

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

Carrera Ingeniería Industrial



Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Industrial

TÍTULO:

**IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE MAYOR INCIDENCIA EN LA
DIMENSIÓN AMBIENTAL DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL GRUPO
MONTAÑOSO GUAMUHAYA.**

Autor:

Ledier Rouco Morfa

Tutores:

MCs. Elia Cabrera Álvarez

MCs. Yasmany Fernández Fernández

2015



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES.

Hago constar que soy el único autor de la investigación “Identificación de los factores de mayor incidencia en la Dimensión Ambiental del Desarrollo Sostenible del grupo Montañoso Guamuñaya.”, como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Ingeniería Industrial. Autorizo que la misma sea utilizada por la Universidad de Cienfuegos y por el CITMA, con los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total.

Firma del Autor:

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo cumple con los requisitos que debe tener una investigación de esta envergadura, referido a la temática señalada. Para que así conste y la presente sirva como aval firman:

MSc. Yasmany Fernández Fernández
Tutor

MSc. Elia Cabrera Álvarez
Tutora

Funcionario del CITMA

Agradecimientos...



A mí Dios todo poderoso infinitas gracias por todo lo que ha hecho en mi vida, por tantas bendiciones, y darme día a día, mas de lo que merezco.

Gracias a mi bella madre por su Amor Incondicional y su eterna dedicación.

A mi padre querido, que su ausencia física no le permitió ver este logro, pero que en mi corazón estará por siempre.

A todos mis hermanos, en especial al "Yasma" mi mejor amigo, pues sin su ayuda no lo hubiese logrado.

A mis tíos por su apoyo, confianza y palabras de aliento.

A mis compañeros de carrera por tantos años juntos y buenos momentos que extrañaré.

A mis hermanos en cristo por tenerme presente en sus oraciones.

A mis tutores por dedicarme parte de su tiempo y trabajo.

Y a todas aquellas personas que de un modo u otro ayudaron y son parte también de este sueño.

A todos, Muchas Gracias!!!

Dedicatoria...



DEDICATORIA

*...A mí Dios todo poderoso
A la memoria de mi padre.
A mi hermosa y amada madre...*

Pensamiento...



*“Cosas que ojo no vio, ni oído oyó, ni han subido
en corazón de hombre. Son las que Dios a
preparado para los que le aman.”*

1 Corintios 2:9

Resumen.

La necesidad creciente de contar con información adecuada, para tomar decisiones referentes a la protección y mejora del medio ambiente y para un seguimiento de las mismas en términos de un "desarrollo sostenible", así como satisfacer la demanda de información pública respecto a problemas ambientales relevantes, conforme a las condiciones del país, son dos causas importantes para que esta investigación se incorpore al proceso de concientización sobre la importancia de preservar y recuperar el medio ambiente. La siguiente investigación está basada en la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible del grupo montañoso Guamuhaya a través de un Análisis Estructural de la Prospectiva, contrastándose a la vez con el uso de técnicas estadísticas para llevar a cabo la identificación de los factores incidentes en la dimensión ambiental del ecosistema Montañas de Guamuhaya.

Una vez identificados los factores de mayor incidencia se procede a la realización de un diagnóstico final para la elaboración de estrategias de desarrollo local de la región de estudio mediante el análisis DAFO (Debilidades- Amenazas- Fortalezas- Oportunidades).

Abstract.

The growing necessity to have appropriate information, to make relating decisions to the protection and improvement of the environment and for a pursuit of the same ones in terms of a "sustainable development ", as well as to satisfy the demand of public information regarding outstanding environmental problems, according to the conditions of the country, they are two important causes so that this investigation incorporates to the process of informing about the importance of to preserve and to recover the environment. The following investigation is based on the identification of the factors of more incidence in the environmental dimension of the sustainable development of the mountainous group Guamuhaya through a structural analysis of the prospective one, being contrasted at the same time with the use of statistical techniques to carry out the identification of the incident factors in the environmental dimension of the ecosystem mountains of Guamuhaya.

Once identified the factors of more incidence you proceeds to the realization of a final diagnosis for the elaboration of strategies of local development of the study region by means of the womb's analysis WTSO (Weaknesses - Threats - Strengths - Opportunities).



Índice general.

Introducción.....	1
Capítulo I: “Marco teórico referencial sobre los modelos estadísticos-prospectivos en la identificación de factores ambientales que influyen en el desarrollo sostenible”.....	7
1.1. Evolución del concepto de sostenibilidad ambiental.....	7
1.2. Herramientas para la identificación de factores en función del desarrollo sostenible.....	11
1.3. Técnicas prospectivas en función del desarrollo sostenible.....	20
1.4. Paquetes informáticos de análisis de datos.....	23
1.5. Resumen de investigaciones enfocadas al desarrollo sostenible en ecosistemas de montañas frágiles en Guamuhaya.....	26
1.6. Conclusiones del capítulo.....	30
Capítulo II: “Procedimiento metodológico para la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible”.....	31
2.1. Justificación del procedimiento.....	31
2.2. Caracterización general del ecosistema Montañas de Guamuhaya.....	34
2.3. Descripción metodológica del procedimiento propuesto.....	36
2.4. Conclusiones del capítulo II.....	53
Capítulo III: “Implementación del procedimiento propuesto en el ecosistema Montañas de Guamuhaya”.....	55
3.1. Resultados de la aplicación del procedimiento.....	55
3.2. Conclusiones del Capítulo III.....	79
Conclusiones Generales.....	81
Recomendaciones.....	83
Referencia Bibliográfica.....	84
Bibliografía.....	87
Anexos.....	91



Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1: Análisis del coeficiente de correlación entre dos variables.	13
Ilustración 2: Concepto de Prospectiva (CESPAD, 2014).....	21
Ilustración 3: Procedimiento propuesto. (Elaboración propia).....	36
Ilustración 4: Esquema para la realización de un Análisis Factorial.....	41
Ilustración 5: Matriz de Análisis Estructural.....	44
Ilustración 6: Gráfico de Influencia x Dependencia.	47
Ilustración 7: Matriz de Influencias Directas (MID).....	68
Ilustración 8: Gráfico de secuencia cronológica según pronóstico.....	74

Índice de Tablas.

Tabla 1: Palabras clave de la prospectiva y estrategia.	22
Tabla 2: Tabla Patrón.	38
Tabla 3: Matriz DAFO (Análisis interno-externo).....	50
Tabla 4: Coeficiente de argumentación de los expertos.	65
Tabla 5: Resultados del coeficiente de competencia.	65
Tabla 6: Comparación de Resultados (Análisis Factorial-MICMAC).....	70
Tabla 7: Resumen de los factores detectados por el Análisis Factorial y el MIC-MAC.....	71
Tabla 8: Desempeño de los modelos de pronóstico. Elaboración propia.	73
Tabla 9: Pronóstico para el trienio 2014-2016.	73
Tabla 10: Porcentaje de ubicación del ecosistema y estrategia resultante del análisis DAFO.	75



Introducción.

En la actualidad, uno de los temas de mayor interés y atención a nivel mundial, está relacionado con los problemas del medio ambiente. La humanidad, a lo largo de su evolución, ha sometido la naturaleza y ha desarrollado estilos de vida incompatibles con su propia supervivencia. El desarrollo tecnológico e industrial sin racionalidad dirigido a la búsqueda del beneficio coyuntural a corto y mediano plazo, ha derivado un problema mayor como es el deterioro de la biosfera a niveles casi irreparables. Este modelo de producción se ha caracterizado por el uso excesivo de recursos de ecosistemas que no soportan la sobreexplotación intensiva, el consumismo desmedido e inapropiado que trae aparejado la contaminación del aire, el suelo y las aguas, el incremento del consumo de energía, la falta de educación ambiental, la deforestación, la pérdida de la diversidad biológica, la erosión de los suelos, la desertificación, los altos niveles de contaminación química de la atmósfera, el calentamiento de ésta con las posibles consecuencias en la transformación de los climas y el aumento del nivel del mar, debilitamiento de la capa de ozono, la disminución de los recursos hídricos, las dificultades en la disposición de residuos tóxicos, peligrosos y desechos radiactivos, la insuficiente cobertura de saneamiento y agua potable que se unen, además, a la dramática dimensión de la pobreza a que está sometida las $\frac{3}{4}$ partes de la humanidad. Estas son solo algunas de las causas que han ocasionado problemas ambientales severos y un aumento de la tendencia a la ocurrencia de desastres naturales ocasionados por el cambio climático (intensas lluvias, sequías extremas, olas de calor, de frío, huracanes, etcétera).

A partir de la implementación del Plan Turquino se brinda una atención especial al desarrollo económico y social de la zona montañosa del municipio de Cumanayagua (Montañas de Guamuhaya), al suroeste de la provincia de Cienfuegos. Su extensión territorial representa el 61 por ciento del área del municipio y el 16 por ciento del territorio cienfueguero; limita al norte con la Empresa Pecuaria La Sierrita y al oeste con las provincias de Villa Clara y Sancti Spiritus y su punto más elevado es el Pico San Juan con 1156 m de altura sobre el nivel del mar.

A través de este plan se viene aplicando un conjunto de medidas encaminadas a impulsar el desarrollo socioeconómico en esta región, así como fortalecer la repoblación forestal en interés de la defensa, flora y la fauna, creando para ello las condiciones básicas en los asentamientos



poblacionales en estas zonas, para lo que se ha invertido cuantiosos recursos tanto en la esfera productiva como en la social.

El Plan Turquino se ratifica como Programa Integral que sirve de soporte a la estrategia de la defensa del país, al impulsar el desarrollo político, social y económico de los diferentes territorios de montaña sobre la base de la autosustentabilidad como principio del desarrollo, con alcance al autoabastecimiento alimentario, de acuerdo a las necesidades tanto de tiempo de paz, como de situaciones excepcionales.

La **situación problemática** muestra que en la actualidad se utilizan un grupo de indicadores con análisis sectoriales, que no siempre responden a los intereses futuros del ecosistema, son en realidad elementos que caracterizan las actividades y no dan todo el potencial para una toma de decisión integrada.

En los ecosistemas montañosos, los bosques cubren 9500 km² de su superficie y se calcula que 50 % de ellos están dañados, siendo la región central la que presenta peor situación ecológica, viéndose amenazados fundamentalmente por la tala y quema indiscriminadas, la práctica incorrecta de la siembra de algunos cultivos, el uso inadecuado de la tierra además de la práctica de la caza furtiva.

Como consecuencia de estos fenómenos se acentúa la pérdida de la capa vegetal, convirtiéndose gran parte de su superficie en suelos erosionados y pobres lo cual influye en gran medida en los bajos rendimientos agrícolas que se aprecian en estas regiones y el abandono de muchas áreas, lo que unido a la deforestación y las abundantes lluvias, contribuyen negativamente con el arrastre de los suelos, que son depositados en zonas llanas afectando los numerosos embalses que han sido construidos en la pre montaña.

Otro fenómeno importante presente en el macizo montañoso lo constituye la contaminación de las aguas superficiales, al no recibir tratamiento los residuales, provenientes fundamentalmente de las despulpadoras de café y de las instalaciones productivas como son vaquerías, centros porcinos y otros. También los albañales domésticos constituyen una amenaza para la salud de la población al verterse en arroyos y ríos de los que se sirve la población; aguas abajo para su consumo directo sin un tratamiento previo, causa fundamental de la presencia de enfermedades diarreicas en la población.



En nuestro país ya existen investigaciones que abordan la evolución del pensamiento económico, social y ambiental, desde la perspectiva medioambiental y su contribución al escenario actual del desarrollo sostenible. Los principales resultados obtenidos se refieren a evaluar el desarrollo sostenible en un ecosistema de montaña, aplicando la metodología PER¹ y la Instrucción Metodológica para el Ordenamiento Territorial de IPFF², 2008, así como la conformación de un Índice de desarrollo sostenible (IDS³), que identifica el comportamiento de la zona, por áreas temáticas seleccionadas hacia la consecución del desarrollo sostenible; también existe un procedimiento para su evaluación en el ecosistema montañoso Guamuhaya utilizando modelos estadísticos-matemáticos, que favorecen el diagnóstico de la región y la agrupación de las principales variables evaluadoras del desarrollo sostenible, con visión futura atendiendo a las dimensiones (económica, social y ambiental), existe un estudio de variables claves del sistema productivo del Grupo Montañoso Guamuhaya utilizando netamente la prospectiva desde un análisis subjetivo. Es válido destacar la pertinencia de los métodos estadísticos, que parten del uso de variables cuantitativas con los cuales se complementa el análisis subjetivo de la prospectiva y que actualmente no está presente en las investigaciones recientes efectuadas en la región.

Se plantea como **problema científico** de la investigación que: *“No se identifican estudios en el contexto montañoso regional y nacional, que permitan la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible vinculando las técnicas prospectivas y estadísticas matemáticas.”*

El **objeto de estudio** de la presente investigación es *“el proceso de identificación de factores del desarrollo sostenible en ecosistemas de montaña”* y el **campo de acción** es *“la aplicación de modelos estadísticos-prospectivos para la identificación de factores más incidentes en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya”*. Cumanayagua-Cienfuegos.

¹ PER: Presión - Estado - Respuesta

² IPFF: Instituto de Planificación Física

³ IDS: Índice de Desarrollo Sostenible



El **objetivo general** que persigue esta investigación está centrado en:

“Diseñar un procedimiento metodológico que permita la identificación de factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya.”

Los **objetivos específicos** que se derivan son los siguientes:

- ✓ Investigar los fundamentos teóricos del desarrollo sostenible y su vínculo con los métodos estadísticos – prospectivos aplicados en los ecosistemas montañosos de Cuba.
- ✓ Identificar los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en ecosistemas de montaña, a partir de las variables clave.
- ✓ Implementar el procedimiento propuesto, en el ecosistema “Montañas de Guamuhaya”, Cumanayagua, Cienfuegos.
- ✓ Proponer acciones que contribuyan a reducir los problemas ambientales detectados.

Las **tareas científicas** a realizar para dar cumplimiento a los objetivos planteados resumen:

1. Consulta a expertos en la materia.
2. Conformación de la matriz de datos.
3. Verificación de los supuestos para las pruebas estadístico – prospectivas utilizadas.
4. Elaboración del diagnóstico inicial del ecosistema desde la perspectiva ambiental.
5. Identificación de las variables clave (internas y externas) mediante el Análisis Estructural de la Prospectiva.
6. Identificación de las variables clave mediante el Análisis Factorial.
7. Obtención de modelos de regresión lineal para las variables más significativas.
8. Comparación de los resultados obtenidos por ambas técnicas para decidir las variables claves finales.
9. Plantear modelos de pronóstico y pronosticar el trienio 2014-2016 utilizando Series de Tiempo.
10. Realización del análisis DAFO en función de los factores de mayor incidencia de la dimensión.



Lo anteriormente expuesto queda planteado con el fin de exponer la siguiente **idea a defender**:

“ La elaboración de un procedimiento metodológico, que explique el comportamiento actual y futuro de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible, en el ecosistema montañoso Guamuhaya, (Cumanayagua, Cienfuegos), posibilita la identificación de los factores de mayor impacto en el medio ambiente y la elaboración de un plan de acciones que estimule el desarrollo local sostenible en la región.”

La **investigación queda justificada al tener**:

- **Conveniencia:** La investigación tiene en cuenta la situación actual y futura del ecosistema montañoso Guamuhaya.
- **Relevancia social:** Al identificar los factores de mayor incidencia de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en un ecosistema de montaña, se contribuye al desarrollo local en tanto hablamos de la preservación del ecosistema, control de proyectos comunitarios y de ordenamiento territorial sostenibles.
- **Aporte metodológico:** En la aplicación de un procedimiento para el perfeccionamiento de la evaluación, control y seguimiento de la sostenibilidad ambiental en los ecosistemas de montaña, con carácter lógico, pertinente, racional, sistemático y sistémico teniendo en cuenta el marco institucional nacional, constituyendo la base metodológica para adecuarlo a otros sistemas montañosos del país.
- **Aporte práctico:** La *aplicación y validación* del procedimiento propuesto para la identificación de los factores de mayor incidencia en el ecosistema, apto para ser aplicado a los restantes ecosistemas montañosos de Cuba pertenecientes al Plan Turquino.

La **estructura** capitular es la siguiente:

Capítulo I- “Marco teórico referencial sobre los modelos estadísticos-prospectivos para el desarrollo sostenible”: En este capítulo se expone el marco conceptual del desarrollo sostenible desde el punto de vista ambiental, se realiza un estudio de la utilización de los métodos estadísticos y la prospectiva en el mundo, Cuba y Cienfuegos.

Capítulo II- “Procedimiento metodológico para la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible”: En este capítulo se realiza un



procedimiento que entre otros aspectos propone un diagnóstico inicial del ecosistema, la identificación de las variables clave y sus interrelaciones para plantear los factores ambientales más significativos, se estiman y pronostican los factores ambientales identificados, se realiza un análisis estratégico a través de la matriz DAFO para finalmente diagnosticar la región de acuerdo a los resultados de la aplicación.

