



InterSedes

ISSN: 2215-2458

Sedes Regionales

Lizano-Araya, Melvin; Astúa-Garro, Adina  
Aplicación de la metodología IFA en los distritos Tarbaca, San  
Gabriel y Vuelta de Jorco del cantón de Aserrí, Costa Rica  
InterSedes, vol. XXI, núm. 43, 2020, Enero-Julio, pp. 40-56  
Sedes Regionales

DOI: <https://doi.org/10.15517/isucr.v21i43.41975>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66671705004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH  
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

## APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA IFA EN LOS DISTRITOS TARBACA, SAN GABRIEL Y VUELTA DE JORCO DEL CANTÓN DE ASERRÍ, COSTA RICA

### APPLICATION OF IFA METHODOLOGY IN DISTRICTS TARBACA, SAN GABRIEL AND VUELTA OF JORCO OF THE ASERRI CANTON, COSTA RICA

Melvin.A Lizano-Araya<sup>1</sup>  
Adina Astúa-Garro<sup>2</sup>

Recibido: 12.11.19	Aprobado: 30.04.20
--------------------	--------------------

DOI: 10.15517/isucr.v21i43.41975

---

#### Resumen

El rápido crecimiento poblacional urbano, combinado con la lenta e incompleta aplicación de la normativa en el tema de la planificación urbana, han llevado a un desarrollo desordenado del cantón, manifestado en diversas áreas como la red vial, presión por construcción en zonas no aptas, contaminación de nacientes y ríos, deforestación en las zonas de recarga acuífera, inadecuado manejo de desechos sólidos, y malas prácticas agrícolas. La combinación de lo mencionado anteriormente, con los fenómenos hidrometeorológicos hacen que gran parte de la zona presente un alto riesgo a eventos como: inundaciones y deslizamientos principalmente, de ahí el gran riesgo que tiene la población que habita en el cantón. Justamente por lo anterior en el año 2006 se publicó el Decreto de Ley N° 32967-MINAE, donde se expone la metodología de los IFAS, la cual posee aspectos de gran relevancia para el ordenamiento territorial costarricense, el más importante es que por primera vez en el país, se obliga a incorporar la variable de impacto ambiental en la planificación del uso de tierra, es decir en los planes reguladores tanto cantonales como costeros; además de que se establecen los lineamientos técnicos que deberá seguir la SETENA para revisar y evaluar dicha introducción de la variable ambiental, a fin de otorgar, en definitiva, la Viabilidad (Licencia) ambiental.

**Palabras claves:** IFA; IFAS; Fragilidad; Ambiental; Ordenamiento Territorial; Planificación; Impacto Ambiental.

#### Abstract

The fast growing of urban population, combined with the slow and incomplete application of legislation in the theme of the urban planning, caused a disordered development of the canton, manifested in various areas like the road network, pressure for construction in unapproachable areas, springs and rivers contamination, deforestation in areas of water recharge, inadequate

---

<sup>1</sup> Costarricense. Docente Escuela de Geografía Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca, San José, Correo electrónico: [melvin.lizanoaraya@ucr.ac.cr](mailto:melvin.lizanoaraya@ucr.ac.cr)

<sup>2</sup> Costarricense. Municipalidad de Aserrí. Área de Catastro, Censos y Valoración. Correo electrónico: [aastua@aserri.go.cr](mailto:aastua@aserri.go.cr)

management of solid waste, and poor agricultural practices. Mentioned before combine with the hydrometeorological phenomena make that a great part of the zone present a high risk to events like: floods and landslides, this represent a great risk for the population that lives in the canton. Precisely for that, in 2006 was published the Law Decree No. 32967-MINAE, where the methodology of the IFAS show up, which has aspects of great relevance for the Costa Rican land-use planning, the most important of which is that for the first time in the country, it is obliged to incorporate the variable of environmental impact in the land-use planning, for example in the cantonal and coastal regulatory plans; in addition to establishing the technical guidelines to be followed by SETENA to review and evaluate the introduction of the environmental variable, in order to grant environmental viability.

**Key words:** IFA; IFAS; Fragility; Environmental; Land use Planning; Planning; Environmental Impact.

## Introducción

El ordenamiento del espacio geográfico es de gran importancia para el desarrollo del ser humano, ya que, con un adecuado manejo del territorio y sus recursos, se puede llegar a reducir las pérdidas económicas y la merma de vidas humanas al minimizar el impacto de las amenazas naturales y aquellas que son creadas por las acciones que el ser humano realiza sobre su entorno.

Todos los cantones del país presentan similitud en cuanto a los problemas ambientales que aquejan a la población, tal es el caso de construcciones en áreas de alto riesgo, donde no se respetan los lineamientos dados por las instituciones correspondientes, no existe un adecuado manejo de los desechos sólidos, hay contaminación de ríos y quebradas y deficiencia en la infraestructura vial.

