

## PROBLEMAS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS DEL ÍNDICE DE FRAGILIDAD AMBIENTAL Y SUS IMPLICACIONES PARA LA VALORACIÓN DEL RIESGO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN COSTA RICA

**Gustavo Barrantes Castillo<sup>1</sup>**

Universidad Nacional de Costa Rica  
Heredia, Costa Rica  
gbarrantes@gmail.com

Recibido 18 de abril de 2016 • Corregido 04 de mayo de 2016 • Aceptado 31 de junio de 2016

### Resumen

La inclusión de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial es una consigna que se ha intentado implementar en Costa Rica. No obstante, el procedimiento para hacer planes reguladores de uso del suelo en el país está atado a lo establecido en la legislación vigente. En el tema de la consideración del ambiente en la planificación territorial en particular, se destaca el decreto N° 32967-MINAE Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (2006), el cual introduce un modelo de valoración ambiental (y de las amenazas naturales) que aparenta sustentarse en un enfoque epistemológico racionalista-deductivo. Dado que parte de una concepción del funcionamiento de la naturaleza como un mecanismo donde la suma de las partes representa el todo, además, de introducir imprecisiones conceptuales y errores metodológicos. Estos aspectos son los que se tratan en el presente artículo, en relación directa con sus implicaciones para la disminución de los desastres en Costa Rica.

**Palabras clave:** IFA Ordenamiento territorial, Amenazas naturales.

### Abstract

The inclusion of risk management in Land Management is a slogan that has tried to implement in Costa Rica. However, the procedure for Regulators Plans Land Use in the country is tied to the provisions of the legislation. On the issue of considering the Environment in territorial planning in particular Decree No. 32967-MINAE: "Manual of Technical Instruments for the process of Environmental Impact Assessment", which introduces a model of environmental assessment (and natural hazards), that appears based on a rationalist-deductive epistemological approach. Where of the nature operation as a mechanism where the sum of the parts represents the whole, in addition to

introducing inaccuracies conceptual and methodological errors. These aspects are developed in this article related to their implications for the reduction of disasters in Costa Rica.

**Keywords:** IFA, Land Use Planning, Natural Hazards.

### Introducción

En razón del mandato de la Sala Constitucional en el sentido de incorporar la variable ambiental en los planes de ordenamiento territorial, denominados en Costa Rica planes reguladores del uso del suelo (más comúnmente conocidos como planes reguladores), y de los compromisos asumidos en el marco de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) introduce la evaluación ambiental estratégica como homólogo de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) para su aplicación a políticas, planes y programas, misma que se implementa por medio de la metodología de los Índices de Fragilidad Ambiental (IFA) en los planes reguladores (Astorga, 2006).

El Decreto N° 32967-MINAE presenta el Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", el cual contiene el procedimiento a seguir para la generación de mapas de ordenamiento ambiental territorial (OAT) basados en la metodología de IFA. En el decreto se encarga a SETENA avalar el resultado de su aplicación por medio del otorgamiento de la denominada "viabilidad ambiental".

El IFA se presenta como una valoración cualitativa del grado de fragilidad ambiental ante el uso de la tierra:

"Índice de fragilidad ambiental (IFA): se define como el balance total de carga ambiental de un espacio geográfico dado, que sumaría la

<sup>1</sup> Dr. Pertenece a la Escuela de Ciencias Geográficas.



condición de aptitud natural del mismo (biótica, gea y de uso potencial del suelo), la condición de carga ambiental inducida, y la capacidad de absorción de la carga ambiental adicional, vinculada a la demanda de recursos” (Decreto N° 32967-MINAE, p. 3)

Según el decreto, el IFA utiliza cuatro grandes temas de información, estos son:

- **Antropoaptitud:** condición que presenta un espacio geográfico en razón de los diferentes tipos de uso del suelo que de él hacen los seres humanos.
- **Bioaptitud:** condición natural que tiene un espacio geográfico desde el punto de vista biológico.
- **Edafoaptitud:** comprende la condición de aptitud natural que tiene un terreno dado, respecto a las condiciones de la capa de suelo que lo recubre.
- **Geoaptitud:** se refiere a la condición de estabilidad natural de los espacios geográficos, tanto desde el punto de vista de sus condiciones de subsuelo, como de los procesos geodinámicos activos que pueden alterar esa estabilidad.