Capítulo III- “Implementación del procedimiento propuesto en el ecosistema Montañas de Guamuhaya. Cumanayagua Cienfuegos”: En este capítulo se aplica el procedimiento diseñado en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, de forma tal que se cumpla el objetivo general y los específicos demostrando así la validez del procedimiento propuesto.

Los **métodos teóricos** que se evidencian son los siguientes:

- **Histórico-Lógico:** Reconocido a través de la trayectoria descrita alrededor del objeto de estudio.
- **Analítico-Sintético:** La multidimensionalidad del desarrollo sostenible también realza la necesidad de tomar en consideración los nexos existentes entre una dimensión y otra; es decir, aquellos temas que, por su naturaleza, encierran más de una dimensión.
- **Inductivo-Deductivo:** Existe un tránsito de lo general a lo particular. A través de los factores comunes existentes en el ecosistema frágil cubano se describe el ecosistema Montañas de Guamuhaya.
- **Hipotético-Deductivo:** A partir de estudios realizados hasta el 2013 pueden surgir nuevos conocimientos con una previsión del futuro.
- **Empírico:** Evidenciado en el análisis de documentos y entrevistas semiestructuradas y encuestas.

Los **métodos estadísticos** utilizados fueron:

- ✚ *Análisis Exploratorio de Datos (EDA).*
- ✚ *Estimación Puntual y por Intervalos de Confianza.*
- ✚ *Análisis de correlaciones.*
- ✚ *Análisis Factorial.*
- ✚ *Pruebas de Hipótesis no Paramétricas.*
- ✚ *Series de tiempo.*

Capítulo I: “Marco teórico referencial sobre los modelos estadísticos-prospectivos en la identificación de factores ambientales que influyen en el desarrollo sostenible”.

El ambiente, es ese espacio físico y social dominado y excluido a veces por la racionalidad económica. No es el medio que circunda a las especies y a las poblaciones, es una categoría sociológica (y no sólo biológica) relativa a una racionalidad social configurada por comportamientos, valores y saberes.(Leff. E, 1997).

Todo ello justifica la importancia de realizar estudios que evidencien la percepción que tiene una comunidad sobre cualquier problemática existente, de manera tal que le permita establecer estrategias para el diseño de un modelo de desarrollo sostenible. En este capítulo se expone el marco conceptual del desarrollo sostenible desde el punto de vista ambiental, se realiza un estudio de la utilización de los métodos estadísticos y la prospectiva en el mundo, Cuba y Cienfuegos aplicados a la identificación de factores ambientales.

1.1. Evolución del concepto de sostenibilidad ambiental.

Existen múltiples interpretaciones referentes a los conceptos de “desarrollo sostenible”, “desarrollo social” y “sostenibilidad ambiental”. Ello implica la necesidad de que en cada país, o región se precise qué significa, para los actores participantes en el proceso de gestión, cada término. En principio, ninguno de los tres objetivos del desarrollo sostenible (económico, ambiental y social) se mide actualmente con parámetros compatibles. Los indicadores empleados para cuantificar cada objetivo no tienen un denominador común ni hay fórmulas de conversión universales. El crecimiento económico se mide con indicadores económicos, el desarrollo social se determina sobre la base de parámetros sociales y la sostenibilidad ambiental se establece en términos físicos y biológicos. En consecuencia, **cada uno de los tres objetivos se encuentra en diferentes planos de evaluación.** Para resolver el problema práctico, hay que concebir un proceso de gestión que permita que el ser humano —el actor principal— pueda tomar decisiones, a pesar de la falta de claridad conceptual y bases teóricas, con los siguientes fines:

1. Lograr el crecimiento económico, social y la sostenibilidad ambiental en los ámbitos de gestión, como una forma de alcanzar el desarrollo sostenible.
2. Determinar qué intercambios debe haber entre estos tres objetivos en una determinada región y entre regiones.
3. Facilitar el conocimiento, por parte de los actores involucrados, del tipo de intercambios viables y de su valor.
4. Determinar en qué momento se alcanza el equilibrio correspondiente al desarrollo sostenible que satisface a los actores de la región en desarrollo.

1.1.1. Visiones del concepto de sostenibilidad ambiental.

- ✓ **La visión generacional**, que es la definida por la Comisión Brundtland de 1987 en las Naciones Unidas, en la cual es concebida como un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades.
- ✓ **La visión ecológica**, donde se define como la mejoría cualitativa de las condiciones de vida, sin un crecimiento o incremento cuantitativo en cierta escala, que no sobre pase la capacidad de sustentación del ambiente para regenerar los insumos de materias primas y absorber los efectos negativos.
- ✓ **La visión radical**, que se considera como un proceso de mejoría de la calidad de vida de todas las personas, basado en el nivel local y que desencadena la toma del poder progresivo por parte de sus protagonistas.
- ✓ **La visión tecnicista**, definida por organizaciones internacionales, donde el Desarrollo Sostenible es concebido como la gestión y la conservación de la base de recursos naturales y la orientación de los cambios tecnológicos para asegurar y alcanzar la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras.

Es relevante el análisis de Yurjevic (1996) [12] en cuanto a los niveles de visión respecto a lo que expresa el concepto de desarrollo sostenible: *“para el planeta, preocupa la estabilidad de la biosfera; para el país, adquiere las características propias de su modelo de desarrollo y que pueda ser*

*transformado en políticas por las autoridades públicas y para **el ciudadano**, tiene sentido si conduce a una calidad de vida que responda a sus necesidades como ser humano”.*

Para dejar precisado el cambio conceptual, se denomina al desarrollo como sostenible, cuestión clave, pues si una sociedad decide orientarse hacia la sostenibilidad, Virderman (1993)[13], sugiere cinco áreas donde la misma debe cambiar: “a) **equidad y ecología** deben ser consideraciones primarias en la proyección e implementación de todas las políticas, particularmente políticas económicas; b) **humildad y restricciones** caracterizará “nuestras” acciones, c) **suficiencia** debe reemplazar a **eficiencia** y las personas deberán distinguir entre necesidades y deseos; d) **escala de derechos y comunidad** deberán regir como fundamentos para todas las políticas; e) **diversidad**, tanto humana como biológica, deberán ser preservadas y defendidas”.

La definición de desarrollo sostenible se sustenta en la incorporación de los siguientes elementos a la conceptualización de desarrollo. (Maria Ileanis Mena, 2006).

- ❖ **Dimensión temporal:** a través de la toma de conciencia sobre los efectos de las acciones del presente para las condiciones de vida en el futuro.
- ❖ **Sostenibilidad ambiental:** considerando que hasta la fecha en la conceptualización del desarrollo predominaban enfoques netamente económicos (orientados al crecimiento) o socioeconómicos (orientados a la modernización y/o a la equidad social), en esta se asume que sostenibilidad ambiental es condición imprescindible para asegurar la satisfacción de las futuras generaciones.
- ❖ **Orientación participativa:** indica que la efectividad de las políticas de desarrollo sostenible requiere de altos niveles de aceptación por parte de los ciudadanos, siendo necesario involucrar a los mismos de manera efectiva para su logro.
- ❖ **Dimensión procesal:** entendiendo al desarrollo sostenible no como un estado de armonía fijo, sino más bien como un proceso constante de cambio en el cual es necesario dar seguimiento al uso de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación de los procesos tecnológicos y la pertinencia de las instituciones en relación a las necesidades presentes y futuras.
- ❖ **Reticularidad:** en la consideración simultánea e integrada de diferentes objetivos de desarrollo, tanto económicos, como sociales y ambientales”.

1.1.2. Conceptualización cubana de sostenibilidad ambiental.

La situación ambiental del país no puede dejar de enmarcarse dentro del proceso histórico, económico y social por el que se ha transitado y por su vinculación y efectos producidos sobre el medio ambiente. (EAN, 2012).

- ✓ Es el proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”
- ✓ ... “un proceso donde las políticas de desarrollo económico, científica, tecnológicas, fiscales, de comercio, energía, agricultura, industria, de preparación del país para la defensa y otras, se entrelazan con las exigencias de la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, en un marco de justicia y equidad social”

Programas ambientales cubanos.

Se incluyó la dimensión ambiental en la Ley Tributaria (1994); la Ley de Minas y su Reglamento; la Ley de Inversión Extranjera; se prevé su inclusión en la Ley de Hidrocarburos y la Ley del Suelo así como en el Ordenamiento Territorial y el Urbanismo. Se elaboró una nueva Ley del Medio Ambiente, acorde a las nuevas condiciones que se presentan en el país, la cual fue aprobada en 1997 por la Asamblea Nacional del Poder Popular. Como parte de estas transformaciones, se editaron resoluciones sobre la evaluación de impacto ambiental, que fortalece esta concepción para las inversiones nacionales y extranjeras a realizar, sobre la inspección ambiental estatal; los desechos peligrosos; las sustancias que agotan la capa de ozono; la diversidad biológica; los cambios climáticos y el desarrollo de la montaña entre otras. Entre los programas ambientales cubanos se destacan:

- ✓ **EAN. Estrategia Ambiental Nacional:** Son objetivos de esta Estrategia Ambiental Nacional indicar las vías idóneas para preservar y desarrollar los logros ambientales alcanzados por la Revolución, superar los errores e insuficiencias detectadas e identificar los principales problemas del medio ambiente en el país, que requieren de una mayor atención en las condiciones actuales,

sentando las bases para un trabajo más efectivo, en aras de alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible.(EAN, 2012).

- ✓ **Plan Turquino:** Programa de desarrollo fundado por el Consejo de Estado de Cuba el 2 de junio de 1987 con el propósito de lograr un desarrollo integral y sostenible de las zonas montañosas y de difícil acceso del país, conjugando armónicamente los requerimientos productivos con el desarrollo social, la conservación de la naturaleza, y el fortalecimiento de la defensa del país, e integrando en sus acciones a los organismos e instituciones involucrados en ese proceso.

1.2. Herramientas para la identificación de factores en función del desarrollo sostenible.

1.2.1. Principales métodos estadísticos aplicados al desarrollo sostenible.

La mayoría de los métodos de análisis estadísticos implican la estimación de valores de parámetros y, generalmente, incluyen su comparación con un valor hipotético o la valoración de sus diferencias. En la mayoría de los experimentos interesan las diferencias entre los promedios de las unidades que han recibido el mismo tratamiento, o que pertenecen al mismo grupo y, para sacar conclusiones válidas, se considera que la opción natural es la aplicación de pruebas estadísticas. Cuando se comparan alternativas tecnológicas, se quiere saber si las diferencias que se encuentran en la muestra corresponden a diferencias en la población.(Antonia Vargas Sabadías, 2006).

Entre los métodos a los que se recurre con mayor frecuencia en la evaluación de alternativas se encuentran:

Análisis Exploratorio de Datos: Los métodos exploratorios son considerados por algunos autores como una nueva rama de la Estadística. Otros, entre los que podemos citar a Good, les restan importancia. La realidad es que las técnicas que proporcionan, con la ayuda del ordenador, están adquiriendo cada día mayor relevancia. Las nuevas técnicas ponen el acento en el análisis de la forma, jugando un papel importante las representaciones gráficas. La principal dificultad que ofrecía la media aritmética era su sensibilidad a cambios de valores extremos. Por ello, se buscan nuevos índices de localización «*resistentes*» (poco afectados por el influjo de valores extremos), y «*robustos*» (poco influenciados por las desviaciones de los postulados iniciales como la exigencia de la normalidad del modelo). La media aritmética carece de estas dos cualidades. La mediana, sin

embargo, aunque no es un índice robusto, sí es resistente, y juega un papel importante en el «Análisis Exploratorio de Datos». Junto a la mediana, se utilizan como índices de localización: el «promedio de cuartiles», la «centrimedia» y las «medias recortadas» entre las que vamos a considerar la «trimedia» y la «mediana extendida» (Michel GODET & Jacques ARCADE, 2004).

Estimación de funciones de variables, que en el caso más simple, consiste en asociar una variable dependiente con una o varias independientes, por medio de modelos de regresión. Estos modelos dan idea de la estructura de variación y de la relación entre las variables independientes, lo que contribuye al mejor conocimiento del sistema.

Comparación de funciones de variables. En este caso se utiliza más de una variable y la comparación tiene en cuenta la variación simultánea de las variables y la magnitud de su variación relativa. En algunos casos se asigna o define un valor indicativo de la importancia de cada variable; la técnica estadística más utilizada es el análisis multivariado de varianzas, que permite detectar las diferencias de los tratamientos para el conjunto de variables estudiadas. La naturaleza de estas pruebas es más difícil de entender y los cálculos son más laboriosos, pero los resultados son más concluyentes que en el caso de pruebas univariadas.

Análisis de Correlaciones: Las correlaciones miden cómo están relacionados las variables o los órdenes de los rangos de acuerdo a la escala de medición. Antes de calcular un coeficiente de correlación, se inspeccionan los datos para detectar valores atípicos (que pueden generar resultados equívocos) y evidencias de una relación lineal. Una medida de la relación lineal entre dos variables cuantitativas es definida por:

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

- **Definición (Coeficiente de correlación lineal de Pearson):** Se define este coeficiente como el cociente entre la covarianza y el producto de las desviaciones típicas de ambas variables en la muestra:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}}, \quad S_{zz} = \frac{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}{n} \quad z = x, y$$

Propiedades:

1. Su valor siempre está entre -1 y 1.
2. Si la relación es directa, la banda en que están las observaciones crece al movernos de izquierda a derecha, $r > 0$.
3. Si la relación es inversa, la banda en que están las observaciones disminuye al movernos de izquierda a derecha, $r < 0$.
4. Si la relación es directa y muy fuerte, la banda en que están las observaciones crece al movernos de izquierda a derecha y esta es casi un segmento de recta, r es aproximadamente 1.
5. Si la relación es inversa y muy fuerte, la banda en que están las observaciones disminuye al movernos de izquierda a derecha y esta es casi un segmento de recta, r es aproximadamente -1.
6. Si la relación es muy débil r es aproximadamente cero.

El análisis de correlación emplea métodos para medir la significación del grado o intensidad de asociación entre dos o más variables. El concepto de correlación está estrechamente vinculado al concepto de regresión, pues, para que una ecuación de regresión sea razonable los puntos muestrales deben estar ceñidos a la ecuación de regresión; además el coeficiente de correlación debe ser: (Carlos Bouza, 2010).

- Grande cuando el grado de asociación es alto (cerca de +1 o -1, y pequeño cuando es bajo, cerca de cero).
- Independiente de las unidades en que se miden las variables.

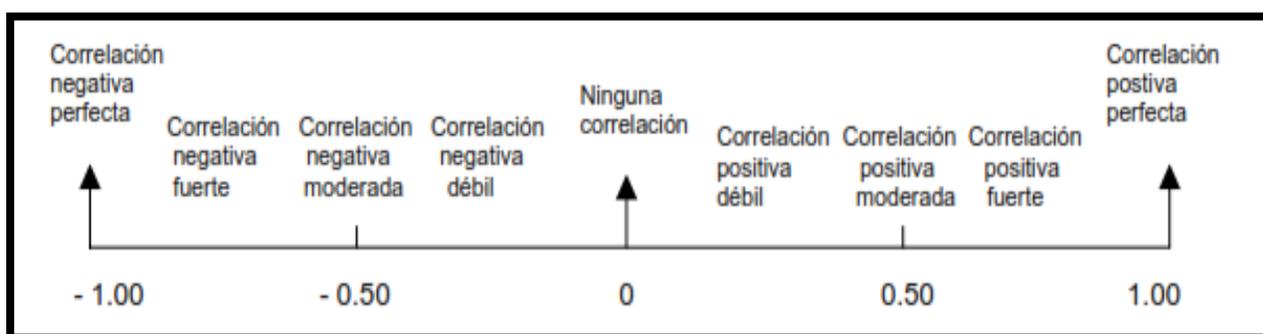


Ilustración 1: Análisis del coeficiente de correlación entre dos variables.

Análisis Factorial y de Componentes Principales: Son herramientas estadísticas que permiten reducir el número de variables. Aunque ambas técnicas se tratan en muchas ocasiones como si se tratase de una sola, conviene aclarar las diferencias entre ambas.

En el análisis de **Componentes Principales**, las nuevas variables o Componentes Principales (independientes entre sí) será una combinación lineal de las variables originales (relacionadas) y un número relativamente pequeño de componentes explica la mayor parte de la variación total de todas las variables originales. Los últimos factores o componentes, que explican menos, pueden ser eliminados con pérdidas mínimas de información. En el análisis de Componentes Principales no partimos de una hipótesis previa, y es un método descriptivo que, básicamente, permite obtener una representación de nuestros casos en el nuevo espacio dimensional de nuestras nuevas variables o Componentes Principales.

