no superior al 0,2.	Población mayoritariamente en clases medias.
16.	PIB verde	<p>Criterios con base en Escobar (2008):</p> <p>Máximo 1% de costos ambientales sobre el PIB monetario.                  O mínimo una equivalencia entre los costos ambientales del PIB y la inversión total en protección y mitigación ambiental.</p>	
17.	Distribución de la propiedad urbana	Gini predial no superior a 0,1.	
18.	Índice de "pobreza" (definición dominante)	Población total por encima de la línea oficial de "pobreza".	Por lo menos, la generalización de conductas individuales no auto-destructivas o para sí mismo (Fromm, 1998).
19.	Accidentalidad anual del transporte	Tasa cero de accidentalidad.	
20.	Escolaridad	Por lo menos, secundaria completa de toda la población con mayoría de edad.	Generalización de una cultura letrada y fomento de la sabiduría práctica en todos los órdenes de la vida cotidiana.

Continúa

	<b>Dimensión de Gobernanza</b>		
21.	Abstención electoral local	No superior al 10% (en el caso de voto no obligatorio).	
22.	Equidad de género (participación en el mercado laboral formal)	Igualdad de acceso al empleo formal.	
23.	Tasa anual de homicidios	Tasa cero de homicidios.	
24.	Tasa anual de lesiones personales	Tasa cero de lesiones personales.	
25.	Tasa de delitos contra el patrimonio	Tasa cero de delitos contra el patrimonio.	
26.	Participación en actividades comunitarias		Participación activa en al menos una organización comunitaria (Juntas de Acción Comunal, cooperativas, asociaciones, organizaciones políticas de base, entre otras).

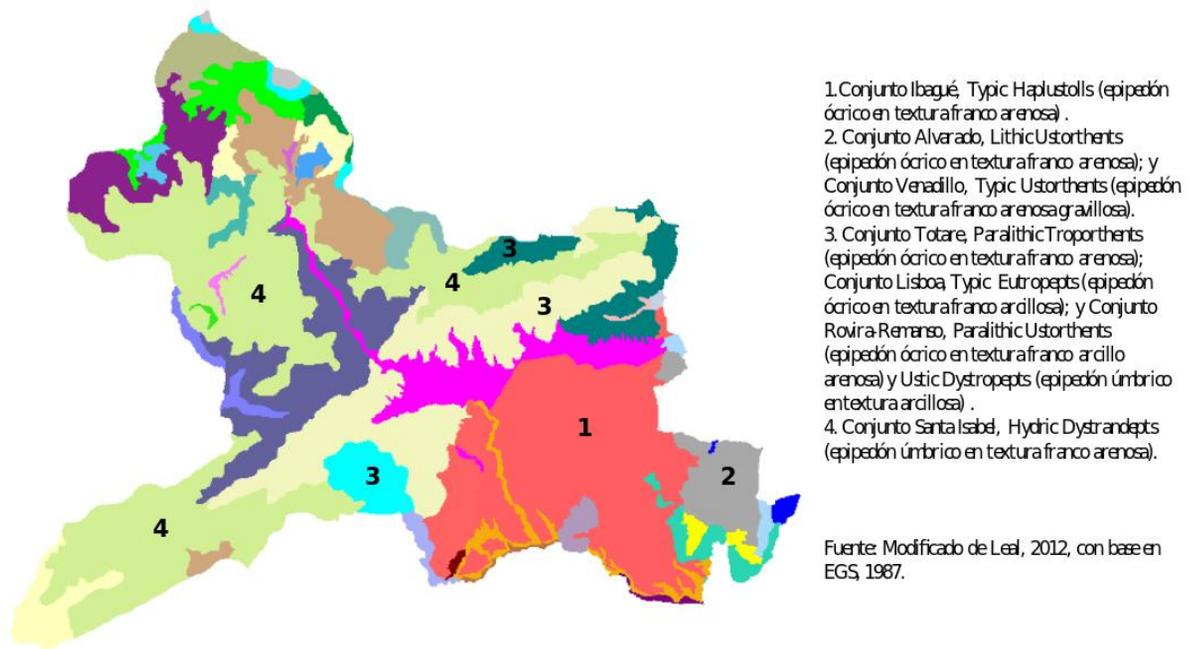
	<b>Dimensión Ambiental</b>	<b>Umbral de sostenibilidad cuantitativos</b>	<b>Umbral de sostenibilidad más intuitivos</b>
1.	Áreas de "estrés" por contaminación del aire	Se aplicarán los mismos criterios del ítem 1 de la tabla 1.	
2.	Áreas de "estrés" por ruido	Se aplicarán los mismos criterios del ítem 3 de la tabla 1.	
3.	Uso de madera de los hogares para cocción en t año (se suponen un promedio de 3,15 t año de leña por hogar)	Sustitución total por suministro de microcentrales hidroeléctricas, aprovechamiento sostenible de residuos de biomasa, energía eólica y energía fotovoltaica, o una combinación eficiente de las anteriores.	