En lo anteriormente descrito radica la importancia que tiene la metodología sobre los índices de fragilidad ambiental como una herramienta restrictiva no prohibitiva, con miras a establecer un potencial ordenamiento ambiental territorial para áreas establecidas, razón por la cual se ha considerado fundamental estudiar esta metodología de manera aplicada al uso de la tierra en los distritos de Tarbaca, San Gabriel y Vuelta de Jorco del cantón de Aserrí que a la vez vive un proceso de conurbación (según Baracchini y Altezor, 2010 es un fenómeno que se presenta en algunas ciudades en crecimiento, las cuales integran a su red urbana a otros lugares menos poblados) con el cantón de San José, capital del país, hace tiempo dejó de ser considerado como una linda campiña costarricense para comenzar a convertirse en una ciudad, y como tal enfrenta una serie de problemas típicos de un crecimiento rápido y con poco o ningún control territorial, según lo establecido en el Plan GAM 1982 (Ley 4240, Planificación Urbana).

Las tendencias que han caracterizado el desarrollo urbanístico y de infraestructura en las últimas décadas, han generado un crecimiento económico significativo, pero también se han

desarrollado importantes desigualdades territoriales, ya que la mayor parte de los planes y programas de incidencia territorial no han incorporado adecuadamente, los factores ambientales. Por lo cual, en los años recientes se ha puesto en práctica la aplicación de la evaluación ambiental estratégica (EAE), la cual es un instrumento de apoyo para la incorporación de la dimensión ambiental para la toma de decisiones, que comúnmente se identifican con las políticas, estrategias, planes o programas nacionales.

Con base en lo anterior, se han propuesto diversas metodologías para incorporar de forma oportuna la variable ambiental dentro de los planes de ordenamiento territorial, estos son diversos ya que incluyen muchos aspectos por tomar en consideración para el análisis de un determinado espacio geográfico, por lo que la definición de criterios y variables resulta complejo, con miras a brindar las pautas y recomendaciones sobre la planificación de los usos que se pueden desarrollar en un área específica. En la actualidad, se está incorporando la variable ambiental dentro de los planes de zonificación de algunos países de América Latina, un ejemplo de esto es Perú donde aplican la “*METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA (ZEE)*”, la cual pretende en primera instancia, una evaluación de las potencialidades y limitaciones del territorio, utilizando criterios físicos, biológicos, ambientales, sociales, económicos y culturales, mediante el proceso de zonificación ecológica y económica (CONAM, 2005).

Otro de los casos que se ha estudiado se dio en Cuba (CONAM, 2005), donde existió una preocupación por el manejo inadecuado de los recursos producidos por el constante crecimiento poblacional, las nuevas tecnologías, la transformación de áreas naturales en zonas agrarias y pecuarias; lo que está propiciando que el agua, el aire y el suelo estén siendo alterados en exceso. A esto se suma que la articulación entre la planificación y las instituciones ambientales durante la formulación de los proyectos de ordenamiento territorial aún no se ha logrado en su totalidad. Se hace necesario entonces, comenzar a pensar, en una integración entre todos los entes gestores e investigadores para, de alguna manera, dar fin a este problema.

Entre las principales dificultades ambientales se encuentran: la degradación de los suelos por factores de carácter natural y antrópico acumulados en el transcurso de los años, la erosión, la falta de rotación de los cultivos, el mal manejo agrotécnico, los procesos naturales como la sequía y la incidencia de huracanes, y el lavado de los suelos. En contrapartida las labores de mitigación que se acometen son medidas sencillas, aunque en muchos casos, se requiere la aplicación de medidas complejas.

Otra valoración importante es que el Estado debe jugar un papel preponderante para la implementación de planes de ordenamiento ambiental territorial, pues como lo menciona Werner (1995, 8), el ordenamiento territorial permitirá al Estado ser, esencialmente, fuerte en su capacidad reguladora y de planificación, para hacer frente de una manera sustentablemente, al uso y distribución de los recursos como a la vulnerabilidad de los ecosistemas. Es el instrumento que permitirá crear una base de conocimientos, o al menos, una base de discusión y acuerdos, sobre el adecuado o mejor uso del territorio.

Cabe destacar que, a nivel nacional se han realizado importantes esfuerzos en materia de ordenamiento territorial, pero estos no han dejado de ser aislados y locales, y a la larga, no del todo exitoso; se puede citar como ejemplos conspicuos de ellos, el desarrollo del plan para el Gran Área Metropolitana (PLAN-GAM), o bien los relativamente pocos planes reguladores costeros o cantonales o planes de manejo sectorial, que no tienen vinculación entre sí. Más recientemente en el Gran Área Metropolitana, se ejecutó el proyecto conocido como PRUGAM (Plan Regulador Unificado para el Gran Área Metropolitana) apoyado por la Unión Europea (UE), el cual procuró dotar y homologar los planes reguladores de todas las municipalidades del GAM (Astorga, 2006). Además, existen otros decretos y leyes, como el Decreto Ejecutivo No. 13853 VAH-OFIPLAN, del 3 de mayo de 1982, donde se establece el Anillo de Contención Urbana de la Gran Área Metropolitana (GAM), Ley General de Salud N° 5395, Ley de Aguas N° 276, Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre N° 6043 y la Ley de Uso, Conversación de Suelos N° 7779 y el Código Municipal y sus reformas N° 7794. (Municipalidad de Grecia, 2003) y (Campos, 2005). Para el caso costarricense, como en otros países de América Central, no se ha desarrollado integralmente un programa de ordenamiento territorial a una escala apropiada y práctica, lo cual se traduce en la ausencia de una base fundamental de planificación que sirva de apoyo para la toma de decisiones por parte de la administración en general. En el marco de la legislación vigente para Costa Rica, existen muchas leyes y reglamentos que tienen relación directa con el tema de la planificación del territorio, sin embargo, ha sido insuficiente o débilmente aplicada por los entes respectivos, tanto en zonas urbanas, como en rurales y costeras.