El Análisis Factorial es uno de los métodos multivariantes más utilizados. Estudia fenómenos en los que las variables dependen de un factor común (implícito, no medible). Se utiliza entonces un modelo lineal que expresa las variables en función de los factores comunes, mediante coeficientes que se obtienen a partir de los coeficientes de correlación de las variables. Este análisis nos aporta factores que explican la variabilidad de las variables.

El modelo del Análisis Factorial tiene en general infinitas soluciones, mientras que el análisis de Componentes Principales solo una, por lo que, a la hora de hacer una representación gráfica de los factores, en el Análisis Factorial se debe elegir, mediante el procedimiento de rotación, la solución que se considere más adecuada desde el punto de vista de la interpretación de los resultados.

Supuestos en el Análisis Factorial:

- a. Las variables deben seguir distribución normal multivariada: Para comprobar los supuestos de normalidad multivariada es común realizar una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirnov en dos fases:
 - Primeramente se determina la normalidad para cada una de las variables del estudio.
 - Aplicar la prueba de bondad de ajuste a los componentes extraídos. Si se cumple la normalidad en todos los componentes, se asume el cumplimiento del requisito de distribución normal multivariada.
- b. El **tamaño muestral** según (Hair et al., 1999) debe ser 100 o más grande, por lo general el mínimo es tener por lo menos un número de observaciones cinco veces mayor que el número de variables a ser analizadas, siendo el tamaño aceptable un ratio de diez a uno. Sin embargo se encuentran en la bibliografía adaptaciones metodológicas para muestras pequeñas sobre todo en estudios de corte socio económico y ambiental. Entre las reglas generales que exigen

un mínimo de casos, no es infrecuente la cifra del centenar, aunque otros autores llegan a las 400 y 500. También entre quienes prefieren hacer depender el tamaño muestral mínimo del número de variables incluidas en el análisis, se aprecia una buena dosis de heterogeneidad, con un rango que abarca desde los 20 y más hasta los 5 e incluso menos. (Alfonso Serrano Maíllo, 2010).

Por otra parte, (Costello y Osborne, 2005), listaron 1076 artículos publicados en revistas con revisión por pares, que utilizaban métodos estadísticos multivariados como los que se utilizan en este estudio y encontraron que en el 40,5% de los mismos, utilizaban un ratio inferior a 5:1. Mungfrom et al., (2005: 159-166) y MacCallum, et al., (1999: 96), enfatizan en la importancia del nivel de las comunalidades y el tamaño de las cargas factoriales como forma de compensar el análisis, cuando las muestras son pequeñas. Algunos autores plantean que para cumplir este requisito, el nivel medio de las comunalidades debe ser al menos 0,70 (MacCallum, et al., 1999: 96) (Citado por Alfonso Serrano Maíllo, 2010).

- c. El contraste de **Esfericidad de Bartlett**, una prueba estadística para la presencia de correlaciones entre variables. Proporciona la probabilidad de que la matriz de correlación de las variables es una matriz identidad, contrastándose dos hipótesis:

H₀: Las variables no están correlacionadas en la población, la matriz de correlaciones es una matriz identidad.

H₁: Existe correlación entre las variables.

Para que el Análisis Factorial sea apropiado debe rechazarse la hipótesis nula. Otro supuesto es asegurarse que la matriz tiene suficientes correlaciones para justificar la aplicación del Análisis Factorial. Si revela que no hay un número sustancial de correlaciones mayores que 0,30, entonces el Análisis Factorial es probablemente inadecuado.

Una medida para cuantificar el grado de intercorrelaciones entre las variables y la conveniencia del Análisis Factorial es la **medida de suficiencia de muestreo (MSA)**. Este índice se extiende de 0 a 1, llegando a 1 cuando cada variable es perfectamente predicha sin error por las otras variables. La medida puede ser interpretada con las siguientes directrices: 0,80 o superior, sobresaliente; 0,70 o superior, regular; 0,60 o superior, mediocre; 0,50 o superior, despreciable; por debajo de 0,50, inaceptable. Se deben examinar primero los valores **MSA** para cada variable y excluir aquellos que caen en la gama de inaceptables (Hair J. F. Anderson et al., 1999).

d. Un elemento a tener en cuenta es la medida de adecuación de la muestra **Índice KMO de Kaiser- Meyer - Olkin**, el cual explica el grado de adecuación muestral a partir de una comparación de los coeficientes de correlación observados con los coeficientes de correlación parciales, indicando la fuerza de esas relaciones entre variables. Este índice puede estar entre 0 y 1 considerándose como aceptable, a efectos del factorial, un $KMO > 0,5$ (Curbelo Martínez, 2010).

1.2.2. Metodología PER.

Desarrollado por primera vez por Friem y Rapport a finales de la década de los 80 del siglo pasado es adoptado y difundido con gran vigor por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. En términos generales, estos pasos forman parte de un ciclo de política ambiental que incluye la percepción del problema, la formulación de políticas, el seguimiento y la evaluación de las mismas". En este modelo se estructuran los indicadores en tres categorías, ellas son:

- **Indicadores de Presión:** Aquellos seleccionados para poder precisar las causas del problema. Están a menudo clasificados como factores o fuerzas subyacentes tales como: crecimiento poblacional, consumo o pobreza.
- **Indicadores de Estado:** Miden la capacidad de respuesta de la sociedad frente a los cambios y problemas ambientales diagnosticados.
- **Indicadores de Respuesta:** Están relacionado con las acciones tomadas por la sociedad, individual o colectivamente, que son diseñadas para facilitar o prevenir impactos medioambientales negativos con el fin de corregir el daño existente o de conservar los recursos naturales.(Lidia Inés Díaz Gispert, 2011).

1.2.3. Sistema de expertos no estructurados.

En la etapa inicial los expertos pueden utilizar una serie de métodos para organizar, agrupar, conformar y llegar a conformar consensos de opiniones. Son los llamados métodos de grupos o métodos creativos de grupo, se utilizan métodos del tipo heurísticos donde juega un papel importante el uso de los llamados métodos de expertos. Entre los principales métodos creativos de grupos se encuentran:

- **Brain Storming o tormenta de ideas.**
- **Grupos Nominales.**

• Método Delphi.

Se utilizan las técnicas del pronóstico y el método de enfoque genético que plantean deducir el comportamiento futuro partiendo del pasado. Pasaremos a describir estos métodos en forma general.

Brain Storming: Dirigido a la obtención de una gran cantidad de ideas del grupo de expertos reunidos, presenta las siguientes características:

- ✓ El grupo es dirigido por alguien con experiencia, llamado facilitador, que lo excita, mediante un plan, a la generación de ideas.
- ✓ En ocasiones se nombra a otra persona que registre las ideas obtenidas del experimento en un pizarrón, a esta persona se le llama registrador.
- ✓ Se aspira a un máximo de ideas para aumentar la probabilidad de respuestas útiles, que después pueden ser combinadas y perfeccionadas.
- ✓ Es ideal en grupo de expertos de pequeña cantidad.
- ✓ Se aplica a cuestiones bien definidas.
- ✓ La generación de ideas no es restringida.
- ✓ No se permite la crítica de una idea.
- ✓ El que dirige no da criterios.
- ✓ El análisis de las ideas se separa del que las generó.

Existen varias formas para su desarrollo:

1. Las ideas se registran en una pizarra y finalmente, cuando no existan mas ideas se agrupan detectando las que son repetitivas y se organizan como quedarían finalmente. El orden de presentación de las ideas es inmaterial.
2. Metaplan. Las ideas se anotan en tarjetas, de forma que todos las puedan, cuando un participante incorpora una tarjeta, lee las que ya hay colocadas, que a subes le servirán de inspiración para nuevas ideas. Al final cada participante colorea en las tarjetas, con ideas de su interés, y finalmente las ideas más aceptadas son las que se escogen.
3. Seis-Tres-Cinco. Grupo de 6 participantes, cada uno escribe 3 propuestas en un papel y pasa la hoja al de al lado que inspirándose en esas ideas o soluciones, escribirá otras 3. Seis participantes, preparando tres ideas y analizando las de los cinco restantes dan 36 propuestas

con un total de 108 sugerencias. (6 participantes * 3 ideas iniciales c/u = 18 ideas iniciales) * 5 rondas de los restantes participantes (18 * 5) = 90 propuestas + 18 iniciales = 108 sugerencias.

Grupos Nominales. Es una variante entre el Brain Storming y el Delphi, algunas características del mismo son:

1. Ideal para grupos de entre 10 a 20 expertos.
2. Se define abiertamente el objetivo.
3. Cada experto brinda sus ideas en forma anónima escrita.
4. No se debe evaluar ninguna idea hasta que todos los resultados se conozcan.
5. Deben debatirse todos los puntos antes de efectuar la votación.
6. Debe limitarse la discusión a la presentación de los elementos a favor y en contra de cada punto.
7. Puede permitirse la incorporación de una nueva idea a partir del análisis.
8. Utiliza siempre votación anónima.
9. Se realizan tantas votaciones como sean necesarias, para llegar a las ideas finalmente aprobadas por la mayoría.

Delphi: Es una metodología estructurada para recolectar sistemáticamente juicios de expertos sobre un problema, procesar la información y a través de recursos estadísticos, construir un acuerdo general de grupo. Permite la transformación durante la investigación de las apreciaciones individuales de los expertos en un juicio colectivo superior.

El término de experto es ambiguo, por ello se define como tal a aquel cuya formación y experiencia previa le ha permitido alcanzar un dominio sobre un asunto que excede el nivel promedio de sus iguales, y que está en disposición de exponer sus opiniones sobre dicho asunto para que sean utilizadas como juicios conclusivos. Se le considera apto para emitir criterios certeros, por quien se los solicita.

El rótulo de experto se extiende para referirse además de a un individuo, a un grupo de personas o a una organización, lo que no consideramos acertado, ya que es siempre un individuo en particular en última instancia, el que ofrece su opinión como miembro del grupo o la organización en cuestión y en dicho caso, es su pertenencia a esta agrupación el criterio de su selección.

Los *principios básicos* que rigen la realización de un estudio Delphi son:

1. Es un *proceso iterativo*: consistente en la realización de rondas sucesivas *de consultas* para que los participantes revisen sus opiniones.
2. Requiere *retroalimentación*: los expertos reciben las valoraciones de todos los participantes antes de cada ronda, para contrastar sus criterios con los del resto del grupo y ofrecer nuevamente su juicio.
3. Requiere del *anonimato* para las respuestas individuales.
4. Tiene como propósito la *construcción de un consenso*: este es un acuerdo general de grupo a partir del procesamiento estadístico de las diferencias y coincidencias entre las apreciaciones individuales y sus modificaciones a través de las rondas.

Con respecto al tercer requisito, aunque la literatura insiste en el anonimato de los participantes y en ocasiones enfatiza que ninguno debe conocer la identidad del resto; puede ocurrir que en la práctica, ello no esté al alcance del control del investigador. Los expertos en tópicos determinados pueden ser pocos y tener interacciones frecuentes entre sí que propicien contar acerca de su inclusión en el estudio, principalmente en territorios pequeños (por ej. los asentamientos poblacionales de las regiones montañosas), en estos casos es poco probable el anonimato.

Estimamos que lo esencial para la rigurosa aplicación del Delphi y evitar el efecto que tendría sobre el consenso un líder de opinión, es el "anonimato para las respuestas individuales" durante la retroalimentación en cada ronda de consultas, o más exactamente la *confidencialidad* sobre la procedencia de cada opinión. El término "*cuasi-anonimato*" ha sido utilizado para indicar que los participantes conocerán al investigador e incluso entre sí, pero sus juicios permanecerán estrictamente anónimos.

Se le reconocen ventajas al Delphi para obtener el acuerdo grupal entre otras formas de consulta a expertos:

- Reúne y sintetiza el conocimiento de un grupo de participantes que geográficamente esparcidos o no, nunca podrían reunirse para construir un consenso grupal.

- Los expertos del mundo actual pueden participar por la vía del correo electrónico con la consecuente disminución en los costos.
- Un mayor número de individuos de situaciones diversas y áreas de especialización puede ser incluido.
- Favorece libertad de opiniones.
- Reduce la influencia del líder en la interacción del grupo y evita el dominio en el acuerdo general de lo que considere la minoría o aquellos que supuestamente tienen mayor autoridad.
- La confidencialidad de las respuestas permite a los expertos disentir a la luz de un nuevo análisis, incluso de opiniones sostenidas públicamente durante años, sin tener que enfrentarlo ante sus colegas.

Se le nomina "Delphi Modificado" cuando se incluye en el procedimiento al menos un encuentro grupal "cara a cara" de los panelistas, manera que se aplica muy puntualmente, pero que contradice uno de sus principios básicos, es la anulación de situaciones que permitan que algún miembro del panel domine el acuerdo general.

Se afirma que no hay requisitos estandarizados o aceptados universalmente para el Delphi y evalúa de confusión e incertidumbre la gran variabilidad existente en las investigaciones que se valen de este método, en cuanto a algunos *parámetros*: la selección de expertos, las características del cuestionario, el número de rondas, la forma de retroalimentación, el procesamiento estadístico, la definición de acuerdo general de grupo, entre otros. (MSc. Margarita García Valdés & Dr. Mario Suárez Marín, 2012).

1.3. Técnicas prospectivas en función del desarrollo sostenible.

1.3.1. Metodología prospectiva.

La propuesta metodológica prospectiva, es más que una ciencia o una técnica; es una **actitud ante el futuro** capaz de transformar en el presente las relaciones de las personas y de las instituciones hacia sí mismas, hacia la sociedad y hacia el mundo. Es un **instrumento** que ayuda a clarificar las finalidades por las que se actúa, el **para qué** de la existencia y las posibilidades reales de modelar

las circunstancias presentes trayendo hacia ellas las intenciones del futuro. La prospectiva es un enfoque que intenta poner en movimiento una sinergia que nos impida proseguir nuestra rutina en espera del inicio de una nueva era. (Luis G. Benavides Ilizaliturri, 2004).

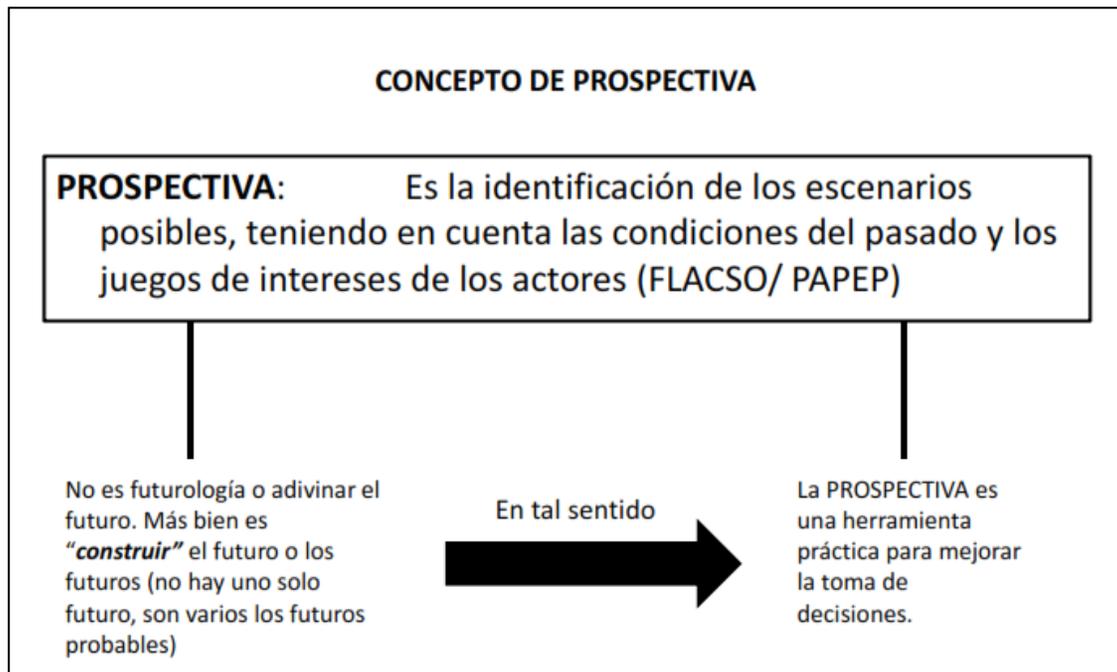


Ilustración 2: Concepto de Prospectiva (CESPAD, 2014).

La **prospectiva** como *instrumento metodológico* se desarrolla en *seis etapas*, cada una sustentada en la acción común de los participantes y en donde se propone, a partir de un ejercicio que permite *vivenciar el pasado* a través de un procedimiento de *reconstrucción histórica llegar a un proyecto de futuro* mediando un *diagnostico del presente* que detecta la problemática causante de los retrasos y estancamientos del proceso de desarrollo e interviniendo la *presencialización del futuro* mediante el establecimiento de grandes escenarios futuros que nos permitan acercar al presente el porvenir deseado, tomando desde ahora las *decisiones estratégicas* necesarias para producirlo.