De acuerdo con la metodología, las amenazas naturales son incorporadas en el índice de geoaptitud. Éste último se estima por medio de la suma algebraica de las valoraciones cualitativas de sus cinco factores constituyentes: litopetrofísico, geodinámico externo, hidrogeológico, estabilidad de ladera y amenazas naturales. Posteriormente se sigue el mismo procedimiento para calcular el valor del IFA integrado (con los índices arriba mencionados).

En el presente artículo se cuestiona el abordaje epistemológico, conceptual y metodológico del modelo de índices aportado en el Decreto N° 32967-MINAE, enfatizando en la inconveniencia de su uso para la consideración de las amenazas naturales en la planificación territorial y la gestión territorial del riesgo de desastre.

### Enfoque epistemológico

El enfoque epistemológico empleado de manera consciente o inconsciente por un investigador o profesional tiene repercusiones sobre la manera en que se concibe el objeto de estudio, en este caso el ambiente, así como en la selección de métodos y técnicas para su investigación.

A pesar de que en el Decreto N° 32967-MINAE no se establece afiliación con un enfoque epistemológico, al hacer una lectura minuciosa del mismo, a la luz de los enfoques existentes, resulta encajar con el paradigma Racionalista-Deductivo.

En este paradigma, el conocimiento científico se concreta por medio del diseño de sistemas abstractos dotados de universalidad que imitan los procesos de generación y de comportamiento de una cierta parte de la realidad (Padrón, 2000). En este enfoque el acceso al conocimiento y su validación están dados por la razón, que se formaliza por medio de reglas lógico-formales, abstracciones matemáticas y sistemas de razonamiento en cadena, principalmente.

La afirmación de que la Metodología de IFA se basa en un enfoque racionalista-deductivo se sustenta en la formulación del IFA como un sistema de indicadores anidados a manera de un sistema abstracto y universal de valoración de la fragilidad que representa el comportamiento de las unidades espaciales (zonas) frente al uso del suelo propuesto o actual (en espacial el urbano). El enfoque racionalista-deductivo propicia el diseño esquemático abstracto del sistema de hechos reales que pretende explicar y predecir, lo que se hace patente en la forma de estructurar el IFA (Figura 1).

El tratamiento reduccionista del tema ambiental que se presenta en el Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, simplifica la fragilidad del ambiente por medio de un modelo mecanicista, como el descrito por De Greene citado por Allison y Hobbs (2006), en el cual el sistema ambiental es gobernado por una lógica deductiva y matemática, donde se asume que la adquisición de suficiente información combinada con el poder computacional resulta en la habilidad de predecir el comportamiento espacial y temporal del ambiente. Dicho tratamiento se evidencia en el uso de sistemas de información geográfica para calcular el IFA como se indica a continuación:

“La forma de calcular el Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) de un espacio geográfico dado, se obtiene de la suma de todos los puntos, por medio de la ecuación:

IFA integrado = IFA Bioaptitud + IFA Edafoaptitud + IFA Geoaptitud + IFA Antropoaptitud”. (Decreto N° 32967-MINAE, p. 7)”.