#### Metodología

Para realizar esta investigación es necesario contar con datos no manejados directamente por la Municipalidad, pues no son de acceso a todo público, a la vez son difíciles de conseguir ya que en muchos casos son datos precisos y que tienen un costo económico elevado, como por ejemplo

geológicos, hidrológicos y climáticos, entre otros, por lo cual para obtenerlos se deben llevar a cabo las gestiones necesarias. Además, es de gran relevancia el trabajo de campo para confirmar la información, o bien recopilarla por completo.

Como lo indica el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE del año 2006, para la determinación del IFA integrado correspondiente al grado de fragilidad ambiental para la zona de estudio, fue necesario analizar cuatro aspectos básicos de información biofísica relacionada con la Geología, Biología, suelos y Antropología (social), con el fin de llegar a un ordenamiento ambiental territorial que se puede definir como el inventario, diagnóstico y definición de las condiciones naturales del ambiente de un espacio geográfico, con el fin de establecer las limitantes de uso y sus condiciones de aptitud para el desarrollo de determinadas actividades humanas. De cada uno de estos aspectos se obtiene un mapa que indica el IFA geoaptitud integrado, bioaptitud, edafoaptitud y antropoaptitud, respectivamente. El índice de fragilidad ambiental hace referencia al balance total de carga ambiental de un espacio geográfico dado, que resume la condición de su aptitud natural (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 con la demanda de recursos.

Para el análisis de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, y con ayuda de algunos softwares de información geográfica (ArcGIS) se elaboró una serie de mapas con las variables que se investigan dentro de cada aspecto que contempla el IFA integrado. A la vez, cada uno de esos aspectos se subdivide en variables que hacen referencia a información ambiental de gran importancia para la determinación de la fragilidad ambiental de la zona de estudio.

#### Factor de geoaptitud

Las variables de la geoaptitud se relacionan con la información geológica, se estudian aspectos internos como la litología, estratigrafía, estructura, estabilidad de laderas (deslizamientos), procesos geodinámicos externos, características hidrológicas y susceptibilidad a amenazas naturales. Representa la condición natural de un espacio geográfico dado, respecto a un uso antrópico específico, en el marco de mantener un grado de equilibrio geológico o de estabilidad natural de ese terreno, tanto desde el punto de vista de las condiciones físicas del subsuelo y del suelo, como de los procesos geodinámicos internos y externos, activos, que pueden alterar esa estabilidad.

Finalmente, se da la obtención del mapa de geoaptitud integrado, que corresponde a la siguiente fórmula:

$$\text{Geoaptitud} = L + GE + H + AD + AN$$

En donde:

L= Litopetrofísica

GE = Geodinámica externa

H= Hidrogeología

AD= Amenaza por deslizamientos

AN= Amenazas naturales

#### Factor de edafoaptitud

Para determinar el IFA de edafoaptitud se obtuvieron mapas sobre los usos tierra con base en la fotointerpretación y trabajo de campo. Dentro de este aspecto, se tomaron en cuenta variables como la capacidad de uso y el uso potencial del suelo para la zona de estudio; y como base, se contempló las categorías de uso de la tierra según el Decreto Ejecutivo N° 23214-MAG-MIRENEM DE 1994, además, se realizó una zonificación de los tipos de suelos, así como sus usos. Cabe resaltar que la edafoaptitud comprende la condición de aptitud natural que tiene un terreno dado, con respecto a las condiciones de la capa de suelo que lo recubre, tomando en cuenta aspectos tales como tipo de suelo, potencial agrícola y la capacidad de uso en función de su aptitud forestal.

#### Factor de bioaptitud

El IFA de bioaptitud es considerado como la condición natural que tiene un espacio geográfico desde el punto de vista biológico en particular, considera la naturaleza y características de la cobertura vegetal que pueda estar presente como base biotópica de soporte de un ecosistema dado, y variables tales como zonación y conectividad biológica de ecosistemas. Para poder efectuar dicho levantamiento, se llevó a cabo una zonificación de las coberturas con ayuda de las fotografías aéreas de la zona de estudio, además del trabajo de campo que es de gran importancia para determinar los tipos de cobertura boscosa o agrícola que se presenten. También fue necesario tomar en cuenta las áreas protegidas que se encuentran normadas por la legislación vigente en este tema. Así mismo, se tomó en consideración la presencia de ríos, nacientes, tomas de captación, y las zonas de vida para la zona de estudio.

### Factor de antropoaptitud

En relación con el IFA de antropoaptitud, se entiende como la condición que presenta un espacio geográfico en razón con los diferentes tipos de uso de la tierra, considerando variables tales como uso urbano, uso agrícola, uso forestal y de conservación. Además, toma en cuenta aspectos del uso histórico-cultural, relacionado con información de patrimonio cultural y científico, uso actual y tendencias de desarrollo humano con proyecciones temporales no mayores de 5 años.

