

# PROPUESTA DE UN MODELO ANALÍTICO EN RED EN LA GESTIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS. CASO DE ESTUDIO: PARQUE NACIONAL COTOPAXI

Ricardo Pachacama<sup>1</sup>, Wilson Jácome<sup>2</sup>, Tomás Gómez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción; Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción; Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador

<sup>3</sup> Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia; Valencia, España  
rfpachacama@espe.edu.ec; wojacome@espe.edu.ec; tgomez@dpi.upv.es

## RESUMEN

Las áreas naturales del Ecuador enfrentan varios problemas ambientales, entre los cuales se encuentra el pastoreo, el cual que se realiza especialmente en el Parque Nacional Cotopaxi (PNC). En esta investigación se utilizó el modelo Analytic Network Process (ANP), con el objetivo de evaluar dicho problema y las alternativas de solución, a fin de mejorar la gestión participativa del parque y contribuir a la conservación de los ecosistemas y los recursos naturales. Para la construcción del modelo en red, se contó con un panel de expertos en manejo de áreas naturales, quienes determinaron los criterios más importantes para la evaluación del pastoreo en el PNC. Para la aplicación del modelo ANP, se determinaron los actores involucrados en la gestión del parque, a fin de recoger la información pertinente a través de encuestas y observaciones in situ, para la evaluación de los criterios y las alternativas de actuación. La tabulación de los datos se realizó utilizando el software Superdecisions 2.2.2, 2012, con lo cual se obtuvieron los pesos de los criterios utilizados para la evaluación del pastoreo y de las alternativas de actuación. Los resultados obtenidos sugieren que los criterios más importantes constituyen: las emisiones a la atmósfera por la quema de pajonales y la contaminación de las aguas superficiales, mientras que las alternativas de actuación con mayor preferencia fueron: el control de ingreso de ganado/delimitación física del parque, y alternativas de proyectos productivos.

Palabras clave: Analytic Network Process (ANP), pastoreo, gestión de áreas naturales.

## ABSTRACT

The natural areas of Ecuador face several environmental problems, one of them is the grazing, which takes place especially in the Cotopaxi National Park (CNP). In this paper, the Analytical Network Process (ANP) was use in order to evaluate such a problem and its alternatives solutions, to improve the participatory management of the park and contribute to the conservation of the ecosystems and the natural resources. In order to build the Network Model, and expert panel in natural areas management, was invited to cooperate to determine the criteria related to the grazing in the CNP. For the application of the ANP, the expert panel determined the stakeholders involved with the management of the park, with the purpose of getting the specific information through polls and site observations, for the evaluation of the criteria and the alternatives solutions. The main calculations were made by using the software Superdecisions

2.2.2, 2012, and so it was possible to obtain the weights for the criteria used for the evaluation of the grazing and its proposed solutions. The findings suggest that the main criteria are the atmospheric emissions due to burning of grazing areas (paramos), and water contamination; while the alternatives solutions with more preferences are: cattle entering control/physical delimitation of the park, and productive projects alternatives.

Keywords: Analytic Network Process (ANP), Grazing, Natural Park management.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El Parque Nacional Cotopaxi está ubicado en la Cordillera de Los Andes, en las provincias de Cotopaxi, Pichincha y Napo, a 60 km al sur de la ciudad de Quito, siendo su mayor elevación el volcán Cotopaxi con 5897 msnm. Éste parque está constituido por 60.47% de páramo, 22.82% de nieve o hielo, 13.41% de afloramiento rocoso y el 3.30% corresponde a cultivos de ciclo corto (maíz) y bosque plantado (Coello, 1996).

Esta área natural enfrenta varios problemas ambientales, que deben ser solucionados mediante una gestión participativa, a fin de que cumplir los objetivos de conservación de los ecosistemas y recursos naturales presentes en el área. Entre los principales problemas ambientales identificados se mencionan los siguientes: pastoreo de ganado, quema de páramos, cacería y pesca ilegales, y erosión. El problema del sobre-pastoreo en el Parque Nacional Cotopaxi es ya antiguo (Pugh, 2004). Pese a todas las actividades emprendidas, no se están adoptando medidas de consenso y diversos actores o grupos de interés sienten que ni sus intereses son tenidos en cuenta, ni conocen suficientemente los intereses del resto de actores.