Formalmente las etapas de la metodología prospectiva son:

1. Reconstrucción histórica.
2. Diagnóstico Situacional.
3. Grandes Escenarios.
4. Escenarios Futuros.
5. Grandes Estrategias.
6. Decisiones Estratégicas.

Prospectiva	Anticipación para esclarecer la acción. Esta "indisciplina intelectual" (Pierre Massé) tiene que ver con "ver de lejos, largo y profundo" (Gaston Berger), pero también con innovación y conjunto apropiación. La visión global, voluntaria y a largo plazo, se impone para dar sentido a la acción.
Previsión	Previsión de futuro debido a un grado de confianza.
Planificación	La planificación consiste en concebir un futuro deseado así como los medios reales para conseguirlo (R.L. Ackoff).
Estrategia	Conjunto de reglas de conducta de un actor que le permitan conseguir sus objetivos y su proyecto.
Táctica (s)	Casi siempre en plural, ya que se trata de vías y medios para alcanzar los objetivos de la estrategia en función de las circunstancias.
Planificación estratégica	Concepto aparecido a finales de los 60 (Igor Ansoff) para traducir el hecho de que la planificación de empresa debía tener en cuenta cada vez más las turbulencias del entorno (dicho estratégico) y adaptar, en consecuencia, sus objetivos.
Gestión estratégica	Concepto lanzado a mediados de los 70, siempre por Igor Ansoff, para establecer las condiciones que permitan a las estructuras y a las organizaciones adaptarse a un mundo cada vez más turbulento.

Tabla 1: Palabras clave de la prospectiva y estrategia.

1.3.2. Análisis Estructural de la Prospectiva.

De forma resumida, los objetivos que se plantean los trabajos de corte prospectivo estratégico son:

1. Conocer los principales factores estratégicos que condicionarán el proceso de desarrollo del sistema que se estudia.
2. Esbozar los posibles escenarios de futuro relacionados con la situación futura del sistema.
3. Comenzar a analizar las implicaciones para otras instituciones asociadas al funcionamiento del sistema.
4. Empezar a intuir las opciones estratégicas coherentes para el desenvolvimiento de la imagen de futuro del sistema estudiada, para el diseño de las diferentes políticas requeridas para su desarrollo.

El uso del análisis estructural permite establecer con claridad cuáles son las variables o factores estratégicos sobre los que hay que actuar desde ahora, con el fin de lograr el control de las mutaciones a operar dentro del Sistema que se estudia, a la vez que permite identificar las preguntas claves que condicionan el futuro del sistema. (Michel GODET & Jacques ARCADE, 2004).

1.3.3. Prospectiva en la Ingeniería Industrial.

El campo de la Ingeniería Industrial ha evolucionado, y seguirá evolucionando para enfrentar los grandes retos (la fabricación concurrente, integración de recursos humanos y técnicos, conversión de información a conocimiento, compatibilidad ambiental, empresas reconfigurables y procesos innovativos), el reto actualmente yace en el logro del nivel de capacidad determinado para alcanzar la visión del futuro, de las tecnologías y áreas de aplicación que están emergiendo.

La motivación original para el desarrollo del campo de trabajo era impulsada por el deseo de aumentar la productividad mediante el análisis y el diseño de métodos y procedimientos de trabajo y para proporcionar un conjunto de principios científicos que servirían como fundamento para la continuación de estudios de esta naturaleza. Estos esfuerzos proporcionaron el marco de referencia sobre el que surgieron y se establecieron como puntales en su campo las áreas de conocimiento en diseño y análisis de trabajo, estándares y medición de trabajo, economía de ingeniería, y las funciones de planeación de producción e instalaciones. La llegada de la Investigación de operaciones junto con los desarrollos en tecnología de computación, proporcionaron a la profesión un conjunto nuevo de herramientas y tecnologías que significativamente expandieron el alcance del campo más allá de sus áreas de aplicación originales en áreas tales como tecnologías de información y servicio. (Domingo Gonzáles Súniga, 2004).

1.4. Paquetes informáticos de análisis de datos.

1.4.1. Statgraphics Centurion y SPSS.

Con el desarrollo de los ordenadores personales, surgen nuevos paquetes como STATGRAPHICS CENTURION y SPSS. Son programas de fácil adquisición, con una gran potencia y sencillos de manejar. Estos paquetes, además de facilitar la organización de los datos, permiten su interpretación y proporcionan los resultados. Con la ayuda del ordenador, la estadística exploratoria ha conseguido aportar nuevos métodos de representación gráfica, que pueden ser utilizados incluso con carácter

confirmatorio, y una gama de nuevos estadísticos, más resistentes a variaciones extremas que los clásicos.

Los principios fundamentales en que se basan las nuevas técnicas estadísticas fueron expuestos por Tukey. Mientras que los métodos clásicos tratan de ajustar los datos a un modelo previamente fijado, en los nuevos métodos de análisis de datos, se diseña el modelo adecuado a cada serie estadística a partir de la estructura que presentan los propios datos.

Esta nueva forma de trabajar se caracteriza por:

- El papel relevante que adquieren los «*métodos gráficos*». Se han aportado nuevos procedimientos de visualización: diagrama de tronco y hojas, gráfico en caja y extensión, gráfico de centiles capaces de detectar anomalías que, de otro modo, pasarían desapercibidas.
- El uso de modelos de «*línea resistente*» para tratar el ajuste de distribuciones, de forma que se elimine la influencia que pudieran ejercer los casos raros, como pueden ser los datos muy alejados de los valores centrales.
- La utilización de «*transformaciones* potenciales y logarítmicas, que clarifican la estructura de los datos.
- La información adicional que aportan los «*residuales*», es decir, las diferencias entre los datos reales y los valores ajustados.

1.4.2. MIC-MAC.

Durante los últimos treinta años, las matrices de impacto se han convertido en una de las herramientas que más se utilizan en el campo de futuros. Con el objetivo de investigar sistemas y sus dinámicas, las matrices de impacto se pueden dividir en tres categorías: análisis estructural, estrategias de los actores y matriz probabilística de impacto cruzado. En el análisis estructural, estos impactos se relacionan con variables (método KSIM de Kane o MICMAC de Godet, ambos creados a comienzos de los setenta). La matriz de estrategias de los actores incluye actores y sus objetivos (el gráfico de poderes de Teniere-Buchot, el MACTOR de Godet, a fines de los ochenta). En los modelos probabilísticos, desarrollados a fines de los sesenta y mejorados en los setenta, se combinan eventos e hipótesis (modelo original de Gordon y Dalkey, EXPLOR-SIM de Battelle, SMIC-PROB-EXPERT de Godet o MAXIM de Martino) y a veces tendencias que parecen ser variables (INTERAX de Enzer). (Michel GODET & Jacques ARCADE, 2004).

El programa MIC-MAC es un programa de multiplicación matricial que se aplica a la matriz de análisis estructural. Permite estudiar la difusión de los impactos por los bucles de reacción y, en consecuencia, jerarquizar las variables teniendo en cuenta los efectos indirectos.

De hecho, la clasificación que más interesa es aquella que toma en consideración las relaciones de segundo, tercer orden. Es a partir de esta clasificación, también denominada indirecta, como se realizarán las valoraciones que siguen a continuación.

El grado de implicación de las variables en el sistema puede apreciarse a través de dos indicadores: la motricidad y la dependencia.

La motricidad de una variable mide la acción de esta variable en el sistema. En otras palabras, una variable fuertemente influyente es un factor de evolución importante para el sistema. La influencia puede ser motriz o por el contrario frenar la evolución del sistema.

A la inversa, la dependencia de una variable señala cómo reacciona esta variable a los cambios de estado de otras variables del sistema: una variable es dependiente en la medida en que es sensible a las modificaciones de las otras variables y/o del sistema.

El método de análisis presentado aquí tiene como objetivo poner de relieve las variables ocultas y abrir las cuestiones y obligar a reflexionar sobre aspectos contra-intuitivos del comportamiento del sistema. Pretende ayudar al decisor pero no ocupar su lugar, ni describir con precisión el funcionamiento del sistema, sino sobre todo poner de relieve las grandes líneas de su evolución.(EUSKO IKAZKUNTZA, 2008).

Ventajas del método

1. El interés primero de un análisis estructural es estimular la reflexión en el seno del grupo y de hacer reflexionar sobre los aspectos contra-intuitivos del comportamiento de un sistema.
2. Está claro que no hay una lectura única y « oficial » de resultados del MIC-MAC y conviene que el grupo haga avanzar la reflexión con nuevas interpretaciones (generalmente es el objeto de la etapa siguiente del método de escenarios).
3. Por otra parte, el método presenta la ventaja de permitir un estudio cualitativo del sistema extremadamente diferente.

Desventajas del método.

1. Conciernen en primer lugar al carácter subjetivo de la lista de variables elaboradas durante la primera fase, tanto como las relaciones entre las variables, por ello es de gran interés la relación con los actores del sistema.
2. En otro, la matriz contiene las relaciones de intensidad muy diferentes de la cual hay que tener en cuenta entonces el tratamiento. En fin, hay que testar la sensibilidad de los resultados a una variación de datos de entrada, tales resultados nunca deben ser tomados al pie de la letra, sino que su finalidad es solamente la de hacer reflexionar.

La interpretación de ambas clasificaciones permite ampliar los resultados a través de la definición de variables según tipologías y la disposición que tomen estas. Las cuales pueden clasificarse además de claves, en: variables de entorno, reguladoras, palancas secundarias, de objetivo, de resultado y estratégicas. (Leysi Soriano Coussett, 2012).

1.5. Análisis DAFO.

El **análisis DAFO**, también conocido como **análisis FODA**, es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada. Proviene de las siglas en inglés SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities y Threats*).

Durante la etapa de planeamiento estratégico y a partir del análisis DAFO se deben contestar cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede destacar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede disfrutar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede defender cada debilidad?
- ¿Cómo se puede detener cada amenaza?

Este recurso fue creado a principios de la década de los setenta y produjo una revolución en el campo de la estrategia empresarial. El objetivo del análisis DAFO es determinar las ventajas competitivas de la empresa bajo análisis y la estrategia genérica a emplear por la misma que más le convenga en función de sus características propias y de las del mercado en que se mueve.

El análisis consta de cuatro pasos:

- Análisis Externo (también conocido como "Modelo de las cinco fuerzas de Porter").
- Análisis Interno.
- Confección de la matriz DAFO.
- Determinación de la estrategia a emplear.

Se considera que esta técnica fue originalmente propuesta por Albert S. Humphrey durante los años sesenta y setenta en los Estados Unidos durante una investigación del Instituto de Investigaciones de Stanford que tenía como objetivo descubrir por qué fallaba la planificación corporativa. Existen referencias DAFO que identifican a Learned, Christensen, Andrews y Guth como sus autores, en "Business policy, Text and cases" 1965, Homewood Il, Richard D. Irwin. Los cita también José María Carrillo de Albornoz y Serra en la página 49 de "Manual de autodiagnóstico estratégico".

La toma de decisiones es un proceso cotidiano mediante el cual se realiza una elección entre diferentes alternativas a los efectos de resolver las más variadas situaciones. En todo momento se deben tomar decisiones. Para realizar una acertada toma de decisiones respecto a un tema, es necesario conocerlo, comprenderlo y analizarlo, para así poder darle solución. Es importante recordar que "sin problema no puede existir una solución". Por ello, las entidades deberían analizar la situación teniendo en cuenta la realidad particular de lo que se está analizando, las posibles alternativas a elegir y las consecuencias futuras de cada elección. Lo significativo y preocupante, es que existe una gran cantidad de entidades que enfrentan sus problemas tomando decisiones de forma automática e irracional (no estratégica), y no tienen en cuenta que el resultado de una mala o buena elección puede tener consecuencias en el éxito o fracaso de la misma. Las organizaciones deberían realizar un proceso más estructurado que les pueda dar más información y seguridad para la toma de decisiones y así reducir el riesgo de cometer errores. Aquí es donde radica la importancia de la Matriz FODA como elemento necesario para conocer su situación real. Su confección nos permite buscar y analizar, de forma proactiva y sistemática, todas las variables que intervienen en el negocio, con el fin de tener más y mejor información al momento de tomar decisiones. Si bien lo imprescindible para una entidad o proyecto es el plan de negocios, donde se plasma la misión, visión, metas, objetivos y estrategias, realizando correctamente el análisis FODA, se pueden

establecer las estrategias Ofensivas, Defensivas, de Supervivencia y de Reordenamiento necesarias para cumplir con los objetivos planteados.(Preuss, H.J. and G. Steinacker, 2014).

1.6. Resumen de investigaciones enfocadas al desarrollo sostenible en ecosistemas de montañas frágiles en Guamuhaya.

Son varias las investigaciones realizadas a nivel mundial y nacional respecto al tema del desarrollo sostenible y su impacto en las generaciones futuras. Diversas áreas de la ciencia han invertido tiempo y recursos en el estudio de los ecosistemas de montaña frágiles. A medida que pasa el tiempo y con el avance de la revolución tecnológica del nuevo siglo, la situación ambiental va en decadencia y se hace más urgente la necesidad de aportar soluciones que se contrapongan al deterioro del medio ambiente. Es válido resaltar el esfuerzo de muchos estudiosos del tema que en nuestro país han hecho ciencia en materia medio ambiental, económica y social en función de lograr una Cuba más sostenible:

Evaluación del Desarrollo Sostenible para Ecosistemas Montañosos. Dra. Lidia Inés Díaz Gispert.

Tesis doctoral que se centra en la evaluación del desarrollo sostenible para estos ecosistemas, delimitándose el campo de acción a la aplicación de un procedimiento basado en la utilización de la metodología **Presión- Estado-Respuesta** (PER) y la Instrucción Metodológica para el Ordenamiento Territorial de IPFF, 2008, en la localidad “Montañas de Guamuhaya” en el centro sur del país, para la conservación y cuidado del ecosistema en la consecución del desarrollo sostenible. Se propone un Índice de Desarrollo Sostenible. (Lidia Inés Díaz Gispert, 2011).

Riesgos Geólogo - Geofísico y Tecnológicos inducidos por deslizamientos, inundaciones, lluvias y sismos, en condiciones de montaña y valles colindantes: Guamuhaya, Cuba. José L Cuevas Ojeda.

En el trabajo se discuten los mapas de riesgos, conjuntamente con los mapas de vulnerabilidad ante las inundaciones, lluvias intensas, deslizamientos de tierra y sismos en las montañas de Guamuhaya y sus valles colindantes. (José L Cuevas Ojeda, 2010).

Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible. Ing. Omar Molina Acosta.

La investigación se desarrolló en el municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos, con el objetivo general de establecer un sistema de criterios e indicadores para evaluar la gestión en busca del manejo forestal sostenible, entendido como el que permite la obtención de bienes y servicios del bosque de forma que se garantice la satisfacción de las necesidades económicas, ambientales, sociales y culturales presentes y futuras, a partir de mejores prácticas en el uso de los recursos forestales. (Ing. Omar Molina Acosta, 2007).

Propuesta de un Sistema de Indicadores para la Gestión del Ordenamiento Territorial del Plan Turquino en Cienfuegos. Msc. Olivia Gutiérrez Sánchez.

El objeto de este trabajo, es crear un Sistema de indicadores de sostenibilidad ambiental que permita a través del método **Presión-Estado-Respuesta** gestionar el futuro del Grupo montañoso Guamuhaya, con el **objetivo** de que a partir de los actores implicados en este desarrollo sostenible y valorando sus criterios, problemas y objetivos, alcanzar y proponer un sistema de indicadores de sostenibilidad que permita la gestión del ordenamiento territorial de la montaña, que pueda ser utilizado por las comisiones del Turquino a sus diferentes niveles de gobernabilidad. (Ms.C. Olivia Gutiérrez Sánchez., 2006).

Propuesta de modelos estadísticos-matemáticos para la evaluación del desarrollo sostenible en el ecosistema montañoso Guamuhaya.

La investigación está centrada en el diseño e implementación de modelos estadísticos-matemáticos que sean capaces de evaluar el desarrollo sostenible en el ecosistema montañoso Guamuhaya, a partir de la elaboración de un procedimiento que favorezca el diagnóstico de la región y la agrupación de las principales variables evaluadoras del desarrollo sostenible, con visión futura. (Ms.C. Yasmany Fernández Fernández, 2014).

Peligros Geomórficos en la Cuenca del Río Jibacoa (Montañas de Trinidad).

La presente investigación se enmarca en el Proyecto *"Fenómenos y procesos geomórficos y su papel en las transformaciones ambientales de la Sierra de Trinidad. Un procedimiento para su*

estudio", del programa ramal "*Protección del medio ambiente y desarrollo sostenible*".(Lic. Miguel Angel Sánchez Celada, 2001).