Para la obtención de dicho mapa, el primer paso fue la realización de una zonificación con el uso de la tierra, los tipos de paisajes, distribución zonal de actividades comerciales, tomando en cuenta aspectos sociales que indica el Decreto Ejecutivo N°32967-MINAE del año 2006 (áreas donde se localizan sitios arqueológicos identificados o recursos culturales identificados, áreas de ocupación antrópica dentro de áreas ambientales frágiles, área de potencial ocupación humana mediano plazo de tres a diez años, a corto plazo menos de tres años y áreas de ocupación antrópica actual referentes a la infraestructura y agricultura) y culturales de la población que se desenvuelve dentro de la zona de estudio. Luego de haber descrito las principales variables asociadas a estas, se debe obtener el IFA integrado, para ello es necesario ejecutar la siguiente fórmula:

$$\text{IFA Integrado} = G + E + B + A$$

En donde,

G= Geoaptitud

E= Edafoaptitud

B= Bioaptitud

A= Antropoaptitud

De acuerdo con cada una de las variables que contiene los IFAS, se establece una serie de categorías que le da valor a dicha información, para determinar el grado de fragilidad ambiental que posee la zona de estudio para cada uno de los aspectos, por ejemplo se instauran cinco rangos que van desde el muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo (caracterización cuantitativa en un intervalo de 1 a 5, 1 cualitativamente es un potencial de fragilidad ambiental Muy alto y el valor 5 corresponde a Muy baja fragilidad ambiental de acuerdo con cada descripción y resultados obtenidos luego de haber efectuado el trabajo de campo y de oficina.

Después se integra la información por medio de la técnica de álgebra de mapas (reclasificaciones, combinaciones, sumas, restas, entre otras), la cual relaciona cada una de las variables y los rangos establecidos en el decreto mencionado a lo largo del documento. Esto se realiza con un software de información geográfica (GISOFT siglas en inglés que corresponde a un



*Geographic Information Software*), los softwares a utilizar en este proyecto, serán el ArcGis con las extensiones 3D Analyst y Spatial Analyst.

El procedimiento descrito, se efectuó para cada una de las variables y luego se llevó a cabo la integración de la información mediante la ponderación de las respectivas matrices, para obtener el IFA integrado y, con esto, determinar el grado de fragilidad ambiental para la zona de estudio. Cabe destacar que este aspecto es la base de la incorporación de la variable ambiental (viabilidad ambiental) en el futuro plan regulador de los distritos en estudio.

A partir de estos datos, se generan los pasos de la metodología de Astorga (2004, 6), son expuestos a continuación y se fundamenta para los distritos de Tarbaca, San Gabriel y Vuelta de Jorco del cantón de Aserri. Para la obtención de los resultados se procederá a sintetizar la información de acuerdo con las tablas de orientación para la calificación de variables por considerar e integrarlas como parte de la aplicación del método de índices de fragilidad ambiental. Con base en lo anterior, la calificación de las variables se ha establecido según datos de bibliografía técnica y científica conocida internacionalmente y en virtud de la aplicación práctica de métodos de ordenamiento ambiental territorial (OAT).

Para la valoración de la metodología se utiliza el programa de sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS con que cuenta la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica (UCR). En dicho software se establecieron los respectivos valores y pesos a cada una de las capas de información por cruzar, así como la introducción de las limitantes técnicas establecidas dentro de cada factor del IFA analizado. Cabe destacar que, aunque los mapas temáticos están relacionados con los diferentes IFAS producidos, cada tema tiene como finalidad su interacción mutua e integración para la producción de un mapa IFA integrado, estos pueden ser también utilizados de forma individual.

En torno a la escala, de acuerdo con el inventario de datos obtenidos, se tomó la decisión de trabajar a una escala de 1:50 000, misma que el Decreto de Ley N° 32967-MINAE da el aval, para áreas regionales, como lo es el caso del área de estudio presentada en este trabajo. Un punto por destacar es que para los mapas presentados en este documento la paleta de colores se modificó según lo indicado en el Decreto de Ley N° 32967-MINAE, el original y la modificación se observa en la tabla 1.

**Tabla 1:** Categorías de fragilidad ambiental según Decreto N° 32967-MINAE y modificación propuesta

Categoría Decreto	Fragilidad	Categoría modificada	Fragilidad
1	Muy alta	1	Muy alta
2	Alta	2	Alta
3	Moderada	3	Moderada
4	Baja	4	Baja
5	Muy baja	5	Muy baja

Fuente: Astúa y Lizano, 2011.

Para el desarrollo de toda la metodología se utilizaron treinta y cuatro capas de información geoespacial, estas se detallan en la tabla 2.