En la solución de los diversos problemas ambientales, sociales y económicos, las MCDA (Multi criteria decision analysis) han resultado ser herramientas de gran ayuda, especialmente el ANP, el cual fue utilizado para el planteamiento del modelo de evaluación de los criterios y alternativas de actuación para el problema más importante del PNC, que es el pastoreo de ganado.

### ***A. Uso de técnicas MCDA para solución de problemas ambientales en áreas naturales protegidas.***

Las MCDA son técnicas que ayudan en la selección y la interpretación de indicadores de sostenibilidad, que actuarán como criterios en los modelos, y en la forma que ellos son evaluados y agrupados para elaborar un modelo de las preferencias del decisor (Ginevicius, 2009).

El método denominado Proceso Analítico en Red (*Analytic Network Process*, ANP), es un método propuesto por Thomas L. Saaty en el 2001, el cual es recomendable aplicar cuando el decisor se enfrenta a problemas en los que los elementos son interdependientes.

En este método ANP, se representa un problema de decisión como una red en la que son posibles las interdependencias entre todos sus elementos que lo componen, lo que permite una modelización más aproximada de la realidad.

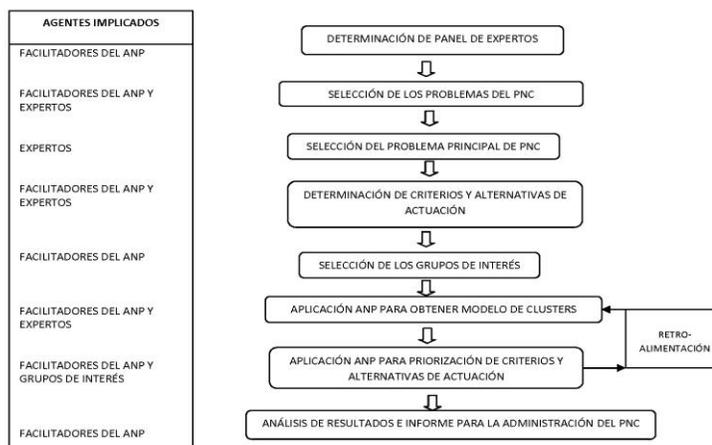
Es por ello, que establecer la gestión dentro de un área protegida se transforma en un problema complejo, que presenta una serie de criterios que involucran la participación de una serie de actores, para llevarlo de manera exitosa, lo que hace de la gestión, un problema multicriterio, que requiere de la participación de diversos expertos.

Algunos usos recientes que implican ANP en el campo de desarrollo sostenible son encontrados en la planificación de política estratégica (Erdoğmuş, 2006); dirección forestal (Partovi, 2002); determinación de la política energética apropiada (Utulas, 2005); o evaluación de presión ambiental (Gómez, 2009; Peris, 2011).

## II. Metodología

En esta investigación se utilizó el método ANP para diseñar un modelo de toma de decisión con el fin de establecer estrategias de gestión de problemas ambientales y que apoyen a los administradores de los Parques Nacionales a fin llevar una gestión exitosa (Figura 1).

**Figura 1.** Metodología Propuesta en la Investigación



En esta investigación se propone un modelo de decisión que permita establecer los criterios que influyen en la gestión de los problemas ambientales dentro de los parques nacionales o áreas protegidas con el aporte de expertos y grupos de interés (actores) que puedan influir en estas actividades.

Se trabajó con tres tipos de agentes implicados, (i) el grupo facilitador del proceso de priorización (autor del trabajo), (ii) un grupo de expertos para modelar el problema ambiental y (iii) los distintos grupos de interés relacionados con el Parque Nacional. Se contó con un experto en Manejo Sustentable de Recursos Naturales, quien es Ing. Geógrafo, con Maestría en Geografía Ambiental, así como varios cursos de postgrados a nivel nacional e internacional, además es Docente Universitario en Evaluación de Impactos Ambientales y Manejo de Recursos Naturales, por 15 años. Además un experto investigador, es Ing. Geólogo y PhD en Ciencias de la Tierra. Ha desarrollado múltiples investigaciones y publicaciones inherentes a temas ambientales, teniendo a su cargo de manera específica estudios sobre calentamiento global a través de mediciones del retroceso de los glaciares del Volcán Cotopaxi.