Evaluación del manejo sostenible integrado del ecosistema montañas Guamuhaya, provincia Cienfuegos, Cuba.

Por tanto, el objetivo es realizar un diagnóstico que identifique las insuficiencias del ecosistema y que sirva de argumento científico a los decisores en la determinación de una propuesta concreta para la solución de sus problemas y propiciar la transformación y desarrollo sostenible de la localidad intervenida, a partir de la utilización del método TZ combinado para la selección de expertos.(Dra. Lidia Inés Díaz Gispert, Msc. Lliney Portela Peñalver, Msc. Elia Cabrera Álvarez, & Msc. Olivia J. Gutiérrez Sánchez, 2013).

1.7. Conclusiones del capítulo.

- ✓ En el presente capítulo fue analizado el marco conceptual del desarrollo sostenible de acuerdo a la bibliografía existente abordando el tema a nivel mundial, nacional y provincial.
- ✓ Se analizan las diversas visiones del concepto de sostenibilidad ambiental entre ellas; la conceptualización cubana de sostenibilidad ambiental haciendo mención de dos de los programas ambientales existentes en la isla: EAN (Estrategia Ambiental Cubana) y Plan Turquino.
- ✓ Se realiza un estudio de los métodos y herramientas más utilizados para tratar el tema de indicadores medioambientales desde los puntos de vista estadísticos - prospectivos y se hace alusión a la metodología para llevar a cabo el Análisis de Riesgo Ambiental como útil herramienta para establecer la medida de los riesgos asociados a diversos indicadores de la vida real.
- ✓ Se realiza un estudio de los diversos trabajos llevados a cabo en el país, pero principalmente asociados al grupo montañoso Guamuhaya – Cuba, con el fin de resaltar la importancia que tendría la realización de un estudio centrado en la situación actual del macizo y a la vez su proyección hacia el futuro, partiendo de los modelos y técnicas de la estadística matemática y de la metodología prospectiva que en una fusión general lograrán la identificación de indicadores medioambientales, sus riesgos y la proyección de sus futuros escenarios.

Capítulo II: “Procedimiento metodológico para la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible”.

En este capítulo se explicarán en detalle los pasos a seguir para llevar a cabo la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible de forma tal que el procedimiento pueda ser utilizado en los diversos ecosistemas de montaña, existentes en nuestro país o en cualquier región, microrregión o asentamiento montañoso con las mismas características de las regiones montañosas cubanas. Se realiza una caracterización del ecosistema Montañas de Guamuhaya de acuerdo a la dimensión ambiental del desarrollo sostenible. El procedimiento propuesto explica como usar los elementos de la estadística y la prospectiva para la identificación de factores incidentes en la dimensión y su diagnostico para una estrategia de desarrollo total.

2.1. Justificación del procedimiento.

Con relación al enfrentamiento al cambio climático, los resultados del estudio de las manifestaciones de la variabilidad climática y el cambio climático, de la aplicación de acciones de adaptación y mitigación, así como de los estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgos han constituido un valioso fundamento para el desarrollo de la EAN 2011-2015.

LOS PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA ESTRATEGIA AMBIENTAL NACIONAL.

EAN 1997 – 2006

- ✓ Degradación de los suelos.
- ✓ Deforestación.
- ✓ Contaminación de las aguas terrestres y marinas.
- ✓ Deterioro de las condiciones sanitarias y ambientales en los asentamientos humanos.
- ✓ Pérdida de la diversidad biológica.

EAN 2007 – 2010

- ✓ Degradación de los suelos.

- ✓ Afectaciones a la cobertura forestal.
- ✓ Contaminación: líquidos, sólidos, atmosférica, productos químicos y desechos peligrosos.
- ✓ Pérdida de la diversidad biológica.
- ✓ Carencia de agua.

EAN 2011-2015

- ✓ Degradación de los suelos.
- ✓ Afectaciones a la cobertura forestal.
- ✓ Contaminación: residuales líquidos; residuos sólidos; emisiones a la atmósfera y contaminación sónica; productos químicos y desechos peligrosos.
- ✓ Pérdida de diversidad biológica.
- ✓ Carencia y dificultades con la disponibilidad y calidad del agua.
- ✓ Impactos del cambio climático.

Estos problemas tienen una compleja interrelación con el cambio climático, que los intensifica y agrava, afectando la calidad de vida de la población y los recursos vinculados directamente con el desarrollo económico y social.

Una de las principales limitantes para las investigaciones rurales, es la inexistencia de datos estadísticos acerca de las variables seleccionadas, representativas de la problemática en reiterados períodos de tiempo, algunas veces, porque no existe un formato oportuno para la gestión de la información. Estos valores, estimados subjetivamente la mayoría de las veces, sin lugar a dudas pueden afectar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Ante esta limitación, los modelos estadísticos de regresión univariada y multivariada, a partir de la existencia de una correlación significativa entre las variables, permiten la estimación de valores desconocidos, con un adecuado nivel de ajuste del modelo, lo cual facilita la obtención de resultados con mayor nivel de precisión y permite la utilización de otros métodos estadísticos que no pueden desarrollarse con valores faltantes.

Cuba se destaca por una relativa riqueza de recursos naturales y una gran diversidad de paisajes y especies de la flora y la fauna. Su situación ambiental sufrió más de cuatro siglos de explotación de

los recursos naturales, lo que trajo consigo el deterioro de valiosos ecosistemas y la acumulación de daños ambientales, algunos irreversibles o de difícil recuperación.

Asociado al proyecto de elevar el nivel y la calidad de vida del pueblo, surgió el interés creciente por la protección del medio ambiente y su incorporación a los planes de desarrollo desde los albores de la Revolución cubana.

La Constitución de la República aprobada en 1976 y modificada en 1992, refrenda en su artículo 27: “El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras.

Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza”. Este propósito en nuestra Carta Magna junto a la promulgación de leyes como la Ley 33 de Protección del Medio Ambiente y del Uso Racional de los Recursos Naturales de 1981, el Decreto Ley 118 de enero de 1990 “Estructura, Organización y Funcionamiento del Sistema Nacional de Protección del Medio Ambiente y su Órgano Rector” y la Ley 81 del Medio Ambiente en 1997, así como la creación del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en 1994, contribuyeron decisivamente a la formación de un consistente marco legal e institucional que, de conjunto a la existencia de un escenario igualmente consolidado para la labor estadística, han generado condiciones favorables para la elaboración y el desarrollo de las estadísticas medioambientales. (ONET, 2008).

En el período 1960 -1970, el Estado Cubano comienza a tomar medidas tendentes a proteger la naturaleza. Se comenzaron a realizar estudios relacionados con el medio ambiente. Se desarrollaron en el período acciones tales como: (R. Garrido, 2010).

- ✓ Inicio del programa de repoblación forestal.
- ✓ Promulgación de la primera y segunda ley de reforma agraria.
- ✓ Creación del Instituto de Planificación Física (IPFF) para el ordenamiento territorial.
- ✓ Establecimiento de 9 parques nacionales.
- ✓ Eliminación de los barrios insalubres.

- ✓ Inicio del programa hidráulico nacional.
- ✓ Declaración de 5 reservas naturales en la década del 70.

Se instituyó la comisión nacional para la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Se aprueba además, la constitución socialista de la República de Cuba, el 24 de febrero de 1976 y su artículo 27, relativo al medio ambiente y los recursos naturales del país, donde queda explicitado que: Para asegurar el bienestar de los ciudadanos, el estado y la sociedad protegen la naturaleza. Incumbe a los órganos competentes y además a cada ciudadano velar porque sean mantenidas limpias las aguas y la atmósfera, y que se proteja el suelo, la flora y la fauna.

En toda la bibliografía consultada tanto nacional como internacional, no fueron hallados estudios similares que vinculen el estudio de los métodos estadísticos y la prospectiva aplicada a ecosistemas montañosos frágiles como el de Cuba, por lo que el procedimiento que se propone se considera la primera experiencia con estas características y contribuyendo a dar un modesto aporte al estudio y comprensión de los problemas planteados por la EAN en el informe plasmado.

2.2. Caracterización general del ecosistema Montañas de Guamuhaya.

El grupo Guamuhaya ocupa áreas en las tres provincias centrales: Villa Clara, Santi Spíritus y Cienfuegos, en esta última, cuenta con un área de 500.0 Km² que representa el 25.8 % del territorio y está ubicada al sudeste de la provincia, en el municipio de Cumanayagua .

El territorio que abarca el plan especial de montaña (Plan Turquino) en Cienfuegos, cuenta con un área de 416 km², el 83.2 % de las áreas del Grupo Guamuhaya, en el territorio de Cienfuegos y el 37.9% del área del municipio de Cumanayagua.

Por las transformaciones económicas y sociales llevadas a cabo en esta localidad, se necesita crear un sistema de gestión, basado en indicadores científicamente fundamentados.

Recursos Hidrológicos: El territorio se comporta como un importante colector de grandes volúmenes de agua, teniendo en cuenta que sobre el mismo precipitan alrededor de 1500 mm, lo que genera un importante escurrimiento superficial y subterráneo.

Relieve: Grupo Guamuhaya es un sistema montañoso de alturas medias, muy diseccionado, donde predomina un relieve considerado entre complejo a muy complejo, de pendientes promedio superiores a 18° y valores de desmembramiento de la red de drenaje mayores de 2500 m/km^2 para la disección horizontal, de esta los mayores valores se localizan hacia la porción noroccidental de la Sierra y asociado a las cuencas de los ríos: Hondo, Cabagán y Guanayara. El relieve está formado por diferentes pisos altitudinales, que van desde las alturas pequeñas hasta las montañas bajas, siendo el punto culminante el Pico San Juan con 1140 m de altitud.

Vegetación: La evaluación de la cubierta vegetal como recurso natural tiene como objetivo el conocimiento de las posibilidades actuales y perspectivas de la utilización económica de sus riquezas, considerando la vocación de uso fundamentalmente forestal y cafetalero que está condicionado por la combinación espacial de los componentes naturales del territorio y la historia de la intervención humana en este.

Peligro de Desastres: El mayor y más importante peligro de desastre en este territorio está relacionado con la ocurrencia de intensas lluvias, las cuales ocasionan serias afectaciones a la población residente en esta área; quedando gran parte incomunicada por las inundaciones, roturas de puentes y caminos por la fuerza de las aguas o deslizamientos de tierra; así como por lo peligroso que resulta transitar en senderos fangosos y resbaladizos en lugares con fuertes pendientes.

Suelos: En general el contenido de materia orgánica es alto más del 4% mientras que la concentración de nitrógenos es baja inferior a 100 kg/ha . Con excepción de la franja de suelos Pardos sin carbonato y pardos grisáceos, donde oscila de 150 a 200 y de 100 a 150 Kg/Ha respectivamente. Estos suelos en la actualidad están sometidos a un proceso erosivo de mediano a fuerte.

Histórico culturales: El territorio sirvió de asentamientos a varios grupos de aborígenes pertenecientes a la cultura preagroalfarera, en las investigaciones realizadas se han descubiertos sitios arqueológicos pertenecientes al periodo prehispánico relacionado con dicha cultura, donde se destaca el sitio de Hoyo de Padilla, con abundantes enterramientos humanos. (Ms.C. Yasmany Fernández Fernández, 2014).

En los ecosistemas montañosos, los bosques cubren 9500 km^2 de su superficie y se calcula que 50 % de ellos están dañados, siendo la región central la que presenta peor situación ecológica,

viéndose amenazados fundamentalmente por la tala y quema indiscriminadas, la práctica incorrecta de la siembra de algunos cultivos, el uso inadecuado de la tierra además de la práctica de la caza furtiva. (Lic. Ramona Alvarez Toledo, Lic. Carlos Rodríguez Otero, & Lic. José Gerhartz Muro, 2009).

2.3. Descripción metodológica del procedimiento propuesto.

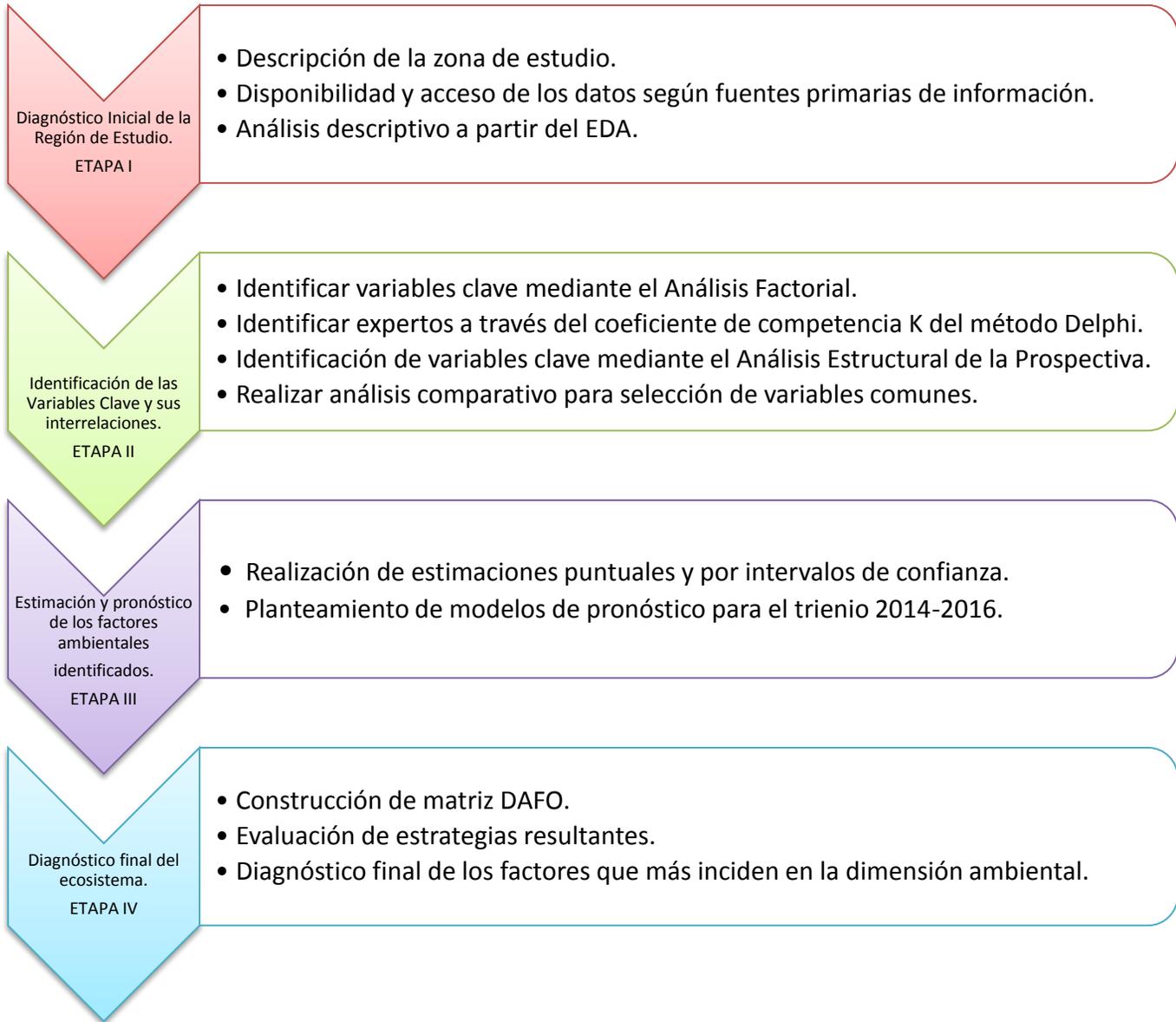


Ilustración 3: Procedimiento propuesto. (Elaboración propia).

2.3.1. Descripción de las etapas del procedimiento.

ETAPA I: Diagnóstico inicial de la región de estudio.

- **Paso I: Descripción de la zona de estudio.**

Acciones:

- ✓ Delimitar región de estudio.
- ✓ Investigar los siguientes datos respecto a la región:
 - Clima.
 - Circulación atmosférica.
 - Recursos hidrológicos.
 - Relieve.
 - Vegetación.
 - Peligro de desastres.
 - Suelos.

- **Paso II: Disponibilidad y acceso información.**

Acciones:

- ✓ Se recomienda utilizar los recursos que brinda el estado cubano, para acceder a la información necesaria para llevar a cabo la investigación:

Se puede encontrar información en los siguientes lugares:

- Instituciones del CITMA.
- Oficinas Territoriales de Estadística.
- Oficinas nacionales de Estadística.
- Direcciones Provinciales de Planificación Física.
- Órganos de la Montaña.
- Direcciones de Acueducto y Alcantarillado: Aguas Turquino.