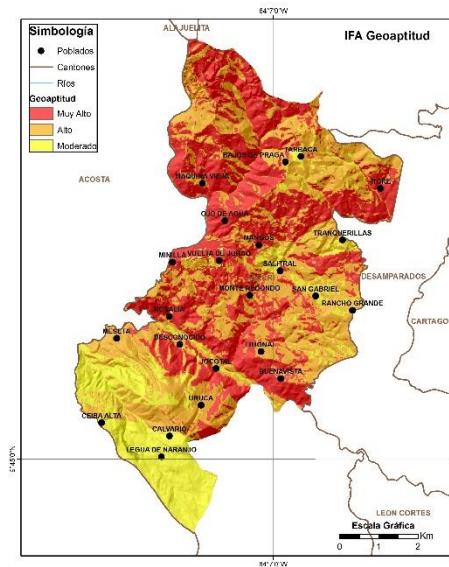
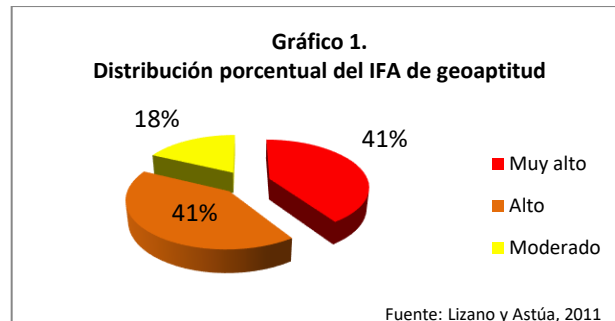
**Tabla 2:** Cantidad de variables utilizadas para determinar la fragilidad ambiental

Variables	Cantidad de variables
Geológicas	24
Biológicas	3
Edafológicas	3
Antrópicas	4

Fuente: Astúa y Lizano, 2011

## Discusión

Una vez que se dispone de los diferentes factores de geoaptitud con sus respectivas variables, sus tablas y calificación, se procede a elaborar el mapa de geoaptitud integrado; la producción de este mapa se obtiene por la suma algebraica simple de los factores de geoaptitud previamente elaborados. En la figura 1 se presenta el mapa de IFA de geoaptitud integrado para el área de estudio. Este representa la sumatoria de todos los factores de geoaptitud indicados de forma individual en el apartado anterior. De las cinco diferentes categorías de geoaptitud que pueden presentarse en el área de estudio, únicamente se plantean 3, que incluyen desde muy alta hasta moderada geoaptitud. Como se observa del mapa 12, las zonas de geoaptitud muy alta y alta corresponden sumadas, al 82% de todo el territorio que comprende al área de estudio (gráfico 1), en tanto las zonas de moderada fragilidad ambiental equivale apenas al 18% de toda el área.



**Figura 1: IFA Geoaptitud Área de Estudio**

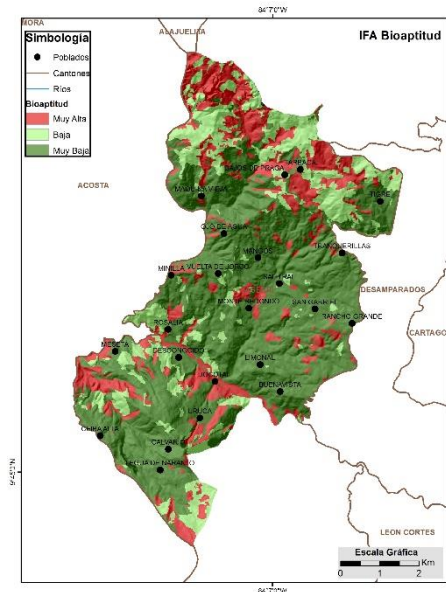
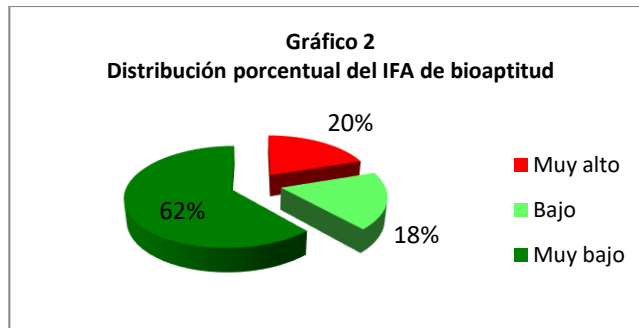
Se presentan tanto en las zonas montañosas como en los pequeños valles intramontañosos de la región, y sus factores limitantes más conspicuos corresponden con las presencias de formaciones sedimentarias meteorizadas, altas pendientes, alta erosión y sedimentación, y una muy alta susceptibilidad a los deslizamientos y a las amenazas naturales, tales como inundaciones o bien potencial fractura en superficie por fallas geológicas activas o potencialmente activas. Las zonas con estas categorías de geoaptitud, denotan muchas limitantes técnicas para las actividades antrópicas y su aptitud principal se orienta hacia usos más naturales.

Por su parte, las zonas de geoaptitud moderada se presentan en los sectores montañosos hacia la parte Sur del área de estudio, específicamente hacia el poblado de la Legua de los Naranjos que pertenece al distrito de Vuelta de Jorco. En las zonas montañosas estas áreas se presentan en aquellos casos en los que existe una fuente adicional, por ejemplo, potencial de fractura en superficie por fallamiento geológico activo o potencialmente activo, de amenaza natural que las regiones de geoaptitud moderada o intermedia. Estas partes presentan también limitantes técnicas

importantes para el desarrollo de actividades antrópicas, no tan intensas como las zonas de categoría de muy baja geoaptitud (según Decreto N° 32967-MINAE), pero lo suficientemente representativas para que sea válido el lineamiento de restringir su uso solamente a aquellas actividades humanas que puedan insertarse efectivamente y con seguridad, en esos terrenos.