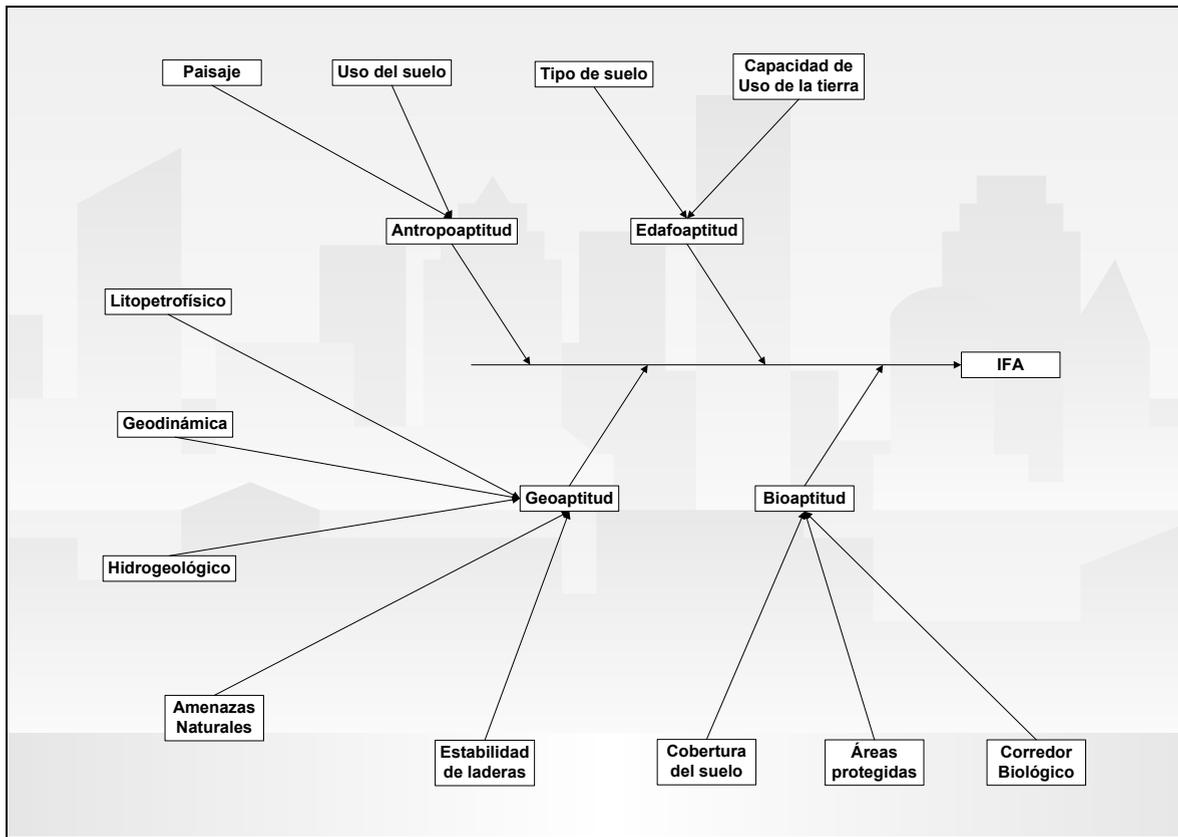


Figura 1. Esquema conceptual del IFA. Fuente: Barrantes, 2012.

Bajo este enfoque, la valoración del posible impacto de los distintos usos del suelo sobre el ambiente se predice por medio de un diseño teórico que se materializa como zonas de fragilidad que se obtienen por medio de operaciones matemáticas (sumas) de mapas temáticos estandarizados en cinco clases (de supuesta aptitud al uso urbano). Estos mapas se construyen a partir de la valoración teórica (del autor) del aporte de cada variable a la aptitud del ambiente ante el uso urbano, en una escala de valoración cualitativa. La principal debilidad del método IFA, dentro de este mismo enfoque racionalista, es la falta de verificación empírica del modelo propuesto, en otras palabras, se asume como verdadero el modelo y sus resultados, a partir de su fundamentación teórica, que no aparecen explícitos en el decreto ni en la bibliografía que lo respalda. En otras palabras, no se verifica el modelo al aplicarse a un caso concreto, ni su fundamentación teórica, en razón del grado de fragilidad que predice el modelo.