Continúa

4.	Huellas ecológicas de alimentos, agricultura y ganadería	<p>- Canasta alimentaria de no autoconsumo (incluye cocción con leña. No incluye residuos. Se supone que la energía eléctrica no es de origen fósil):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Límite de 2 t de <math>CO_2</math> año por persona (Arboliza, 2012).</li> </ol> <p>- Ganadería de no autoconsumo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminuir al menos el 50% de las emisiones de metano y óxido nitroso en promedio por vacuno día, mediante la provisión de leguminosas y sistemas silvopastoriles (Giraldo, 2013).</li> <li>2. Hatos sostenibles de al menos 10 cabezas por ha solamente en suelos aptos (tendencia a pastoreo cero, con calidad de pastura de <math>33 m^2/día</math>, 3 días de ocupación de potreros, y pasto brachiaria humidicola [Nufarm, 2012]. O su sustituto, si se evidencian impactos ambientales insostenibles).</li> </ol> <p>- Agricultura de no autoconsumo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materia orgánica estable en suelos según sistemas de rotación de cultivos y pastura convencional o mejores sustitutos (v.g. alfalfa), de acuerdo con Thompson y Troeh (1980). Para Ibagué, los tenores mínimos serán, con base en López et al. (1987) (Mapa 1): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto Santa Isabel: 3% de C (Carbono)</li> <li>• Conjunto Totare: 2% de C</li> <li>• Conjunto Ibagué: 1% de C</li> <li>• Conjunto Lisboa: 1% de C</li> <li>• Conjunto Alvarado: 0,5% de C</li> <li>• Conjunto Venadillo: 1% de C</li> <li>• Conjunto Rovira: 1,5% de C</li> </ul> </li> <li>2. Huella hídrica de cultivos principales (demanda natural de agua lluvia en el suelo del cultivo, más demanda de agua almacenada en la producción y beneficio del producto). Máximos de uso de agua con base en los mejores rendimientos en el mundo (Hoekstra y Chapagain, 2007): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arroz paddy: máximo <math>1.022 m^3/t</math></li> <li>• Arroz con cáscara: máximo <math>1.327 m^3/t</math></li> <li>• Arroz partido: máximo <math>1.327 m^3/t</math></li> <li>• Maíz: máximo <math>408 m^3/t</math></li> <li>• Café en grano: máximo <math>4.864 m^3/t</math></li> <li>• Caña de azúcar: máximo <math>103 m^3/t</math></li> <li>• Algodón: máximo <math>3.210 m^3/t</math></li> <li>• Sorgo: máximo <math>582 m^3/t</math></li> <li>• Carne de res: máximo <math>11.019 m^3/t</math></li> </ul> </li> </ol>	<p>Ganadería de no autoconsumo: Diversificar las formas sostenibles de provisión de alimentos. Limitar los hatos ganaderos a las áreas más óptimas para la producción de carne y leche, conservando la malla ambiental fuerte del municipio.</p>
----	--	---	--