De acuerdo con la literatura revisada y las propuestas de los expertos, los criterios tomados en cuenta fueron:

### **CLÚSTER 1: DETERIORO DEL SUELO**

- C1: Erosión.**- se produce por las pisadas del ganado las cuales deterioran la estructura del suelo, quedando este expuesto a diversos tipos de erosión como: laminar, hídrica y eólica (Nunes, 2011; Blanco Sepúlveda, 2011)
- C2: Compactación del suelo.**- se produce por intenso pisoteo del ganado, lo cual hace que el suelo pierda su estructura, se pulverice y se compacte (Quiroga, 2009; Blanco, 2011).
- C3: Pérdida de cobertura vegetal.**- esta se produce por las pisadas del ganado que no permiten el crecimiento de nuevos rebrotes herbáceos y por acción directa del ganado en su proceso biológico ingesta de los nuevos rebrotes, que hace que se pierda la cubierta vegetal quedando el suelo desprotegido (Agnoletti 2007; Teague, 2011).

### **CLUSTER 2: CONTAMINACIÓN HÍDRICA**

- C4: Contaminación de aguas superficiales.**- esta se produce por los excrementos del ganado, los mismos que son arrastrados hacia las vertientes de agua, produciéndose la contaminación por compuestos químicos orgánicos e inorgánicos.
- C5: Contaminación de aguas subterráneas.**- se produce por la filtración de los contaminantes provenientes de los excrementos del ganado (Nautiyal, 2007).

### **CLUSTER 3: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

- C6: Incendios de pajonales.**- estas quemadas son producidas por los ganaderos, a fin de obtener nuevos rebrotes de pastizales para la alimentación del ganado. Esta práctica es muy habitual en los finqueros de la zona. Al realizar estas quemadas se producen emisiones gases de invernadero como CO<sub>2</sub>, además material particulado atmosférico como cenizas y hollines (Solomon, 2007).

### **CLUSTER 4: DERECHOS DE PROPIEDAD Y LÍMITES**

- C7: Tenencia de la tierra.**- el pastoreo del ganado está estrechamente relacionado con la problemática de los derechos de propiedad (títulos de tenencia de tierra), de algunas haciendas al interior del parque, por lo que existen aún varios hacendados que creen tener derecho al pastoreo de ganado. Además existen otros ganaderos que sin tener derecho de propiedad de terrenos, pasan con su ganado a realizar labores de pastoreo al interior del parque (Himley 2009; Solomon, 2007).
- C8: Delimitación del PNC.**- este problema es directamente relacionado con el pastoreo de ganado, ya que por ausencia de una delimitación física del parque, muchos ganaderos invaden los páramos para realizar labores de pastoreo (Himley, 2009).

### **CLUSTER 5: ASPECTO SOCIOECONÓMICO**

- C9: Oportunidades de trabajo e ingresos económicos.**- el pastoreo de ganado es una actividad económica de las poblaciones que viven en los páramos andinos, con lo cual las comunidades locales obtienen réditos económicos. Se debe intentar diversificar las oportunidades de ingresos económicos a partir del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del PN Cotopaxi (Barkmann, 2008).

**C10: Tradición pastoril.-** el pastoreo de ganado se ha venido realizando en los páramos andinos desde hace muchos años (MacLeod, 2006).

### **CLUSTER 6: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

**A1.** Delimitación física del parque y control de ingreso de ganado.- a fin de solucionar el sobrepastoreo de ganado en el PNC, es necesario llevar a cabo un control del ingreso del mismo, y no permitir que el ganado invada los límites del parque.