Nota: Vale resaltar que la información referente al tema para ecosistemas montañosos frágiles como el de Cuba; es escasa y resulta difícil producto de la desagregación de la misma además de su discontinuidad.

- ✓ Se sugiere consultar las siguientes investigaciones en las cuales ya existe una experiencia en el tema y de las cuales se pueden tomar los datos que conformarán la matriz para el estudio:
 - Evaluación del Desarrollo Sostenible en Ecosistemas de Montaña. (Lidia Inés Díaz Gispert, 2011).
 - Propuesta de un Sistema de Indicadores para la Gestión del Ordenamiento Territorial del Plan Turquino en Cienfuegos. (Ms.C. Olivia Gutiérrez Sánchez., 2006).
 - Propuesta de Modelos Estadísticos Matemáticos para la Evolución del Desarrollo Sostenible en el Ecosistema Montañoso Guamuhaya. (Ms.C. Yasmany Fernández Fernández, 2014).

Paso III: Análisis descriptivo de la región a partir del EDA.⁴

Acciones:

- ✓ *Deben calcularse las medidas de tendencia central y dispersión:* Se propone utilizar la mediana o los estimadores robustos centrales, para la obtención de promedios, si se han detectado valores atípicos. Si se usa la mediana, como medida de desviación puede utilizarse el rango en lugar de la desviación típica. Por otra parte, los intervalos de confianza pueden aportar información con cierto grado de confianza.
- ✓ *Tipificar las variables:* La tipificación es necesaria, siempre que se tengan variables con diferentes unidades de medida, para facilitar la comparación entre las mismas.
- ✓ *Las representaciones gráficas* como los diagrama de caja, resumen generalmente lo más representativo de las variables. En los estudios que se realicen a lo largo de un período de tiempo, los gráficos de secuencia son útiles para observar el comportamiento tendencial de las variables.

ETAPA II: Identificación de las variables clave y sus interrelaciones.

- **Paso I: Identificar las variables clave mediante el Análisis Factorial.**

El Análisis Factorial es uno de los métodos multivariantes más utilizados. Estudia fenómenos en los que las variables dependen de un factor común (implícito, no medible). Se utiliza entonces un

⁴ EDA: Exploratory Data Analysis.

modelo lineal que expresa las variables en función de los factores comunes, mediante coeficientes que se obtienen a partir de los coeficientes de correlación de las variables. Este análisis nos aporta factores que explican la variabilidad de las variables.

El modelo del Análisis Factorial tiene en general infinitas soluciones, mientras que el análisis de Componentes Principales solo una, por lo que, a la hora de hacer una representación gráfica de los factores, en el Análisis Factorial se debe elegir, mediante el procedimiento de rotación, la solución que se considere más adecuada desde el punto de vista de la interpretación de los resultados.

Supuestos en el Análisis Factorial:

Las variables deben seguir distribución normal multivariada: Para comprobar los supuestos de normalidad multivariada es común realizar una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirnov en dos fases:

- Primeramente se determina la normalidad para cada una de las variables del estudio.
- Aplicar la prueba de bondad de ajuste a los componentes extraídos. Si se cumple la normalidad en todos los componentes, se asume el cumplimiento del requisito de distribución normal multivariada.

El **tamaño muestral** según (Hair J. F. Anderson, 1999) debe ser 100 o más grande, por lo general el mínimo es tener por lo menos un número de observaciones cinco veces mayor que el número de variables a ser analizadas, siendo el tamaño aceptable un ratio de diez a uno. Sin embargo se encuentran en la bibliografía adaptaciones metodológicas para muestras pequeñas sobre todo en estudios de corte socio económico y humanístico. Entre las reglas generales que exigen un mínimo de casos, no es infrecuente la cifra del centenar, aunque otros autores llegan a las 400 y 500. También entre quienes prefieren hacer depender el tamaño muestral mínimo del número de variables incluidas en el análisis, se aprecia una buena dosis de heterogeneidad, con un rango que abarca desde los 20 y más hasta los 5 e incluso menos. (*EL PROBLEMA DE LAS CONTINGENCIAS EN LA TEORÍA DEL AUTOCONTROL: Un test de la teoría general del delito. España.*, 2010).

Por otra parte, 1076 artículos publicados en revistas con revisión por pares, que utilizaban métodos estadísticos multivariados como los que se utilizan en este estudio y encontraron que en el 40,5% de los mismos, utilizaban un ratio inferior a 5:1.

Mungfrom et al., (2005: 159-166) y MacCallum, et al., (1999: 96), enfatizan en la importancia del nivel de las comunalidades y el tamaño de las cargas factoriales como forma de compensar el análisis, cuando las muestras son pequeñas. Algunos autores plantean que para cumplir este requisito, el nivel medio de las comunalidades debe ser al menos al menos 0,70. (*EL PROBLEMA DE LAS CONTINGENCIAS EN LA TEORÍA DEL AUTOCONTROL: Un test de la teoría general del delito. España., 2010*).

El contraste de **Esfericidad de Bartlett**, una prueba estadística para la presencia de correlaciones entre variables. Proporciona la probabilidad de que la matriz de correlación de las variables es una matriz identidad, contrastándose dos hipótesis:

H₀: Las variables no están correlacionadas en la población, la matriz de correlaciones es una matriz identidad.

H₁: Existe correlación entre las variables.

Para que el Análisis Factorial sea apropiado debe rechazarse la hipótesis nula (Hair J. F. Anderson, 1999). Otro supuesto es asegurarse que la matriz tiene suficientes correlaciones para justificar la aplicación del Análisis Factorial. Si revela que no hay un número sustancial de correlaciones mayores que 0,30, entonces el Análisis Factorial es probablemente inadecuado.

Una medida para cuantificar el grado de intercorrelaciones entre las variables y la conveniencia del Análisis Factorial es la **medida de suficiencia de muestreo (MSA)**. Este índice se extiende de 0 a 1, llegando a 1 cuando cada variable es perfectamente predicha sin error por las otras variables. La medida puede ser interpretada con las siguientes directrices: 0,80 o superior, sobresaliente; 0,70 o superior, regular; 0,60 o superior, mediocre; 0,50 o superior, despreciable; por debajo de 0,50, inaceptable. Se deben examinar primero los valores **MSA** para cada variable y excluir aquellos que caen en la gama de inaceptables. (Hair J. F. Anderson et al., 1999).

Un elemento a tener en cuenta es la Medida de adecuación de la muestra **Índice KMO de Kaiser- Meyer - Olkin**, el cual explica el grado de adecuación muestral a partir de una comparación de los coeficientes de correlación observados con los coeficientes de correlación parciales, indicando la fuerza de esas relaciones entre variables. Este índice puede estar entre 0 y 1 considerándose como aceptable, a efectos del factorial, un $KMO > 0,5$.

Las dos estadísticas mencionadas son las más significativas para asegurar que el Análisis Factorial es adecuado para el estudio que se realiza, en caso de que no suceda así deben realizarse transformaciones para lograrlo o cambiar la técnica de análisis. Por ejemplo, cuando el $KMO < 0,5$, (Hair J. F. Anderson et al., 1999) indica que se revise la diagonal principal de la matriz de correlaciones antimagen que contiene los valores de la medida de adecuación muestral (MSA) para cada una de las variables y se eliminen las de $MSA < 0,5$, lo que evidencia un aumento del KMO.

Para realizar el Análisis Factorial tenemos que seguir una **serie de pasos**: (Cástor Guisande González & Barreiro Felpeo., 2006).

Calcular una matriz que expresa la variabilidad de las variables.

1. Extraer los factores a partir de esta matriz.
2. Hacer la rotación de los factores para que sean fácilmente interpretables.
3. Establecer la posición (puntuaciones) de los casos originales en las nuevas dimensiones de los factores.

En (Santiago de la Fuente Fernández, 2011) se propone el siguiente esquema para la realización de un Análisis Factorial:

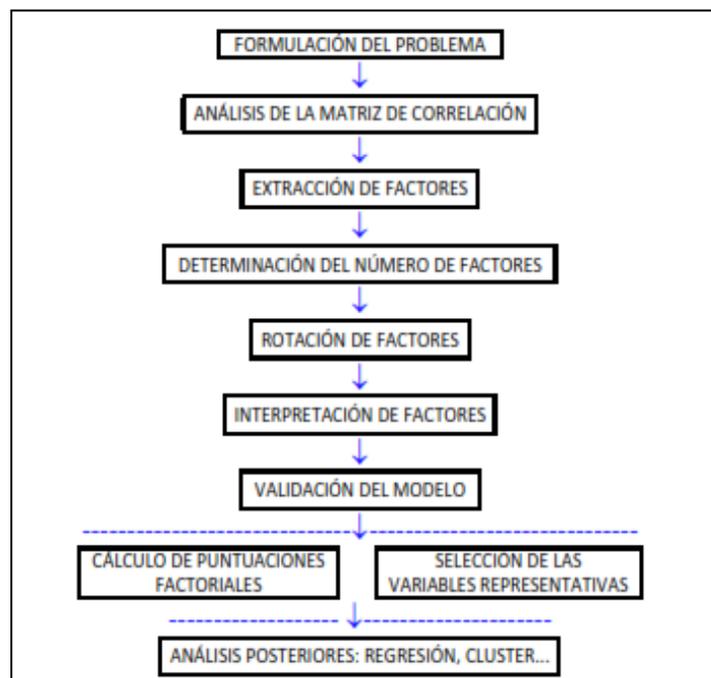


Ilustración 4: Esquema para la realización de un Análisis Factorial.

- **Paso II: Selección de Expertos:**

El centro de gravedad de un buen estudio prospectivo radica en la selección de los expertos. No siempre es factible grandes convocatorias de expertos por lo compartimentado de la información a tratar y esto obliga a la preservación del conocimiento pretérito y la dinamización del conocimiento actual a partir de técnicas de simulación y sistemas de conocimientos. En el presente procedimiento se propone utilizar el método Delphi como herramienta para la selección de los expertos en la investigación.

Para realizar la aplicación del Delphi a la propuesta ésta se realiza en 2 etapas:

1era. Etapa.- Elaboración del Cuestionario: en primera instancia se debe realizar el cuestionario para los expertos, el cual debe estar conformado por tres puntos:

a).- El encabezado: Donde se establecen los datos generales del experto y de la institución donde labora.

b).- La autoevaluación: A través de la argumentación que realiza el experto se obtiene **Kc.**, que es el coeficiente de conocimiento que tiene el experto sobre la temática que se aborda, que se calcula mediante la autovaloración del propio experto en una escala de 1 al 10 y multiplicada por 0.1

c).- La argumentación: Por medio de la argumentación que realiza el experto podemos obtener el coeficiente de argumentación **Ka** comparando los argumentos con respecto a una tabla patrón como la siguiente:

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Por Análisis teórico del tema realizado por usted	0.3	0.2	0.1
Por conocimiento empírico	0.5	0.4	0.2
Por el estudio de trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Por el estudio de trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Por el propio conocimiento del estado del tema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Por su intuición	0.05	0.05	0.05

Tabla 2: Tabla Patrón.

Posteriormente se suman todos los valores obtenidos y ese resultado será el coeficiente de argumentación **Ka** de cada experto.

Teniendo como datos los coeficientes de conocimientos **Kc** y de argumentación **Ka**, se calcula el coeficiente de cada experto (**K**) por medio de la siguiente formula:

$$K = \frac{1}{2}(Kc + Ka)$$

El código para la interpretación del coeficiente de competencia (**K**) es el siguiente:

- Si $0.8 \leq K \leq 1.0$ Entonces el coeficiente de competencia es **alto**.
- Si $0.5 \leq K \leq 0.8$ Entonces el coeficiente de competencia es **medio**.
- Si $K \leq 0.5$ Entonces el coeficiente de competencia es **bajo**.

- **Paso III: Identificación de las variables claves mediante el Análisis Estructural de la Prospectiva.**

El análisis estructural es una herramienta diseñada para vincular ideas. Permite describir el sistema gracias a una matriz que une todos sus componentes. Mediante el análisis de estas relaciones, el método permite destacar las variables que son esenciales para la evolución del sistema. Tiene la ventaja de estimular la reflexión dentro del grupo, y hacer que las personas analicen ciertos aspectos que algunas veces son poco intuitivos. Se aplica al estudio cualitativo de sistemas extremadamente diferentes.

El sistema estudiado se presenta como un conjunto de elementos interrelacionados (variables/factores). La red de interrelaciones de estos elementos, es decir, la configuración del sistema (estructura), constituye la clave de sus dinámicas y es bastante permanente. El análisis estructural, que intenta sacar a la luz esta estructura, comprende tres etapas:

I. Inventario de variables / factores: Esta etapa, que es la menos formal, es crucial para el resto del proceso. La primera tarea consiste en definir el alcance del estudio, y por lo tanto el alcance del sistema a ser estudiado. La segunda etapa será entonces realizar un inventario de todas las variables y/o factores, internos o externos, que caracterizan al sistema. En esta etapa es conveniente ser lo más exhaustivo posible, teniendo cuidado de no dejar nada sin explicar al describir el sistema. Además de las reuniones de reflexión y brainstorming, es conveniente estimular y afianzar la determinación de variables por medio de entrevistas con expertos. También deberían realizarse otras entrevistas a profesionales que conozcan muy bien a las personas que presumiblemente forman parte del sistema. En una segunda etapa, debe elaborarse la lista de variables, completarla si es necesario y, posiblemente, agrupar, separar o incluso eliminar algunas

de ellas para obtener una lista homogénea. Esta lista normalmente debería tener como máximo 80 variables.

II. Descripción de las relaciones entre variables: Durante esta segunda etapa, el punto es reconstituir y describir la red de relaciones entre las variables / factores. El método consiste en vincular las variables en una tabla de doble entrada, la matriz de análisis estructural (ver Ilustración 4), preparada especialmente para el caso. Las filas y columnas en esta matriz corresponden a las variables que surjan de la primera etapa. A los fines didácticos, pueden ser clasificadas, por ejemplo, en tres subgrupos, correspondiendo respectivamente a: el entorno global; el contexto específico; el sistema interno.

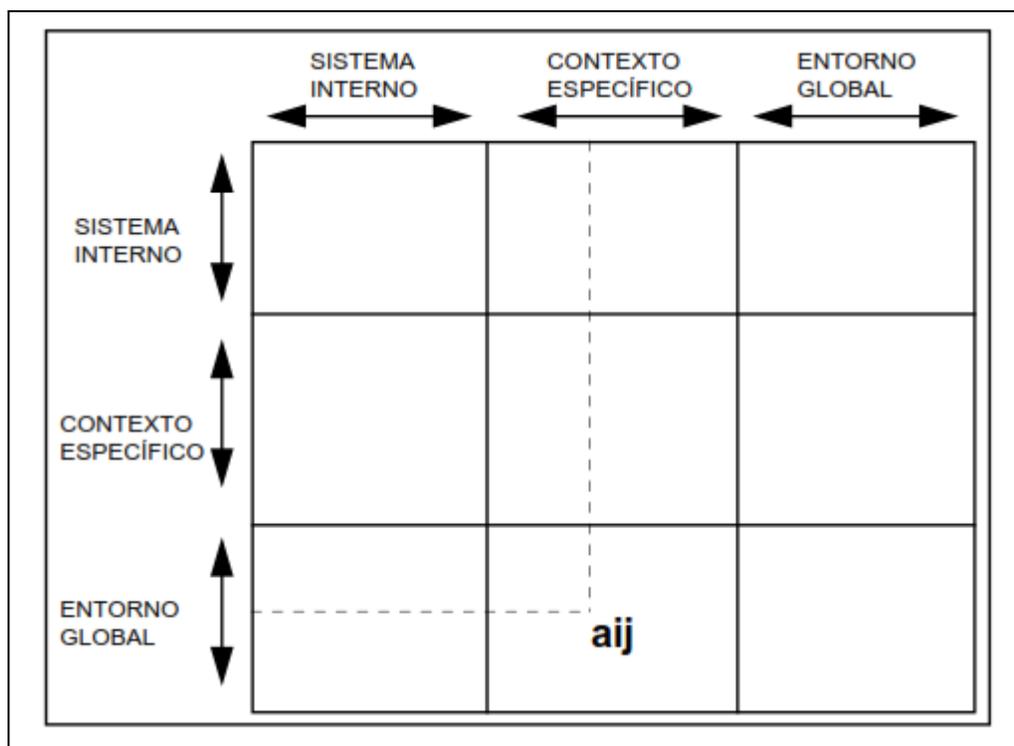


Ilustración 5: Matriz de Análisis Estructural.

La distinción entre estos tres subgrupos es indicativa; revela diferentes bloques dentro de la matriz, lo que permite entender y completar la matriz con facilidad. Por lo tanto:

Los bloques diagonales incluyen las relaciones de las variables de cada subgrupo entre sí (influencias intragrupalas). Estos bloques representan entonces la descripción de los subsistemas en cuestión.