Por otro lado, el enfoque racionalista no es empleado hoy día para abordar el tema ambiental, más bien es encarado desde abordajes sistémicos o incluso desde la complejidad (Allison y Hobbs, 2006). En este sentido Roberto Sánchez propone el uso de zonificaciones ecológica, con base en eco-geográfica, a partir de la cual es posible evaluar la aptitud y fragilidad del medio ante determinados usos (Sánchez, 2009).

### Problemas conceptuales

Toda actividad humana requiere de un espacio que la soporte, el cual ocupa y transforma. El territorio está compuesto por un mosaico de espacios a manera de unidades ambientales con distintas características, que se ven afectados por el uso que se haga de él. El Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental se presenta como un método capaz de predecir la fragilidad de dichas unidades ambientales ante los usos actuales y propuestos, para lo cual otorga una estimación cualitativa a cada una de las zonas que emergen de la combinación de las valoraciones individuales de cada variable que lo compone, por medio de sumas y reclasificaciones anidadas. Por extraño que parezca, las zonas IFA no son el resultado de la valoración de la fragilidad ambiental del mosaico de espacios que componen el territorio, sino de su aptitud, partiendo del supuesto de que la aptitud es el inverso de la fragilidad, en otras palabras, cuanto mayor sea la aptitud de un terreno (suponemos que a la urbanización) menor será su fragilidad.

No obstante, en términos territoriales, la aptitud o potencial se define como la medida en que el sitio cumple con los requerimientos de ubicación para una actividad y la fragilidad se refieren a la vulnerabilidad de éste medio al impacto de las actividades humanas,

en relación con la resiliencia del ecosistema y de sus servicios ambientales (Gómez, 2007). Por consiguiente, es un error conceptual considerar a la fragilidad como el inverso de la aptitud ya que un sitio puede ser apto para localizar una industria pero resultar muy frágil a sus vertidos o por el contrario, poco frágil a los mismos pero no apta para albergar la infraestructura requerida.

Por otro lado, el IFA contempla las amenazas naturales dentro del denominado índice de geopotencia, al considerar que a mayor amenaza menor aptitud. Esto lo realiza de manera truculenta al invertir las escalas de valoración cualitativa a conveniencia. Aunque dicho procedimiento parece dotado de cierta lógica, en principio no es correcto que las amenazas naturales formen parte de los requerimientos de ubicación para una actividad, más bien representan factores limitantes a los usos intensivos de la tierra, que deben ser considerados por separado a la hora de determinar la capacidad de acogida de las unidades ambientales (Gómez, 2007).

### Problemas metodológicos en relación a la prospección de los riesgos naturales

En cuanto a los problemas metodológicos del IFA Barrantes (2012) hace un recuento frente al tratamiento de las amenazas naturales:

- Debido a su nivel de agregación de información y por ende a la pérdida de significado, el IFA no representa adecuadamente la propensión de las zonas resultantes a la ocurrencia de eventos naturales potencialmente desastrosos.
- Se promedian por igual todas las limitantes ambientales, sin considerar a las amenazas naturales como una limitante per se, que debe considerarse independientemente del valor promediado para otras variables o índices, cuando el nivel de amenaza es alto o moderado.
- Las amenazas naturales son promediadas entre sí, lo que no permite valorar el potencial máximo de una amenaza concreta y sus efectos de cascada o sinergias.
- Los procedimientos sugeridos para valorar la amenaza resultan en aproximaciones rudimentarias y no considera todas las amenazas presentes en el territorio costarricense. En la mayoría de los casos no se basan en las recomendaciones generales de la literatura especializada.

A estos aspectos hay que agregarle que dada su finalidad, éste índice no está diseñado para sustentar procesos de prospección de riesgo a nivel territorial.

En otras palabras al sobreponer el uso propuesto en el plan regulador no se puede evaluar el sobre uso en relación con el nivel de la amenaza. Este procedimiento debe realizarse de manera correcta pues es la base para reducir los riesgos futuros.