**A2.** Oportunidades de proyectos productivos.- para que los ganaderos locales dejen de hacer labores pastoriles, es necesario brindarles oportunidades y fuentes alternativas de ingresos, a través del desarrollo de proyectos comunitarios sustentables (Reed, 2006).

**A3.** Subsidio de pasturas.- a fin de que los ganaderos no realicen las labores de pastoreo en el interior del parque, es necesario suplir la necesidad de pasturas para el ganado a través de algún mecanismo de subsidio estatal.

## **III. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

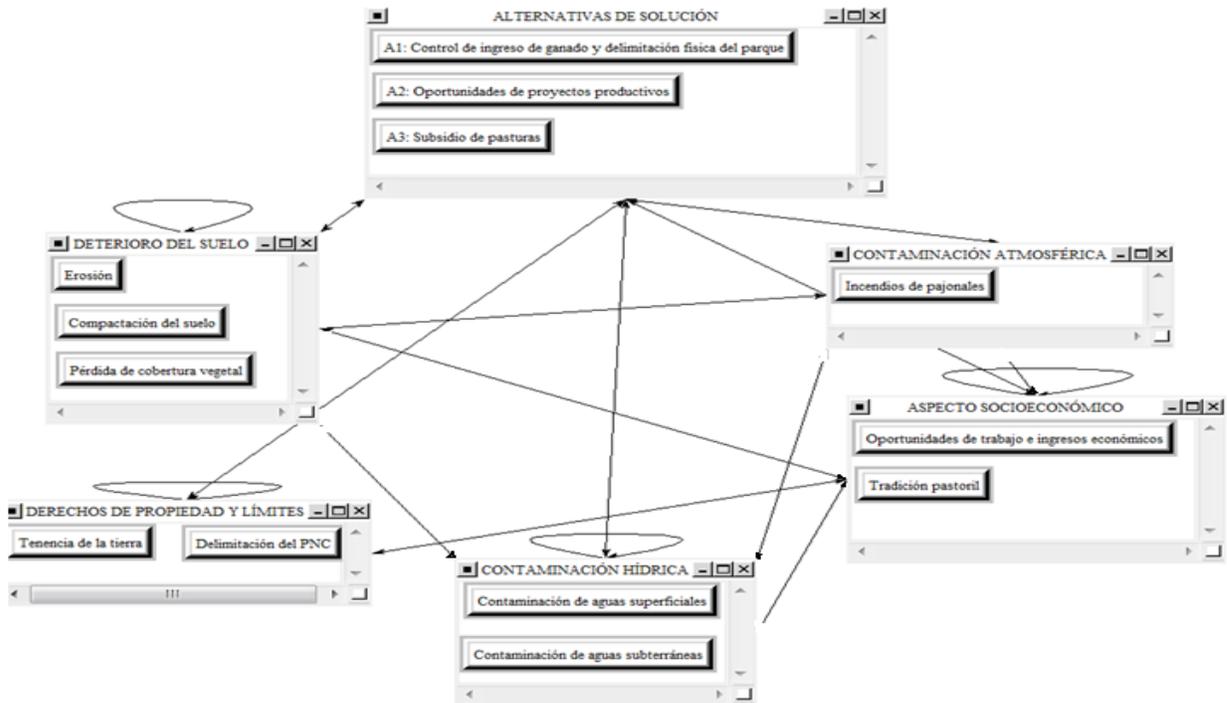
### **A. Modelo de toma de decisión**

De acuerdo con los expertos, la matriz de correlación se presenta en la Tabla 1 y el modelo analítico en red en la Figura 2.