Los bloques no diagonales corresponden a las relaciones entre variables de diferentes subsistemas (influencias intergrupales).

El trabajo consiste en analizar solamente las influencias directas entre variables tomadas por pares. Intentaremos no sólo detectar la existencia de influencias, sino también evaluar su intensidad por medio de apreciaciones cualitativas tales como:

- Intensa (grado 3).
- Media (grado 2).
- Leve (grado 1) o potencial.

Más exactamente, cada elemento a_{ij} en la matriz se califica de la siguiente manera:

- Con un grado (del 1 al 3) en el cuadro que se encuentra en la intersección de la fila número "i" y la columna número "j", si la variable i tiene influencia directa sobre la variable j.
- Si no, el cuadro queda vacío. Por lo tanto los cuadros diagonales deben, por convención, permanecer vacíos.

La matriz se completa línea por línea. Por ejemplo, para la variable número "i" (fila número "i"), deberá evaluarse sistemáticamente si actúa directamente sobre cada una de las otras variables. Esto significa que una matriz con 70 variables generará un total de aproximadamente 5000 preguntas, algunas de las cuales probablemente se hubieran eludido de no haberse realizado una reflexión sistemática y exhaustiva como ésta.

Antes de concluir que existe una relación entre dos variables, el grupo de investigación de prospectiva estratégica **debe evitar en particular:**

- La existencia de una relación directa de la variable i con la variable j y viceversa. En este caso, el grupo deberá privilegiar la relación que parezca más directa y/o más operacional (es decir, de un modo inductivo más que deductivo), la relación directa doble sólo podrá contemplarse en el análisis final.
- Registrar una relación directa de i con j, cuando la influencia de i sobre j se produce a través de otra variable de la lista.
- Considerar una supuesta influencia de i sobre j, o viceversa, si la supuesta co-linealidad (evolución correlativa) de estas dos variables se debe sólo al hecho de que una tercera variable actúa al mismo tiempo sobre ellas.

Este proceso de interrogación no sólo permite evitar errores sino también ordenar y clasificar las ideas mediante la creación de un lenguaje común y un entendimiento compartido dentro del grupo. Ofrece asimismo la posibilidad de redefinir (si es necesario) ciertas variables, y por consiguiente refinar el análisis del sistema.

La experiencia demuestra que la matriz debe completarse aproximadamente en un 20% para obtener un índice satisfactorio. No obstante, este índice es bastante más elevado para los bloques diagonales de la matriz, y particularmente para el que corresponde al sistema interno.

III. Identificación de variables esenciales: Esta última etapa consiste en identificar las variables esenciales y los factores que son claves para las dinámicas globales del sistema. Las variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno pueden proyectarse sobre el gráfico de influencia x dependencia. La distribución de la nube de puntos en este plano y en particular con respecto a los diversos cuadros que se forman alrededor de su centro de gravedad permite identificar cuatro categorías de variables. Estas categorías se diferencian entre sí dependiendo de la función específica que pueden desempeñar en las dinámicas del sistema las variables que incluye cada una.

- **Variables determinantes o "influyentes".** Son todas muy influyentes y un tanto dependientes. La mayor parte del sistema depende entonces de estas variables, ubicadas en el cuadro superior izquierdo del gráfico de percepción. Las variables influyentes son los elementos más cruciales ya que pueden actuar sobre el sistema dependiendo de cuánto podamos controlarlas como un factor clave de inercia o de movimiento. También se consideran como variables de entrada en el sistema.
- **Variables relé.** Son al mismo tiempo muy influyentes y muy dependientes. Estas variables ubicadas en el cuadro superior derecho del gráfico son, por naturaleza, factores de inestabilidad puesto que cualquier acción sobre ellas tiene consecuencias sobre las otras variables, en el caso que se cumplan ciertas condiciones sobre otras variables influyentes. Pero estas consecuencias pueden tener un efecto boomerang que amplifica o bien detiene el impulso inicial. Además, en este grupo de variables conviene realizar una distinción entre:

- *Las variables de riesgo*, situadas más precisamente a lo largo de la diagonal, que tendrán muchas chances de despertar el deseo de actores importantes, ya que, dado su carácter inestable, son un punto de ruptura para el sistema.
- *Las variables blanco*, ubicadas por debajo de la diagonal más que a lo largo del límite norte-sur, son más dependientes que influyentes. Por lo tanto, se pueden considerar, en cierta medida, como el resultado de la evolución del sistema. Sin embargo, es posible actuar deliberadamente sobre ellas para que evolucionen en la forma deseada. Por consiguiente, estas variables representan posibles objetivos para el sistema en su totalidad, más que consecuencias absolutamente predeterminadas.

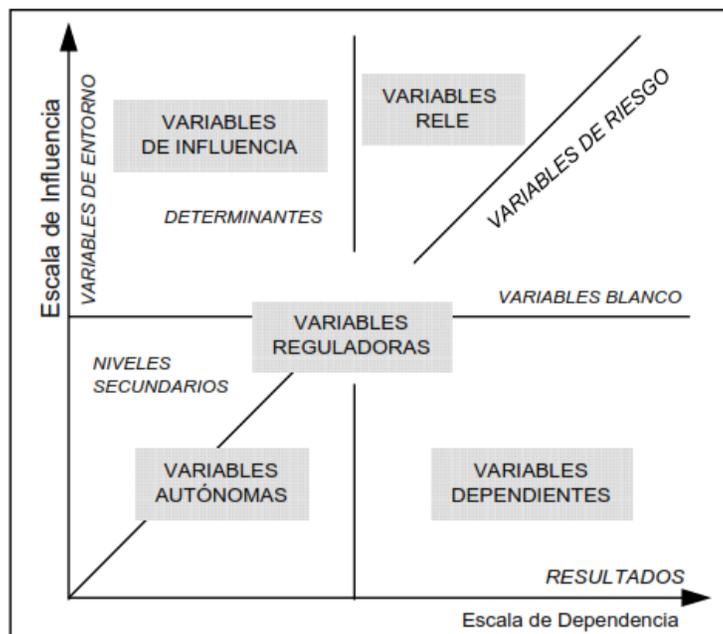


Ilustración 6: Gráfico de Influencia x Dependencia.

- **Variables dependientes o variables de resultado:** Estas variables, situadas en el cuadro inferior izquierdo del gráfico, son al mismo tiempo un tanto influyentes y muy dependientes. Por consiguiente, son especialmente sensibles a la evolución de las variables influyentes y/o las variables relé. Son variables de salida del sistema.
- **Variables autónomas o excluidas,** que son al mismo tiempo poco influyentes y poco dependientes. Estas variables están ubicadas en el cuadro inferior derecho, y parecieran en gran medida no coincidir con el sistema ya que por un lado no detienen la evolución del

sistema, pero tampoco permiten obtener ninguna ventaja del mismo. No obstante, en este grupo de variables es conveniente hacer una distinción entre:

- *Las variables desconectadas* ubicadas cerca del eje de las coordenadas, cuya evolución parece estar bastante excluida de las dinámicas globales del sistema.
- *Las variables secundarias*, que si bien son bastante autónomas, son más influyentes que dependientes. Estas variables están ubicadas en el cuadro inferior izquierdo, sobre la diagonal, y pueden ser utilizadas como variables secundarias o como puntos de aplicación para posibles medidas adicionales.

Finalmente, debemos mencionar un último tipo de variables, no tanto por su definición intrínseca sino más bien por su situación original con respecto a los otros tipos de variables analizadas anteriormente. Son las **variables reguladoras**, ubicadas en su mayoría en el centro de gravedad del sistema. Pueden actuar sucesivamente como variables secundarias, débiles objetivos, y variables secundarias de riesgo.

Es importante comparar las posiciones de las variables que derivan de las clasificaciones directas e indirectas (MICMAC), ubicándolas por ejemplo en el mismo plano de función motora x dependencia. Esta presentación tiene la ventaja de calificar las apreciaciones globales pero bastante superficiales respecto de las variables (clasificación directa). (Michel GODET & Jacques ARCADE, 2004).

ETAPA III: Estimación y pronóstico de los factores ambientales identificados.

El análisis de regresión múltiple es una técnica estadística que puede utilizarse para analizar la relación entre una única variable criterio (criterio) y varias variables independientes (predictoras)(Lila Zorrilla Fontanesi, 2011). Se utiliza con el objetivo de utilizar las principales variables independientes obtenidas del factorial, cuyos valores son conocidos para predecir la única variable criterio seleccionada por el investigador, en este caso, la evaluación de las dimensiones. Se mencionan algunos de los requerimientos de ésta técnica:

- Los datos deben ser métricos o apropiadamente transformados. La variable dependiente debe seguir distribución normal.
- Es conveniente utilizar el método de selección de variables independientes paso a paso (hacia delante) y realizar la dócima de la regresión múltiple para la significación de las variables predictoras.

- El análisis del ajuste del modelo obtenido, debe realizarse mediante el coeficiente de determinación (R^2) y ($R^2_{ajustado}$) apropiado para comparar modelos con diferente número de variables independientes.

Homogeneidad de la varianza error: Cuando los errores cometidos para una misma puntuación predicha, son diferentes a lo largo de la escala de la variable dependiente, las varianzas error no son homogéneas es decir, hay heteroscedasticidad. La presencia de varianzas desiguales es uno de los supuestos que se incumple con mayor frecuencia. Para analizar la homogeneidad de varianzas puede utilizarse el gráfico de los valores predichos tipificados frente a los observados. Si la varianza de los residuos fuera constante, la nube de puntos estaría concentrada en la diagonal del primer cuadrante.

El análisis de los residuos, también es un indicador del ajuste del modelo, los residuos no deben presentar ningún patrón sistemático respecto a la secuencia de observación. El estadístico de Durbin-Watson mide el grado de autocorrelación entre el residuo correspondiente a cada observación y la anterior.

Normalidad de los errores: El supuesto implica que los errores se distribuyen según una normal. Es frecuente su incumplimiento, pero no tiene consecuencias muy graves. Para evaluarlo se utiliza frecuentemente un procedimiento gráfico.

Recomendaciones para el Análisis de Series de tiempo (*Modelos de pronóstico para las principales variables de acuerdo a su significación práctica*).

Una serie de tiempo consiste en un grupo de datos numéricos secuenciales tomados en intervalos igualmente espaciados, normalmente a lo largo de un período de tiempo. Proponemos los siguientes análisis:

Como paso previo a la obtención de los modelos de pronóstico debe asegurarse que la serie sea realmente significativa, a través de la función de autocorrelación.

Para obtener los modelos de pronóstico, se recomienda seguir por pasos las opciones del paquete de programas Statgraphics, para pronosticar valores futuros que incluyen un promedio móvil, una caminata aleatoria, varios tipos de suavizadores exponenciales, modelos de tendencia y modelos ARIMA paramétricos.

El desempeño del modelo para ajustar datos históricos se realiza sobre la base de las estadísticas de los siguientes errores:

- (1) La raíz del error cuadrado medio (RMSE).
- (2) El error absoluto medio (MAE).
- (3) El porcentaje de error absoluto medio (MAPE).
- (4) El error medio (ME).
- (5) El porcentaje de error medio (MPE).

Por la inestabilidad de la información en regiones montañosas, el horizonte de pronóstico no debe exceder los 5 años. Por lo tanto, el pronóstico (puntual y por intervalos de confianza) debe interpretarse con cuidado, sin obviar los elementos necesarios para su análisis.

ETAPA IV: Confección de una Matriz DAFO para el diagnóstico final de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya.

Antes de tomar cualquier decisión estratégica, es imprescindible realizar un diagnóstico de la región, que en este caso va a estar fundamentado en los resultados previamente obtenidos. El análisis DAFO es el método más sencillo y eficaz para decidir sobre el futuro. Nos ayudará a plantear las acciones que deberíamos poner en marcha para aprovechar las oportunidades detectadas y a reparar la región montañosa, contra las amenazas, teniendo conciencia de nuestras debilidades y fortalezas.

El principal objetivo del análisis DAFO para este estudio es ayudar a la región a encontrar sus factores estratégicos críticos desde el punto de vista ambiental, para una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos los cambios organizacionales: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades, y eliminando o reduciendo las amenazas.

El análisis DAFO se basa en dos pilares básicos: el análisis interno y el análisis externo de la región.

Matriz DAFO: De la combinación de fortalezas con oportunidades surgen las potencialidades, las cuales señalan las líneas de acción más prometedoras para la región montañosa de estudio. Las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, colocan una seria advertencia; mientras que los riesgos (combinación de fortalezas y amenazas) y los desafíos

(combinación de debilidades y oportunidades), determinados por su correspondiente combinación de factores, exigirán una cuidadosa consideración a la hora de marcar el rumbo que la región montañosa de estudio deberá asumir hacia el futuro deseable.

	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades distintas. - Ventajas naturales. - Recursos superiores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos y capacidades escasas. - Resistencia al cambio. - Problemas de motivación del personal.
	Oportunidades	Amenazas
Análisis Externo	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevas tecnologías. - Debilitamiento de competidores. - Posicionamiento estratégico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Altos riesgos. - Cambios en el entorno.

Tabla 3: Matriz DAFO (Análisis interno-externo).

Análisis Interno: Los elementos internos que se deben analizar durante el análisis DAFO corresponden a las fortalezas y debilidades que se tienen respecto a la disponibilidad de los recursos existentes. El análisis interno permite fijar las fortalezas y debilidades de la organización, realizando un estudio que permite conocer la cantidad y calidad de los recursos y procesos con que cuenta el ente.

Análisis externo: La región de estudio no existe ni puede existir fuera de ese entorno que le rodea; así que el análisis externo permite fijar las oportunidades y amenazas que el contexto puede presentarle a la misma. El proceso para determinar esas oportunidades o amenazas se puede realizar estableciendo los principales hechos o acontecimientos del ambiente que tiene o podrían tener alguna relación con la región montañosa de estudio.

Un análisis DAFO puede utilizarse para:

- Explorar nuevas soluciones a los problemas.
- Identificar las barreras que limitarán objetivos.
- Decidir sobre la dirección más eficaz.
- Revelar las posibilidades y limitaciones para cambiar algo.

Para la construcción de la matriz DAFO es necesario el concurso de los expertos con el conocimiento que le permita evaluar su situación actual, interna y externa. La forma más usada es la tormenta de ideas o Brainstorming, mediante la cual se recogen las ideas que tienen todos los participantes sobre las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que se observan en el entorno interno y externo. Una vez seleccionadas las ideas fundamentales expresadas por los participantes y catalogadas como debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades, se procede a colocar estos aspectos en la matriz para determinar los impactos y colisiones.

Determinación de los impactos y colisiones.

La matriz DAFO tiene cuatro cuadrantes, en cada cuadrante se establece una relación entre dos de las ideas seleccionadas como importantes; posteriormente la región establece estrategias que permitan una mejor orientación en el entorno. Las estrategias pueden ser: defensivas, ofensivas, de supervivencia y de reorientación.

Estrategias defensivas.

Son las estrategias que permiten a la región hacer frente a las amenazas del entorno. En este caso la pregunta que usualmente se debe hacer es: ¿Cómo enfrentar las amenazas del entorno con las fortalezas que tengo?

Estrategias ofensivas.

Son estrategias que los funcionarios al frente del macizo deben adoptar para crecer. Es la posición más ventajosa de la región montañosa. La pregunta sería en este caso: ¿Cómo puede el macizo aprovechar las oportunidades del entorno con las fortalezas que tiene?

Estrategias de supervivencia.

Son estrategias que se adoptan en la región montañosa para sobrevivir. Es la posición donde ningún ecosistema de montaña frágil como el de Cuba quisiera estar. El ecosistema tiene debilidades que el entorno va a reforzar con las amenazas que presenta. Se puede preguntar: ¿Cómo hacer para que las amenazas del entorno no hagan más profundas las debilidades del ecosistema?

Estrategias de reorientación.

El mercado externo ofrece oportunidades a la región que puede aprovechar, pero no está preparada para ello y debe establecer un programa de acciones específicas y reorientar sus estrategias anteriores. La pregunta podría ser: ¿Cómo reducir al mínimo las debilidades para aprovechar las oportunidades que brinda el entorno?

La matriz DAFO obliga a los dirigentes de la región a analizar sistemáticamente la situación existente y por lo tanto a planear estrategias, tácticas y acciones para alcanzar la efectividad deseada.

No es sensato pensar que el diseño de la matriz DAFO es cuestión de un paso formal en un proceso único, donde una vez concluido este ya no vuelve a él, no, la dinámica de esta labor nos impone que constantemente tengamos que laborar con versiones nuevas y actualizadas, por lo que dispondremos de matrices en el pasado, presente, futuro y a su vez el presente actualizado reiteradamente.

Vemos en la matriz DAFO una magnífica herramienta de trabajo, siempre que sea adecuadamente manipulada por manos sabias.