Las zonas de geoaptitud intermedia o moderada representan un pequeño porcentaje del área de estudio, y se disponen en particular hacia el N-NE y S-SE a partir del poblado Meseta del distrito Vuelta de Jorco. Estas presentan mejores condiciones para el desarrollo de actividades antrópicas, no obstante, eso no implica que no existan limitantes técnicas importantes que deban tomarse en cuenta, en particular las vinculadas con el tema de vulnerabilidad a las amenazas naturales y a la geoaptitud por estabilidad de ladera. Finalmente, las zonas de geoaptitud muy alta y alta se presentan sobretodo alineadas con las mayores altitudes presentes en los tres distritos, y sobre regiones de depósitos de antiguos deslizamientos y deslizamientos activos. La fragilidad ambiental desde el punto de vista biológico para el área de estudio, se ha limitado a identificar aquellas zonas en donde se presentan, en la actualidad, biotopos naturales ambientalmente sensibles o frágiles. Para realizar esta aproximación, se utilizó como base la identificación de los diferentes tipos de uso de la tierra que se presentan en el área de estudio, haciendo particular énfasis en la separación de las áreas que presentan cobertura boscosa natural (bosque en equilibrio).

Dado el enfoque dirigido del análisis realizado en el presente estudio, es importante destacar que la presencia de cobertura boscosa natural se interpreta como un factor altamente positivo y atenuante respecto a las amenazas naturales por geoaptitud. De ahí que, las zonas en las que se presenta cobertura boscosa natural primaria se califiquen, para este caso específico, como una zona de muy baja fragilidad, lo que corresponde al 62%. Por su parte, las zonas que presentan cobertura boscosa natural secundaria se han calificado, por las razones expuestas, como de baja fragilidad, lo que corresponde al 18%. Las otras categorías de IFA biótico se han establecido por la presencia o ausencia de cobertura boscosa o vegetal sobre el suelo. En razón de esto, las áreas urbanas califican como zonas de muy alta fragilidad (20%) en torno a esta variable (gráfico 2) y como se puedes apreciar en la figura 2.



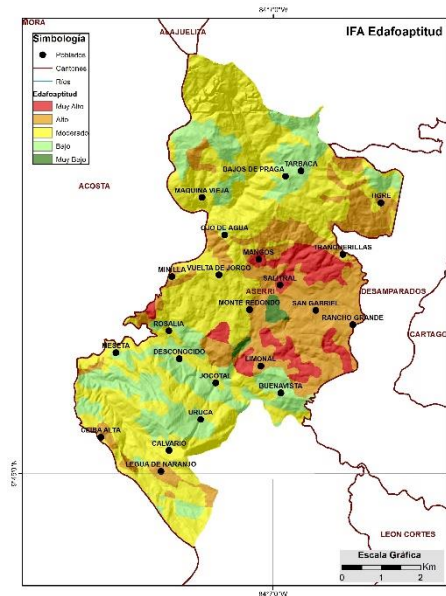
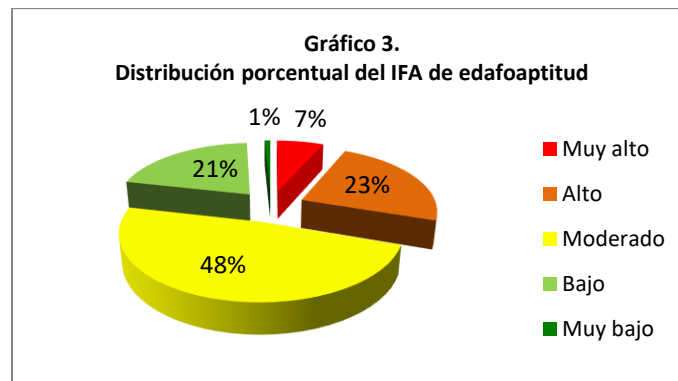
**Figura 2:** Bioaptitud Área de Estudio

Fuente: Lizano y Astúa, 2011

Las zonas de cultivos de café, pastos, pastos con árboles y plantaciones agroforestales forman parte de las categorías de alta fragilidad (20%). Debido a la finalidad específica que tiene el presente estudio, se han incluido las áreas de protección establecidas en la legislación vigente en el país, que para de este trabajo son pequeñas elongaciones de la Zona Protectora de los Cerros de Escazú en el sector de El Cedral en Tarbaca y la Zona Protectora del Cerro Caraigres en la parte Sur cerca del poblado de la Legua de Los Naranjos. Tampoco se ha considerado necesario incluir el tema de los corredores biológicos dentro del análisis, porque para la zona de estudio no existen y no hay iniciativas para la implementación a mediano y largo plazo. No obstante, se aclara que esta temática podría ser introducida de forma efectiva, en caso de que el objetivo del estudio implicara una planificación más integral del uso de la tierra para el área aquí analizada.

Con respecto a la variable edafoaptitud, se tiene que las categorías muy alta y alta fragilidad en torno al potencial agrícola para la zona y a las categorías de capacidad de uso, corresponde al

30%, y son donde se asientan las poblaciones de El Tigre en Tarbaca, Traquerrillas, La Trinidad y San Gabriel (gráfico 3) y en la figura 3.