**Tabla 1 . Matriz de correlación**

CLUSTERS	ELEMENTOS	DEGRADACIÓN DEL SUELO		CONTAMINACIÓN HÍDRICA		CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	DERECHOS DE PROPIEDAD Y LÍMITES		ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		
		Erosión	Compactación del suelo	Pérdida de cobertura vegetal	Contaminación de aguas superficiales	Contaminación de aguas subt.	Emisiones atmosféricas	Tenencia de la tierra	Delimitación del parque	Oportunidades de trabajo	Tradición pastoril	A1	A2
DEGRADACION DEL SUELO	Erosión		0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
	Compactación del suelo	1		1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
	Pérdida de cobertura vegetal	1	1		1	0	0	0	1	0	1	1	1
CONTAMINACIÓN HÍDRICA	Contaminación de aguas superficiales	0	0	0		1	0	0	1	0	1	1	1
	Contaminación de aguas subt.	0	0	0	1		0	0	0	0	1	1	1
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	Emisiones atmosféricas por quema de pajonales	1	1	1	1	0		0	1	0	1	1	1
DERECHOS DE PROPIEDAD Y LÍMITES	Tenencia de la tierra	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	1
	Delimitación del parque	0	0	0	0	0	0	1		1	1	1	1
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	Oportunidades de trabajo	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1
	Tradición Pastoril	0	0	0	0	0	0	1	1		1	1	1
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

**Figura 2.** Modelo de red de la investigación



### ***B. Selección de Panel de Grupos de Interés***

Para la participación de los actores implicados, se realizó la evaluación del modelo de decisión diseñado por el panel de expertos. Los grupos de interés se han seleccionado tomando en cuenta su relación con el parque nacional objeto de estudio, siendo estos los siguientes:

- a) **Autoridades: Guardaparques del PNC**
- b) **Operadoras turísticas: un representante**
- c) **Turistas. un representante**
- d) **Comunidades locales:** Fueron seleccionados dos representantes, uno vinculado con el sector ganadero de la Provincia de Cotopaxi, y otro que no tiene relación con la ganadería
- e) **Universidades:** fueron designados dos expertos, uno en gestión de áreas naturales, y un investigador en temas ambientales.

Por lo tanto, el panel del grupo de interés quedó compuesto por siete personas que representan a los grupos relacionados con el Parque Nacional y que poseen más influencia al momento de la toma de una decisión sobre pastoreo.

### ***C. Discusión de resultados***

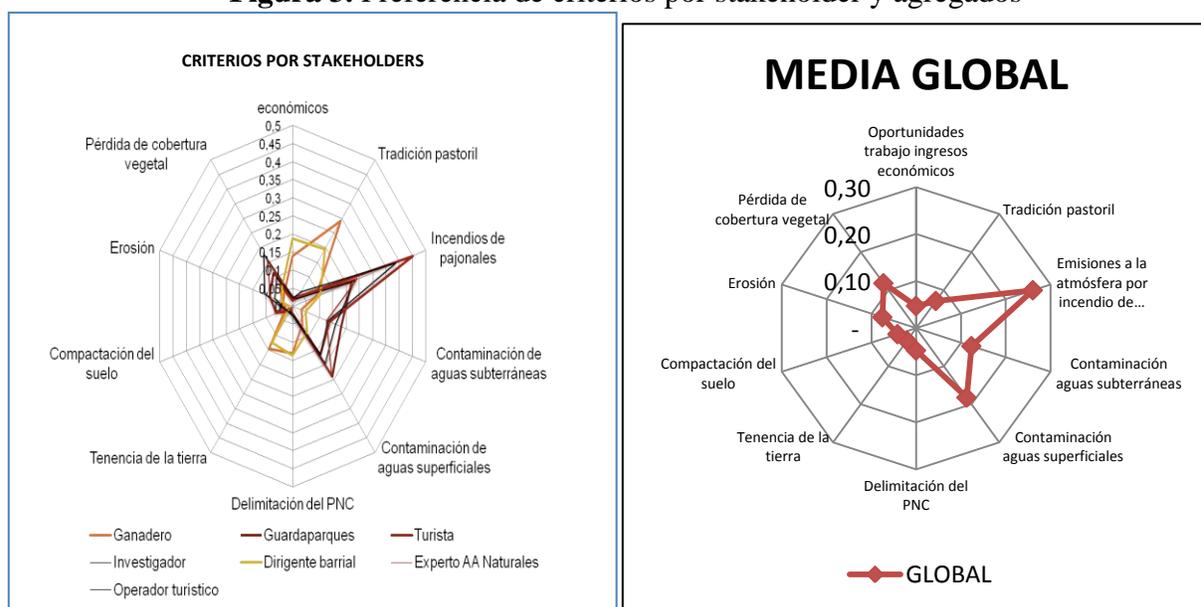
De acuerdo a los actores la supermatriz límite por actores y la supermatriz límite con valores promedio se muestran en la Tabla 2, las priorizaciones de los diferentes actores fueron promediadas con la media geométrica de acuerdo a la propuesta de Saaty, 2001. Además, los valores han sido normalizados en dos grupos generales: Alternativas de solución y Criterios.