### Consideraciones para la construcción de un método efectivo para la inclusión de las amenazas naturales en el ordenamiento territorial

Dadas las limitaciones de IFA frente al tratamiento de las amenazas naturales, Barrantes (2015) propone un modelo de valoración para su aplicación a nivel cantonal. Al igual que el IFA, el método propuesto parte de un enfoque cualitativo cartográfico, pero tiene entre sus virtudes:

1. Utiliza un enfoque cualitativo como base para la estandarización por clasificación lo que permite la comparación entre amenazas.
2. Aproxima la recurrencia de los eventos en condiciones de registro cortos y datos imprecisos, por medio de la asignación peso o de un factor de moderación.
3. Incorpora las interacciones entre amenazas naturales por medio de una matriz de interacciones espaciales.
4. Se diseñó para su aplicación en territorios con múltiples amenazas y con escasos datos.
5. Permite hacer prospección del riesgo por medio de la sobreposición de sus resultados a la zonificación del uso del suelo propuesta.
6. Permite valorar la vulnerabilidad física por medio de la sobreposición de sus resultados al uso actual del suelo.

El modelo de multi-amenaza para países en vías de desarrollo propuesto por Barrantes (2015) se sintetiza en la figura 2. Como se aprecia, considera las amenazas presentes en un territorio (no así las ausentes como suele hacerse con el IFA), su frecuencia por medio de un peso o factor de moderación (a la derecha en la figura 2) y la interacción espacial con otras amenazas presentes (a la izquierda de la figura 2). La descripción completa del modelo puede consultarse en Barrantes (2015).

Adoptar un modelo como el propuesto por Barrantes (2015) implica separar la valoración de la fragilidad ambiental de la consideración de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial, éste último proceso altamente recomendado (PREDECAN, 2009; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011; Hoyuela, Gómez y Martínez, 2012).