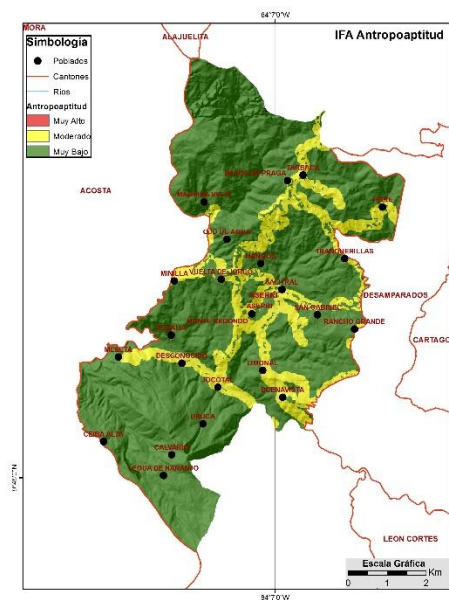


**Figura 3: Edafoaptitud Área de Estudio**  
Fuente: Lizano y Astúa, 2011

Una fragilidad moderada equivalente al 48%, predomina un potencial de fertilidad medio con una categoría de capacidad de uso con presencia de reforestación o cultivos permanentes, se encuentran principalmente en las zonas de Bajos de Praga, el Cedral en Tarbaca, La Legua de los Naranjo, Ojo de Agua y Vuelta de Jorco. Para las zonas donde se encuentra la fragilidad baja y muy baja (22%), es donde existen suelos poco fértiles y cuya capacidad de uso es el agropecuario (cultivos de café y pastos), ya que se encuentran en laderas de pendientes pronunciadas donde los suelos pierden su capacidad productiva debido a la gran erosión que se presenta durante la mayor parte del año.

En comunicación verbal con la Ingeniera Rebeca Soto Arce, Directora de la Gestión Urbana y Rural de la Municipalidad de Aserri, indicó que las áreas de potencial desarrollo urbano para el mediano y largo plazo, para la zona de estudio son las que se muestran en la figura 4, donde las áreas de una fragilidad moderada (color amarillo), son las que potencialmente en un plazo de tres a diez años, se transformarían por la acción humana, estas zonas es donde se localizan paralelas en las principales vías de comunicación, además de que el patrón que presentan los fraccionamientos de inmuebles en la región de estudio, se pueden catalogar de tipo familiar, es decir, son fincas grandes de las que se segrega una porción pequeña con el fin de construir una casa de habitación, por lo general el área fraccionada es de 120 metros cuadrados, siempre frente a calle pública; para el área de estudio no se han presentado grandes proyectos urbanísticos habitacionales.

La única infraestructura con un valor muy alto es donde se ubica la Casa de la Cultura en el poblado de San Gabriel, que es declarado como patrimonio histórico, en tanto el resto de las zonas aparecen con una fragilidad muy baja con respecto a la intervención humana por ser en su mayoría, sectores de difícil acceso y muy inestables como se mencionó en el mapa 12 de geoaptitud.

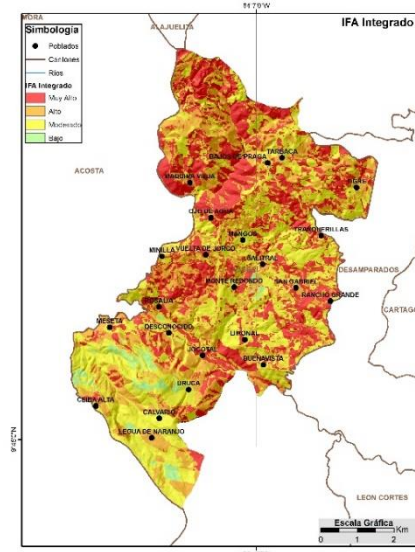
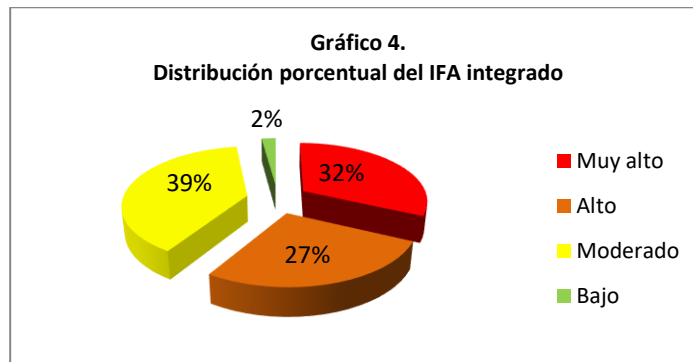


**Figura 4:** Antropoaptitud Área de Estudio

Las zonas de IFA alto corresponden al 27% (gráfico 4) del área total, de estudio por lo cual tiene un peso muy significativo y se presentan tanto en terrenos montañosos como en áreas de pendientes. En el primer caso, actúan nuevamente los factores de geoaptitud, capacidad de uso de la tierra y de cobertura boscosa. No obstante, en estos casos la condición de geoaptitud resulta más

significativa en razón de que las rocas son más blandas y la susceptibilidad a los procesos de erosión es mayor.

Las áreas que presentan una fragilidad muy alta corresponden al 32% de la zona de estudio (gráfico 5), dichas zonas se asientan principalmente donde se presentan pendientes muy fuertes y prácticamente todas las variables analizadas que dan como resultado el mostrado en la fotografía 11. Es importante resaltar que las zonas que corresponden a una fragilidad muy alta y alta, corresponden al 59% del área del estudio, lo que da como resultado que la zona es muy vulnerable ante diversos fenómenos que la pueden amenazar.