**Tabla 2.** Resultados de de preferencias de Criterios y Alternativas

CLUSTERS	STAKEHOLDERS	Guardaparques PNC	Operador turístico	Turista Nacional	Ganadero	Dirigente Barrial	Experto en Áreas Naturales	Experto Investigador	Media Geométrica
	ELEMENTOS								
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	Delimitación física PNC	0,17	0,31	0,68	0,08	0,24	0,78	0,46	0,37
	Proyectos Productivos	0,65	0,63	0,24	0,69	0,28	0,15	0,26	0,44
	Subsidio de pasturas	0,18	0,07	0,08	0,23	0,48	0,07	0,28	0,19
ASPECTO SOCIO-ECONOMIC O	Oportunidades de trabajo	0,02	0,02	0,01	0,14	0,19	0,03	0,03	0,05
	Tradición pastoril	0,03	0,05	0,03	0,29	0,20	0,03	0,03	0,07
CONTAMINACION ATMOSFÉRICA	Emisiones atmosféricas	0,22	0,39	0,45	0,09	0,10	0,24	0,23	0,26
CONTAMINACIÓN HÍDRICA	Contaminación de aguas subterráneas	0,18	0,13	0,14	0,03	0,05	0,13	0,16	0,12
	Contaminación de aguas superficiales	0,24	0,17	0,17	0,06	0,09	0,24	0,20	0,18
DERECHOS DE PROPIEDAD Y LIMITES	Delimitación del parque	0,02	0,03	0,02	0,13	0,14	0,03	0,02	0,05
	Tenencia de la tierra	0,02	0,02	0,01	0,14	0,12	0,01	0,02	0,03
DEGRADATION DE SUELO	Compactación de suelo	0,06	0,03	0,05	0,03	0,01	0,07	0,03	0,04
	Erosión	0,09	0,07	0,04	0,04	0,04	0,08	0,11	0,08
	Pérdida de cobertura veg.	0,11	0,10	0,07	0,05	0,07	0,15	0,18	0,12

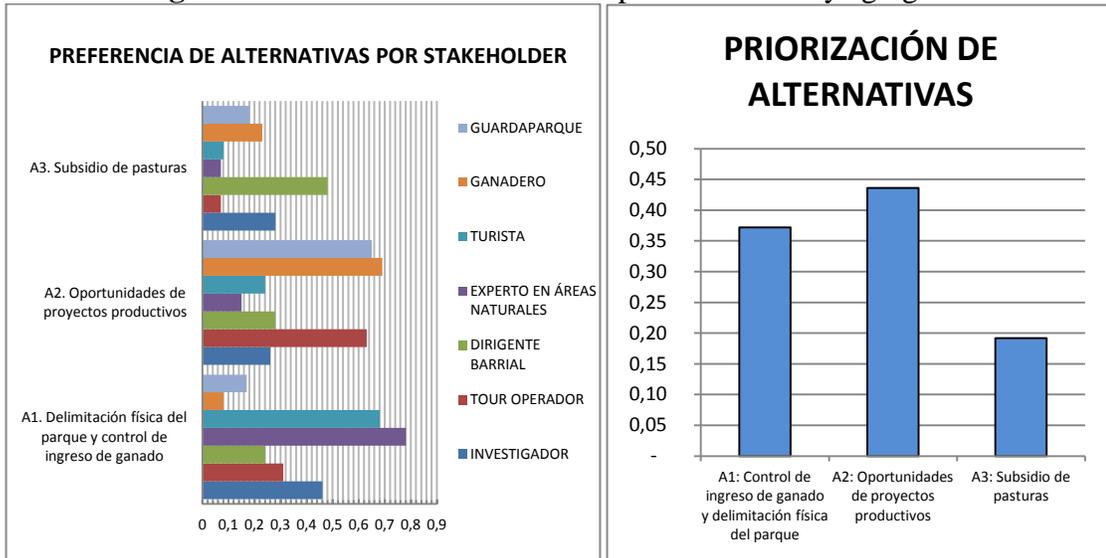
Por lo tanto los criterios de clasificación se muestran en la figura 3.