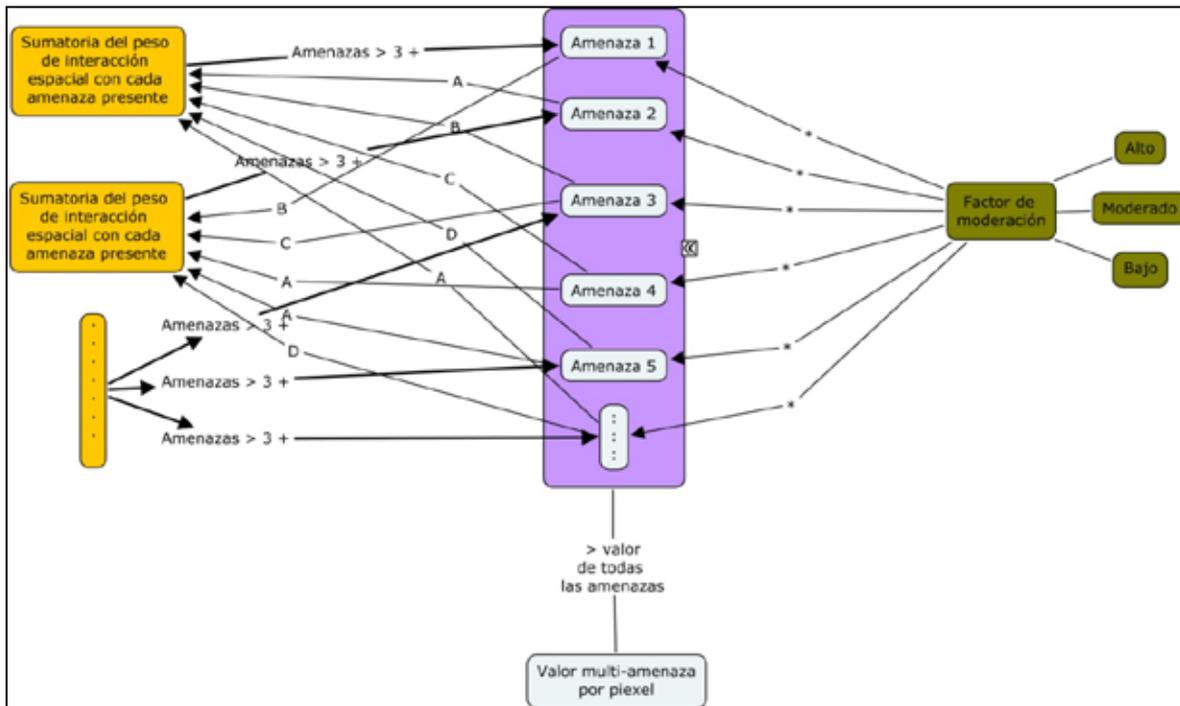


Figura 2. Modelo conceptual para la valoración. Fuente: Barrantes, 2015.

## Conclusiones

El Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, responde a un enfoque epistemológico racionalista-deductivo que se hace patente en el desarrollo de un modelo reduccionista y mecánico de problema ambiental, el cual es expresado por medio del diseño esquemático abstracto del impacto ambiental de los usos del suelo en el ordenamiento territorial, por medio de un sistema integrado de indicadores de fragilidad ambiental, que se sustenta en supuesto teóricos, formulaciones matemáticas y el uso de sistemas de información geográfica.

Las implicaciones del uso descuidado de los términos aptitud y fragilidad llevan a interpretar equivocadamente las unidades ambientales o zonas que se derivan de la metodología, en cuanto a su potencial o vulnerabilidad ante determinados usos del suelo.

El algoritmo de cálculo del IFA conduce a la subestimación de las amenazas naturales al mezclar esta información con una considerable cantidad de variables ambientales de otra índole que no representa restricciones a la localización de usos intensivos del suelo desde la perspectiva de la reducción del riesgo futuro.

El modelo desarrollado por Barrantes (2015), supera las limitaciones del IFA en la integración de las amenazas naturales en un territorio, desde el abordaje

cuantitativo, no obstante, su aplicación en el proceso del ordenamiento territorial requiere del tratamiento de las amenazas naturales como limitantes a la expansión urbana y el uso intensivo del suelo.

## Referencias bibliográficas

- Allison, H., & Hobbs, R. (2006). *Science and policy in natural resource management: understanding system complexity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Astorga, A. (2006). *Los 10 años de la SETENA: evaluación de desempeño y perspectivas futuras. Duodécimo Informe sobre el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José: CONARE.
- Barrantes, G. (2012). *Deficiencias del Índice de Fragilidad Ambiental en la valoración de las amenazas naturales para la planificación territorial*. En torno a la prevención (9), 1-9.
- Barrantes, G. (2015). *Modelo de multi-amenaza natural para países en vías de desarrollo: caso de aplicación cantón de Poás, Costa Rica (Tesis doctoral inédita)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, C.R.

- Costa Rica. Leyes y decretos. (2006, 4 de Mayo). *Decreto N° 32967-MINAE: Manual de instrumentos técnicos para el proceso de evaluación de impacto ambiental (Manual EIA) Parte III*. San José, C.R.: La Gaceta N°85.
- Chile. Subsecretaría de *Desarrollo Regional y Administrativo*. (2011) : *guía análisis de riesgos para el ordenamiento territorial*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Gómez, D. (2007). *Ordenación Territorial* (2 ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Presa.
- Hoyuela, J., Gómez, F., y Martínez, R. (2012, 2 de Octubre). *Plan Territorial espacial de ordenación para la prevención de riesgos*. Recuperado de: <http://www.terysos.com/tenerife.htm>
- Padrón, J. (2000). La Estructura de los Procesos de Investigación. *Revista educación y ciencias humanas*, 7(15).
- Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina (PREDECAN). (2009). *Incorporando la gestión del riesgo de desastre en la planificación y gestión territorial: guía técnica para la interpretación y aplicación del análisis de amenazas y riesgos*. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina.
- Sánchez, R. (2009). *Ordenamiento territorial: bases y estrategias metodológicas para la ordenación ecológica y ambiental de tierras*. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editorial.