Continúa

5.	Vulnerabilidad de ecosistemas rurales (forma, fragmentación y conectividad)	Se aplicarán los mismos criterios del ítem 8 de la tabla 1	Protección de una malla ambiental fuerte constituida por la máxima interconexión posible de bosque ripario, humedales, bosque primario (>80 años intocado), bosque secundario (>40 años intocado), páramos, áreas en rexistasia (altamente erosionadas por cualquier causa) y zonas bajo amenazas naturales y siconaturales.
6.	Estado de conservación de los ecosistemas rurales (calidad de agua, incluyendo áreas de descargas contaminantes, y estado de avifauna)	Se aplicarán los mismos criterios del ítem 9 de la tabla 1	Conservar mínimo las 329 especies de aves de la zona rural de Ibagué registradas en Gualanday, Barbona, Doima, Laguna de Ventaquemada, Laguna El Toro, Chucuní, Lagunas Picalañña, Totumo, Martinica, Coello-Cocora, Cay, Pastales-Villa Restrepo, Juntas, Perlas, Toche, Ibanasca, Dantas, El Rancho, La Cueva, Páramo y Nevado del Tolima, y ubicadas en distintas altitudes entre los 540 y 4.000 msnm (Parra <i>et. al.</i> , 2007).
7.	Habitantes en riesgo	Se aplicarán los mismos criterios del ítem 10 de la tabla 1.	Mínimo un simulacro por vereda por cada dos años ante sismos y actividad volcánica.
8.	Separación de residuos en la fuente, disposición de residuos y áreas de sumideros	Separación en la fuente: todas las viviendas en separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Disposición de residuos: aprovechamiento del 100% de los residuos orgánicos, y aprovechamiento de al menos el 80% de los residuos inorgánicos.	Todos los habitantes con patrones de consumo ambientalmente responsables.
	<b>Dimensión Socioeconómica</b>		
9.	Longevidad	Se aplicará el mismo criterio del ítem 14 de la tabla 1	
10.	Distribución del ingreso (2009 es 0,51 para Ibagué)	Se aplicará el mismo criterio del ítem 15 de la tabla 1	
11.	PIB verde	Se aplicará el mismo criterio del ítem 16 de la tabla 1	
12.	Distribución de la propiedad rural	Se aplicará el mismo criterio del ítem 17 de la tabla 1	
13.	Índice de "pobreza" (definición dominante)	Se aplicará el mismo criterio del ítem 18 de la tabla 1	
14.	Accidentalidad anual del transporte	Se aplicará el mismo criterio del ítem 19 de la tabla 1	
15.	Escolaridad	Se aplicará el mismo criterio del ítem 20 de la tabla 1	
	<b>Dimensión de Gobernanza</b>		
16.	Abstención electoral local	Se aplicará el mismo criterio del ítem 21 de la tabla 1	
17.	Equidad de género (participación en el mercado laboral formal)	Se aplicará el mismo criterio del ítem 22 de la tabla 1	
18.	Tasa anual de homicidios	Se aplicará el mismo criterio del ítem 23 de la tabla 1	
19.	Tasa anual de lesiones personales	Se aplicará el mismo criterio del ítem 24 de la tabla 1	
20.	Tasa de delitos contra el patrimonio	Se aplicará el mismo criterio del ítem 25 de la tabla 1	
21.	Participación en actividades comunitarias	Se aplicará el mismo criterio del ítem 26 de la tabla 1	



Mapa 1. Conjuntos de suelos en general del municipio de Ibagué

#### 4. Conclusiones

La geografía ambiental abre posibilidades inusitadas para escudriñar la complejidad multiescalar y multicausal del paisaje rural o urbano, dadas las diferentes aproximaciones que ofrece: miradas sociocéntricas, registros biocéntricos y abordajes de interacción socioambiental en las matrices de evaluación de la sostenibilidad fuerte (única instancia de articulación, que es meramente instrumental), desde el nivel regional hasta el microlocal, y con posibilidades de análisis en líneas de tiempo.

La relación de la geografía ambiental con los procesos de evaluación de la sostenibilidad tiene una larga historia en las ciencias sociales y ambientales. Pero es necesario seguir profundizando en sus canales de comunicación y en la estandarización de modelos de medición con enfoque espacial de los problemas socioambientales. Particularmente, en Colombia, se trata de revelar mejor las dinámicas dominantes que generan conflictos socioambientales, las relaciones contractuales que hacen perdurar las dinámicas socioambientales hegemónicas, y las posibilidades de resistencia de actores económicos y culturales, casi siempre invisibilizados. Y ciertamente, estas contradicciones y nuevas políticas ambientales de base se expresan mejor cuando se elaboran modelos de evaluación que las refleje con mayor consistencia, y cuando prediseñan teleologías de “progreso” en el espíritu de la sostenibilidad fuerte.