**Figura 3.** Preferencia de criterios por stakeholder y agregados



Y los resultados de la clasificación alternativas se muestran en la Figura 4.

**Figura 4.** Preferencia de alternativas por stakeholder y agregados



Como se muestra en la (Figura 3), las partes interesadas tienen opiniones muy diferentes sobre el pastoreo. Así el guardaparques considera que la “contaminación de aguas superficiales” (24%) y “emisiones a la atmosfera debido a la quema de pajonales” (22%) como las más importantes. El experto en áreas naturales considera que la “contaminación de aguas superficiales” (24%) y “emisiones a la atmósfera por quema de pajonales” (24%) como los más importantes. El investigador considera que los criterios ambientales más importantes son “emisiones a la atmósfera por quema de pajonales” (23%) y la “contaminación de aguas superficiales” (20%). Para el operador turístico, el criterio más influyente es “incendio de pajonales” (40%), seguido de “contaminación de aguas superficiales” (17%). El turista considera que el criterio más importante es “incendio de pajonales” (46%), seguido de “contaminación de aguas superficiales” (18%). Para el ganadero y el dirigente barrial, los resultados presentan tendencias diferentes a las anteriores anotadas; así, para el ganadero los criterios más influyentes son “tradición pastoril” (30%) y “oportunidades de trabajo e ingresos económicos” (14%), y para el dirigente barrial, los criterios más importantes son “tradición pastoril” (20%) y “oportunidades de trabajo e ingresos económicos” (17%).

Adicionalmente, en la Figura 4, se presentan los resultados de las alternativas de solución de los actores. Por lo tanto las alternativas “oportunidades de proyectos productivos” (69%) es preferido por el ganadero; la alternativa “delimitación física de parque y control de ingreso de ganado” (78%) es preferido por los expertos en áreas naturales y la alternativa “subsidio de pasturas” (48%) es el más preferido por el dirigente barrial. Las alternativas de solución obtenidas mediante el modelo ANP, se representan en la Figura 4. Por lo tanto, la priorización de alternativas obtenida es: las “oportunidades de proyectos productivos” (44%), “la delimitación física del parque y control de ingreso de ganado” (37%) y “subsidio de pasturas”(19%) la menos preferida.

#### **IV. Trabajos relacionados**

Análisis del Proceso Analítico en Red (ANP), en la investigación de alternativas tecnológicas para los cultivos de arroz dentro del Parque Nacional De L'Albufera en Valencia-España, en base a criterios de sostenibilidad económicos, ambientales y socioculturales, que recogen el carácter multifuncional del cultivo de arroz en dicha zona, a fin de seleccionar la alternativa tecnológica más ecológica (Reig, 2010).

También se puede mencionar el proyecto: Análisis del ANP en la gestión del Parque Nacional Archipiélago Los Roques en Venezuela, en donde se analizaron estrategias turísticas sustentables, en base a indicadores y criterios de sustentabilidad, los cuales han sido determinados por los agentes de interés involucrados en la gestión de dicho parque (García, 2010.).

#### **V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

Este trabajo presenta una nueva metodología para definir y evaluar la problemática ambiental dentro de un parque nacional. La metodología propuesta permite elaborar un modelo de decisión fomentando la participación de los actores involucrados, combinando los diferentes criterios de ambientales (agrupados según sus características) y tomando en cuenta la opinión de los actores más influyentes involucrados en el desarrollo sostenible del Parque Nacional.