**Figura 5: IFA Integrado Área de Estudio**

Fuente: Lizano y Astúa, 2011

Las áreas del IFA integrado con una categoría moderada y baja, se presentan en las zonas de pendientes entre 0 y 20%. Los factores que determinan su condición son similares los indicados



para el caso anterior, excepto por el hecho de que el IFA antrópico no introduce un elemento negativo, con el desarrollo de zonas urbanas.

Las pocas zonas de IFA bajo (2%) se presentan en algunas partes de los sectores montañosos como en las zonas más planas. En el caso de las zonas montañosas se manifiestan predominantemente al Suroeste y la zona central del área de estudio, donde los factores limitantes de las variables de bioaptitud y antropaptitud, son menos significativos. El hecho de que los tipos de usos de la tierra, la capacidad de uso del suelo y el potencial de fertilidad de estos, son insignificantes para la zona.

En primer lugar, resulta claro que las principales zonas localizadas, en un gran porcentaje presentan un uso de la tierra inadecuado respecto a su condición de fragilidad ambiental. Estos terrenos, por su alta y muy alta condición de geoaptitud no son apropiados para ser utilizados para pastos o cultivos de café tradicionales. El uso más adecuado de estos terrenos es el de servir de asiento a bosques naturales, y todavía así seguirían siendo vulnerables a los procesos erosivos. Otros usos productivos deberían incorporar una serie de medidas ambientales que adapten esas actividades a las condiciones de fragilidad y geoaptitud de dichos terrenos. Sobresalen, por ejemplo, la necesidad de desarrollar buenas prácticas agrícolas y programas de control y manejo de procesos erosivos (fotografía 14).

Cabe destacar que referente al desarrollo de obras de infraestructura, estos terrenos solo deberían estar limitados a aquellas estrictamente necesarias y que, incluyan como parte de su diseño y construcción una serie de medidas de prevención y corrección ambiental. En esta perspectiva, obras de infraestructura calificables como menores, tales como residencias o caminos secundarios de penetración, no son recomendables, por su alta vulnerabilidad a los procesos naturales, y también, por servir de fuentes catalizadoras de procesos de inestabilidad; para ello se debe valorar el Código Sísmico que indica las características de los tipos de construcciones.

En segundo lugar, es importante destacar nuevamente el tema del desarrollo urbano para los tres distritos y sus alrededores respecto a las condiciones de fragilidad ambiental identificadas. Se ha mencionado que los principales núcleos urbanos de la zona se asientan principalmente sobre las vías de comunicación primarias. Tal es el caso de las comunidades de San Gabriel y Bajos de Praga en Tarbaca, con una fragilidad ambiental de moderada a alta, mientras que Vuelta Jorco centro posee una fragilidad muy alta. Como ya lo han demostrado los eventos de los últimos años, y más recientemente con el caso de la influencia indirecta del huracán Thomas el 4 de noviembre

del 2010. Esta circunstancia conduce a meditar acerca de las acciones futuras sobre el uso de esos territorios, los cuales deberían ser, por un lado, el desarrollo de medidas preventivas y correctivas, y, por otro lado, la planificación de nuevos usos del suelo en territorios menos vulnerables.

El desarrollo urbano hacia otros sectores diferentes a los señalados, debería estar limitado, en primera instancia a reconocer las limitantes técnicas implicadas, particularmente las relacionadas a la geoaptitud por amenazas naturales y estabilidad de ladera, y, en segundo lugar, a plantear soluciones técnicas apropiadas para superar las limitantes técnicas de forma tal que la condición de vulnerabilidad sea superada. A criterio particular es importante señalar que aquellos proyectos, obras o actividades que no puedan garantizar lo anterior, no deberían ser considerados como viables, y por tanto, no desarrollarse, ya que representarían una situación de riesgo que no debería ser autorizada por parte de las autoridades correspondientes.

### **Referencias bibliográficas:**

Astorga, A. 2004 a. Estudio Geológico para el desarrollo de una base técnica para el ordenamiento ambiental territorial de una parte del distrito de Orosí. Cantón de Paraíso. Provincia de Cartago, Costa Rica. Contratación Directa N° 128-2003, Informe de Avance. Informe técnico Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). p. 40.

Astorga, A. 2006. Introducción de la variable ambiental en la planificación territorial del cantón de La Unión. De conformidad con el Decreto Ejecutivo 32967 – MINAE. Costa Rica.

Baracchini, H. y Altezor, C. 2010. Historia urbanística de Montevideo, desde sus orígenes coloniales a nuestros días. Ediciones Trilce. Uruguay. p. 277.

Campos, N. 2005. Alguna Normativa Vinculante al Ordenamiento Territorial. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. Costa Rica. p. 160.

Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). 2005. Decreto Supremo N° 087-2004-PCM sobre Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). Lima, Perú.

Municipalidad de Grecia. 2003. Plan Regulador. Material de Consulta de la Legislación

Asociada a la Temática Urbana y Ambiental. Grecia. Costa Rica. p. 55.

Werner, G. y F. Bemmerlein-Lux. 1995. Ordenamiento territorial y planificación ambiental en Chile. Integration environment & energy / ECODEC. Santiago, Chile. p. 73.