Los umbrales de sostenibilidad fuerte constituyen una estrategia científico-política que podría orientar las políticas públicas ambientales de un municipio. No obstante, las

relaciones de poder implicadas en su proceso de implementación, especialmente las inscritas en el liberalismo económico y la cultura utilitarista de los actores económicos, representan un obstáculo enorme frente a sus posibles éxitos.

La materialización de la sostenibilidad fuerte representa un reto casi “insurreccional” por vías civilistas, dados los marcos de nuestra precaria democracia liberal, y cuestionan de forma radical la cultura hedonista o consumista de los actores sociales, lo que en efecto implica cambios de habitus generalmente enmarcados en procesos de larga duración.

La revolución verde en las zonas mecanizadas y de montaña de Ibagué, con una larga historia de procesos de degradación ambiental, se caracterizan por altos consumos de inputs de materia y energía. En este contexto, los recambios relacionados con mejores prácticas agrícolas que optimicen el uso del agua y sostengan los umbrales de materia orgánica, representan ya un reto histórico. De hecho, se espera que, dada la debilidad institucional de las autoridades ambientales, los procesos de degradación se sigan profundizando.

#### Referencias

- Arboliza (2012). Calculadora de  $CO_2$ . Disponible en: <http://arboliza.es/compensar-co2/calculo-co2.html>. Recuperada el 22 de mayo de 2012.
- Bertrand, G. 1968. Paisaje y geografía física global. Esquema metodológico, 1973. Ensayo de análisis ecológico del espacio montano, 1978. El paisaje entre naturaleza