En las estrategias seleccionadas como más viables es recomendable que el Ministerio del Ambiente de Ecuador, las ponga en ejecución y trate de incluir a través de algunos planes o políticas a los grupos de interés que no estuvieron de acuerdo con esta elección. Estos planes pueden ser llevados a cabo a través de proyectos comunitarios (producción de artesanías, guías turísticos, servicios de alojamiento, alimentación y transporte a turistas, capacitadores ambientales, etc.).

Formar un grupo de investigación interdisciplinario e interinstitucional, a fin de desarrollar otros modelos en base al análisis multicriterio, así como también en el análisis de redes sociales (ARS), que permitirá obtener modelos con una ponderación del nivel de influencia o poder de cada actor.

#### **Referencias Bibliográficas**

- Agnoletti, M. (2007). The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19th and 20th centuries: Implications for biodiversity and sustainable management. *Forest Ecology and Management*, 249(2), 5-17.
- Barkmann, J. (2008). 'Confronting unfamiliarity with ecosystem functions: The case for an ecosystem service approach to environmental valuation with stated preference methods,' Volume 65, Issue 1, 15: 48-62. *Ecological Economics*, 65(1,15), 48-62.
- Blanco, R. (2011). Influence of topographic and edaphic factors on vulnerability to soil degradation due to cattle grazing in humid tropical mountains in northern Honduras CATENA. 86 (2), 130-137.
- Coello, F. (1996). *Actualización del Plan de Manejo del Parque Nacional Cotopaxi*. Quito: INEFAN.
- Creative Decision Foundation. (2012). *Superdecision 2.2.2*.

- Erdoğmuş, Ş. (2006). Evaluation of alternative fuels for residential heating in Turkey using analytic network process (ANP) with group decision-making. *Renewable and Sustainable Energy*, 10, 269–279.
- García, M. (2010.). ‘An ANP Approach to Assess the Sustainability of Tourist Strategies for the Coastal National Parks of Venezuela’. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(4), 672-689.
- Ginevicius, R. (2009). Evaluating the changes in economic and social development of Lithuanian counties by multiple criteria methods. *Technological and Economic Development of Economy*, 15, 418-436.
- Gómez, T. (2009). An environmental pressure index proposal for urban development planning based on the analytic network process. *Environmental Impact Assessment Review.*, 29(5), 319–329.
- Himley, M. (2009). Nature conservation, rural livelihoods, and territorial control in Andean Ecuador *Geoforum*. 40(5), 832-842.
- MacLeod, N. (2006). Reconciling economic and ecological conflicts for sustained management of grazing lands. *Ecological Economics.*, 56(3), 386-401.
- Nautiyal, S. (2007). Adverse impacts of pasture abandonment in Himalayan protected areas: Testing the efficiency of a Natural Resource Management Plan (NRMP) . *Environmental Impact Assessment Review*, 27(2), 109-125.
- Nunes, A. (2011). Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal *Applied Geography.*, 31(2), 687-699.
- Partovi, F. (2002). Quality function deployment for the good of soccer. *European Journal of Operational Research*, 137(3), 642–656.
- Peris, J. (2011). ‘Prioritising local agenda 21 programmes using analytic network process. A Spanish case study. *Sustainable development*, 514.
- Pugh, J. (2004). Selling the Public on Sustainable Watershed Conservation. *Bulletin of Latin American Research*, 23(2), 303–318.
- Quiroga, A. (2009). Grazing effect on soil properties in conventional and no-till systems . *Soil and Tillage Research*, 105(1), Pages 164-170.
- Reed, M. (2006). An adaptative learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities,. *Ecological Economics*, 59(4), 406–418.
- Reig, E. (2010). A comparative análisis of the sustainability of rice cultivation technologies using the analytical network process. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 273-284.
- Saaty, T. (2001). *The Analytic Network Process. Decision Making with interdependence and feedback*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Solomon, T. (2007). Cattle-rangeland management practices and perceptions of pastoralists towards rangeland degradation in the Borana zone of southern Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, 82(4), 481-494.
- Utulas, B. (2005). Determination of the appropriate energy policy for Turkey,. *Energy*, 30(7), 1146–1161.