- y la sociedad, 1991. La naturaleza en geografía. Un paradigma de interfaz, 2000. El paisaje y la geografía: Un nuevo encuentro, 2002. La discordancia de los tiempos, 2006. Para una historia ecológica de la Francia rural. Segunda Parte: Lo natural de los terrazgos. En: Bertrand, G. y Bertrand, C. Geografía del Medio Ambiente. El sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje. 2006. Universidad de Granada. España.
- Bertrand, G. 2008. Un paisaje más profundo. De la epistemología al método, Cuadernos Geográficos, 43 (2), pp. 17-27.
- Carbontrust, 2011. Conversion factors. Disponible en: <http://www.carbontrust.com/resources/guides/carbon-footprinting-and-reporting/conversion-factors>. Recuperado el 13 de febrero de 2015.
- Escobar, J. L. 2008. El desarrollo sustentable en México (1980-2007). Revista Digital Universitaria, 9 (3) marzo. [En línea]. Recuperado el 7 de junio de 2012, de: <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num3/art14/art14.pdf>.
- Farina, A. 1998. Principles and Methods in Landscape Ecology. London: Chapman & Hall.
- Fromm, E. 1998. ¿Tener o Ser? México: Fondo de Cultura Económica.
- Giraldo, L. A. 2013. Manejo y utilización de pasturas tropicales. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia.
- Gordillo, D. 1995. Ecología y contaminación ambiental (1ª ed.). México: Interamericana.
- Hoekstra, A. Y. y Chapagain, A. K. 2007. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. En: Water Resource Manage, Springer Science (2007) 21:35-48.
- ISD. 2001. Indicators of Sustainable Development (ISD): framework and methodologies. Background paper No. 3. Prepared by: Division for Sustainable Development Department of Economic and Social Affairs, UN, Commission on Sustainable Development, Ninth Session, 16-27 April, New York.
- López, A., Ibarra, C., Ortíz, G., Sinning, G., Benavides, G. y Pulido, C., 1987. Estudio General de Suelos del Departamento del Tolima. IGAC. Bogotá. Colombia.
- Martínez A. y Carrión, G. A. 2009. Estudio crítico para el desarrollo territorial de regiones estratégicas colombianas, en el marco de un modelo de sostenibilidad integral. [En línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/alexandermartinezrivillas/>. Recuperado el 13 de febrero de 2015.
- Martínez, A., Barragán, W. y Campos, A. 2010. Modelo de evaluación de la sostenibilidad territorial de Bogotá: una propuesta multicriterio con enfoque modelizador de la movilidad de las ciudades. Revista de ingeniería, 31, pp. 16-29. Universidad de los Andes.
- Martínez-Alier, J. 2008. Decrecimiento Sostenible. Ecología Política, 35. Barcelona: Icaria Editorial, 51-58.
- Martínez, A. 2014. La izquierda y el liberalismo en Colombia y Latinoamérica. Disponible en: <http://enusodenustrasfacultades.wordpress.com/2013-11/05/la-izquierda-y-el-liberalismo-en-colombia-y-latinoamerica/>. Recuperado el 7 de julio de 2004, de:
- Munda, G. 1995. Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment. Contributions to Economics Series. En: Journal of Economic Literature, Vol. 34, No. 4, December 1996 (JEL 96-1719). Heidelberg: Physica-Verlag.
- Munda, G. 2005. "Measuring Sustainability": A Multi-Criterion Framework. En: Environment, Development and Sustainability, Vol 7, No. 1, pp. 117-134, 2005, Kluwer Academic Publishers.
- Munda, G. 2006. Social multi-criteria evaluation for urban sustainability policies, En: Land Use Policy, 23(1).
- Munda, G. & Nardo, M. 2003. Mathematical Modelling of Composite Indicators for Ranking Countries. En: Proceedings of the First OECD/JRC Workshop on Composite Indicators of Country Performance, JRC, Ispra.
- Munda, G., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (1995). Qualitative Multicriteria Methods for Fuzzy Evaluation Problems. European Journal of Operational Research, 82.
- Nufarm. (2012). Brachiaria Humidicola. Recuperado el 12 de junio de 2012, de: <http://www.nufarm.com/CO/BrachiariaHumidicola>
- Özkaynak, B., Devine, P. y Rigby, D. 2004. Operationalising Strong Sustainability: Definitions, Methodologies and Outcomes. Environmental Values, 13, pp. 279-303.
- Peláez, Omar y Santamaría, Yolanda. 2010. Agenda Ambiental Municipio de Ibagué. Sistemas de Gestión Ambiental Municipal. CORTOLIMA, Alcaldía Municipal de Ibagué y SIGAM. Ibagué, Colombia.
- Parra-Hernández, R. M., Diego Andrés Carantón-Ayala, Jeyson Senen Sanabria-Mejía, Luis Felipe Barrera-Rodríguez, Adriana Milena Sierra-Sierra, Miguel Cesar Moreno-Palacios, Wilber Santos Yate-Molina, William Enrique Figueroa-Martínez, Carolina Díaz-Jaramillo, Vivian Tatiana Florez-Delgado, Jenny Katherine Certuche-Cubillos, Hugo Nelson Loaiza-Hernández y Bilma Adela Florido-Cuellar, 2007. Aves del municipio de Ibagué-Tolima, Colombia. Biota Colombiana, 8 (2). Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Riesco Chueca, P. Gómez Zotano, J. y Álvarez Sala D. (2008). Región, comarca, lugar: escalas de referencia

- en la metodología del paisaje. Cuadernos Geográficos, 43 (2), pp- 227-255.
- Sureda, B., De Felipe, J. J. y Xercavins, Josep. 2002. Hacia la valoración de la sostenibilidad de una región teniendo en cuenta su capacidad de carga y sus aspectos sociales, según los diferentes criterios de sostenibilidad. VI Congreso Nacional del Medio Ambiente. Comunicaciones técnicas. Colegio Oficial de Físicos. pp. 1-22. España.
- Tàbara, J.D., Saurí, D. y Lemkow, L. 2005. Els riscos ambientals a Catalunya. En J. E. Llebot (Ed.), L'Estat del Medi Ambient a Catalunya (pp. 225-250). Barcelona: ICTA-UAB.
- Thompson, L.M y Troeh, F. R. (1980). Los suelos y su fertilidad (4ª ed). España: Reverté.
- Toledo, V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 7, pp. 1-26.