2.4. Conclusiones del capítulo II.

En este capítulo fueron explicados en detalle, los pasos a seguir para llevar a cabo la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible con tal de que el procedimiento propuesto, pueda ser utilizado en los diversos ecosistemas de montaña. Además, se arribó a las siguientes conclusiones:

1. En toda la bibliografía consultada tanto nacional como internacional, no fueron hallados estudios similares que vinculen el estudio de los métodos estadísticos y la prospectiva aplicada a ecosistemas montañosos frágiles.
2. Las variantes introducidas al procedimiento utilizando el AF⁵ y el AEP⁶ para la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental, explican dicha dimensión y se corroboran con investigaciones anteriormente realizadas.
3. La aplicación correcta del procedimiento propuesto exige la utilización de técnicas tales como: Análisis Exploratorio de Datos, Análisis Factorial, métodos de selección de expertos, Análisis Estructural Prospectivo, Series Cronológicas, técnicas de estimación y técnicas de diagnóstico para la toma de decisiones estratégicas.

El procedimiento viabiliza el entendimiento de un ecosistema de montaña frágil desde el punto de vista ambiental. No se queda en el plano de lo teórico sino que discretiza cada situación práctica basada en el juicio de los expertos y los resultados obtenidos por las técnicas utilizadas para finalmente, llegar a un estado general conclusorio sobre los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental de un ecosistema de montañas frágil.

En el siguiente capítulo se aplica el procedimiento diseñado en el ecosistema montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos, de forma tal que se cumpla el objetivo general y los específicos demostrando así la validez del procedimiento propuesto.

⁵ **AF:** Análisis Factorial.

⁶ **AEP:** Análisis Estructural de la Prospectiva.

Capítulo III: “Implementación del procedimiento propuesto en el ecosistema Montañas de Guamuhaya”.

En este capítulo, se exponen los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento propuesto en el capítulo anterior, para la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya Cumanayagua-Cienfuegos. A pesar de la dispersión y la escasez de la información, limitante que precede a la mayoría de los estudios realizados en las regiones montañosas, no solo dentro sino fuera de nuestro territorio nacional, se realizaron los análisis estadístico-prospectivos para la identificación de factores de mayor incidencia consolidando el trabajo con expertos y el análisis de las Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades que brinda la técnica de matriz DAFO.

3.1. Resultados de la aplicación del procedimiento.

➤ **ETAPA 1: Diagnóstico Inicial de la región de estudio.**

○ **Paso 1: Descripción de la zona de estudio.**

El grupo Guamuhaya ocupa áreas en las tres provincias centrales: Villa Clara, Santi Spíritus y Cienfuegos, en esta última, cuenta con un área de 500.0 Km² que representa el 25.8 % del territorio y esta ubicada al sudeste de la provincia, en el municipio de Cumanayagua. (**Anexo 1**).

El territorio que abarca el plan especial de montaña (Plan Turquino) en Cienfuegos, cuenta con un área de 416 km², el 83.2 % de las áreas del grupo Guamuhaya, en el territorio de Cienfuegos y el 37.9% del área del municipio de Cumanayagua y sus características más generales son las siguientes:

Clima: Tomando como referencia las estaciones de Pico San Juan, Topes de Collantes y Hanabanillas se puede tener una visión de las condiciones climáticas del territorio:

- Estación Hanabanilla: Situada al noroeste de la zona de estudio en la provincia de Villa Clara a 400 m.s.n.m⁷ presenta una temperatura media anual de 23.4 ° C, con media máxima de 27.8 ° C y media mínima de 19.3° C, reportándose valores más bajos en los meses de noviembre a abril y los más altos de mayo a octubre. El promedio anual de las

⁷ m.s.n.m: metros sobre el nivel del mar.

precipitaciones sobrepasa los 1700 mm, siendo en el periodo seco (noviembre-abril) algo superior a los 350mm y en el periodo lluvioso (mayo-octubre) superior a los 1300 mm. La humedad relativa media es del 78% con una velocidad promedio del viento de 5.89 Km/h.

- Estación Topes de Collantes: Situada al centro este del territorio cienfueguero en la provincia de Santi Spíritus a 771.2 m.s.n.m., presenta una temperatura media anual de 20.3° C, con media máxima de 25.1° C y media mínima de 16.9° C, reportándose valores más bajos en los meses de noviembre a abril y los más altos de mayo a octubre. El promedio anual de las precipitaciones sobrepasa los 1400mm, (mayo-octubre) siendo en el periodo seco (noviembre-abril) de 400mm. La humedad relativa media es del 86% con una velocidad promedio del viento de 5.89 Km/h. Existen sistemas de vientos de valles y de montaña, los que provienen fundamentalmente del noroeste, con una velocidad promedio de 6.98 km/h.
- Estación de Pico San Juan: Situada al centro del territorio cienfueguero a 1140 m.s.n.m. presenta una temperatura media anual de 20.3° C, con media máxima de 23.1° C y media mínima de 13.9° C, reportándose valores más bajos en los meses de noviembre a abril y los más altos de mayo a octubre. El promedio anual de las precipitaciones sobrepasa los 1200mm, (mayo-octubre) siendo en el periodo seco (noviembre-abril) de 200mm. La humedad relativa media es del 87% con una velocidad promedio del viento de 7.89 Km/h. Se ubica el radar meteorológico que da cobertura al centro de la isla.

Circulación Atmosférica: El territorio se encuentra sometido a un flujo de circulación anticiclónica, que de acuerdo a investigación climatológicas recientes, tiene una alta representación anual (más del 50% con relación a los demás sistemas meteorológico) Esta circulación conjuntamente con la derivada de las diferencias térmicas entre las distintas superficies (brisas), es determinante en el establecimiento del régimen diario del tiempo de la humedad del aire y un aumento de la nubosidad, lo cual favorece el desarrollo de turbonadas, los valores máximos de las precipitaciones se localizan hacia la partes inferiores.

Recursos Hidrológicos: El grupo montañoso Guamuhaya se localiza en la subregión hidrográfica Sierra Escambray-Altura del norte de Las Villas perteneciente a la región central, en territorio cienfueguero se ubican cuencas y subcuencas.

El territorio se comporta como un importante colector de grandes volúmenes de agua, teniendo en cuenta que sobre el mismo precipitan alrededor de 1500 mm, lo que genera un importante escurrimiento superficial y subterráneo.

El mayor escurrimiento superficial corresponde a la subcuenca Hanabanilla y al área que se produce en los límites del territorio (cota 200 m) y 4 Km hacia el interior del mismo, debido al alto grado de calcificación de estas montañas. Entre los principales ríos se encuentra: San Juan, Hondo, Cabagán, Seibabo, Mataguá y otros, caracterizados por poseer cuencas estrechas y accidentadas, así como cauces encajados con numerosos saltos y rápidos que lo hacen atractivos para el desarrollo de diversas actividades turísticas. Estas corrientes superficiales se alimentan de corrientes subterráneas provenientes de áreas cársticas más elevadas, formando un sistema de galerías con lagos y ríos subterráneos.

La existencia de zonas cársticas posibilita la presencia de numerosas cuencas endorreicas, que colecta el escurrimiento superficial y van directamente a través de cuencas y sumideros a los ríos y lagos subterráneos, alimentando las corrientes superficiales mediante surgencias y manantiales.

El embalse Hanabanilla es el que más agua almacena situado a 364 m.s.n.m. en la provincia de Villa Clara y con una capacidad de 278 millones de m^3 , siendo los ríos que más aportan El Hanabanilla, Charco Azul y Río Negro que nacen en territorio cienfueguero.

Los ríos poseen en su tercio superior una lamina media de escurrimiento fluvial anual entre 1000 y 1200 mm en las montañas de Trinidad las cuales van disminuyendo hacia las alturas y llanuras, alcanzando los mínimos valores en los tercios inferiores de las subcuencas y tributan a los ríos principales (400-600 mm) Dada la presencia del carso muchos de estos ríos tiene componentes subterráneos en su escurrimiento fluvial, que representa en las partes de mayor altitud del grupo Guamuhaya el 33% del mismo debilitándose su aporte con la disminución de la altura (16.6%), dada la disminución de los manantiales y el predominio de los componentes superficial del escurrimiento fluvial. Pese al predominio de la cobertura boscosa y la presencia de carso, el modulo de escurrimiento sólido esta entre los más elevados del país. (Rodríguez, 1989 citado en Duran 2000).

Las aguas sigue siendo uno de los recursos más impactados debido principalmente a la contaminación por el vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y albañales procedentes de las despulpadoras, los autoconsumos y los asentamientos humanos, provocado por el mal o no

funcionamiento de los sistemas de tratamiento, muchos de los cuales no existen o se encuentran en franco deterioro, siendo depositados dichos residuales de manera directa en las corrientes superficiales. En algunos casos debido al mal estado de las redes técnicas los residuales son vertidos pocos metros aguas arriba de las fuentes de abasto. Si a esto le agregamos que la gran mayoría de estas no cuentan con la protección necesaria, accediendo a ellas animales para beber y bañarse, que además, esta agua es bebida de manera directa sin ningún tipo de tratamiento, entonces la situación es más compleja aún, reflejándose en las altas tasas de parasitismo, existentes en toda la zona.

Otro impacto negativo a este recurso lo constituye el asolvamiento de los cauces y embalses, en este caso el Hanabanilla, debido al arrastre de grandes cantidades de sedimentos producto de la deforestación y el lavado de los suelos.

Existen en el territorio un total de 49 focos contaminantes, la mayoría conformados por asentamientos y campamentos, los cuales generan una carga total de 731.7 t/a, siendo depositada el 87.3% (634.8 t/a), las que son vertidas al medio generalmente sin tratamiento o con uno muy deficiente, provocando grandes impactos en los cuerpos receptores y la población.

Relieve: El grupo Guamuhaya es un sistema montañoso de alturas medias, muy diseccionado, donde predomina un relieve considerado entre complejo a muy complejo, de pendientes promedio superiores a 18° y valores de desmembramiento de la red de drenaje mayores de 2500 m/km^2 para la disección horizontal, de esta los mayores valores se localizan hacia la porción noroccidental de la Sierra y asociado a las cuencas de los ríos: Hondo, Cabagán y Guanayara. La disección vertical es bastante alta alcanzando valores entre 300, 500m y más, estos últimos en la desembocadura de El Jibacoa en el embalse Hanabanilla, en la loma de los Farallones y Valle del Indio y las zonas correspondiente a los valles de río Cabagán y Guanayara. Los valores menores están en las zonas fuertemente carcificadas, registrándose valores entre 100 y 200 m e incluso inferiores. Estos valores de disección vertical favorecen la ocurrencia de los procesos erosivos, donde los valores sobrepasan los 500m haciéndose muy fuerte la erosión potencial, abundando los cauces encajados, las escarpas, pendientes fuertes y una red fluvial más organizada.

El relieve está formado por diferentes pisos altitudinales, que van desde las alturas pequeñas hasta las montañas bajas, siendo el punto culminante el Pico San Juan con 1140 m de altitud.

Tal elevado grado de complejidad del relieve y los altos valores de las características morfométricas de esta región restringe la vocación agrícola del territorio, fundamentalmente al uso y a la economía cafetalera. No obstante, existen áreas como los fondos de los valles fluviales, la parte baja de depresiones in tramontana y superficies llanas, en los cuales puede tener alguna utilización agrícola con cierto grado de diversificación, con medidas de conservación de suelo.

El relieve es predominantemente erosivo y cársico, erosivo relacionado con la abundancia de rocas carbonatadas y produciendo un número variado de formas cársicas tales como: cañones, mogotes, dolinas sumideros y cuevas. Se evidencia además microformas del relieve, el lápies, predominando sobre las rocas desnudas en las cimas y paredes de solapa, sobre todo en los cauces de los ríos. Las áreas carcificadas de mayor importancia se encuentran asociadas a los alrededores de Pico San Juan hacia el centro oeste de la Sierra Trinidad abarcando cerca de 48km². La altura promedio del área que se ubica, en nuestra provincia es de 600-700 m.s.n.m y una máxima de 1140 metros en el Pico San Juan (La Cuca).

Vegetación: La presencia de alturas diferentes, rangos altimétricos, combinado con el efecto de la variación climática altitudinal, los suelos y la acción antrópica han dado resultados a diversas formaciones vegetales y artificiales.

- Complejo de vegetación mogotes: Aparece en las cimas cársicas escarpadas, así como en aquellas áreas donde aflora el carso desnudo.
- Bosque nublado: Localizada en las porciones más elevadas, presentando poco desarrollo.
- Pluvsilva montaña: Ubicada en las zonas más elevadas donde las bajas temperaturas y los altos valores de humedad predominan durante casi todos el año y permite la existencia de bosques siempre verdes.
- Bosques siempre verdes mesófilo submontano: Localizado en la vertiente sur entre los 600-900 m.
- Bosques semideciduo notófilo y mesófolio: Es el bosque más abundante, generalmente por debajo de los 600m de altura. Existen áreas donde la vegetación ha sido alterada como consecuencia de la actividad forestal.
- Bosques en galerías: Localizado en las orillas de los ríos y cañadas.
- Plantaciones de Pinares: Ubicados sobre suelos ferralíticos y cortezas de interperismos.

La evaluación de la cubierta vegetal como recurso natural tiene como objetivo el conocimiento de las posibilidades actuales y perspectivas de la utilización económica de sus riquezas, considerando la vocación de uso fundamentalmente forestal y cafetalero que esta condicionado por la combinación espacial de los componentes naturales del territorio y la historia de la intervención humana en este.

Peligro de desastres: El mayor y más importante peligro de desastre en este territorio está relacionado con la ocurrencia de intensas lluvias, las cuales ocasionan serias afectaciones a la población residente en esta área; quedando gran parte incomunicada por las inundaciones, roturas de puentes y caminos por la fuerza de las aguas o deslizamientos de tierra; así como por lo peligroso que resulta transitar en senderos fangosos y resbaladizos en lugares con fuertes pendientes.

- ✓ Los asentamientos de El Nicho, El Naranjo, San Narciso, Hoyo de Padilla y San Blas quedan incomunicados por el descabezamiento de los puentes sobre los ríos Hanabanilla, Matagua y Río Hondo que los cruzan o el aumento del nivel de las aguas por encima de estos. En el caso de San Blas, aquí la circulación de las aguas es rápida y la incomunicación dura poco tiempo, aunque puede provocar deslizamiento de tierra en la Loma Ventana carretera que es acceso principal al resto del territorio por lo que se ve afectado todas las actividades socio-económicas lo que lleva un accionar inmediato para el restablecimiento de dicho vial. La afectación que se produce en El Nicho en el paso sobre el río Hanabanilla lleva a incomunicar los asentamientos de Charco Azul Arriba, Cimarrones y Cien Rosas por el acceso directo desde Cumanayagua, siendo necesario llegar a estos lugares por el Vial Crucecitas o por Loma Ventana incrementándose la distancia en mas de 25 Km, con la consiguiente afectación de tiempo y combustible.
- ✓ El asentamiento Centro Cubano es afectado por inundaciones debido a la tupición del sumidero por el arrastre de ramas y otros materiales, siendo posible solo la llegada en botes, lo que ocasiona desvincular el acceso al resto de los asentamientos.
- ✓ Se estima un rango de afectados a evacuar por inundaciones entre el 50 y 60 % de la población, incluyendo los asentamientos incomunicados, por lo cual una preparación previa posibilita un aseguramiento de recursos y de atención a esta población.

Suelos: En general el contenido de materia orgánica es alto más del 4% mientras que la concentración de nitrógenos es baja inferior a 100kg/ha. Con excepción de la franja de suelos pardos sin carbonato y pardos grisáceos, donde oscila de 150 a 200 y de 100 a 150 Kg/Ha respectivamente. Estos suelos en la actualidad están sometidos a un proceso erosivo de mediano a fuerte.

El territorio cuenta con 8 tipos de suelos:

1. Ferralíticos rojos lixiviados típicos: Se ubica en el centro sur del territorio, presenta 43 líneas o contornos de suelo, en algunos de ellos puede existir limitantes para el café por el ph, contenidos de nutrientes y contenido de materia orgánica, son propensos a grandes y rápidas pérdidas de suelo por erosión hídrica, al realizar cambios en la cubierta vegetal.

2. Ferralíticos rojos lixiviados hidratados: Se localiza al centro norte del territorio, presenta 17 líneas de suelo las mayores dificultades para el cultivo del café son el contenido de materia orgánica, el ph y contenidos de nutrientes.

3. Ferralítico amarillento típico: Localizado al noreste del territorio existen 14 contornos de suelo, la limitación más común para el cultivo del café lo constituye la poca profundidad efectiva que tiene el 50% de los contornos, no obstante también existe en algunos limitantes con el ph, contenido de nutrientes y materia orgánica.

4. Ferralítico pardo rojizo típico: Se localiza al noroeste del territorio, de este subtipo existen 12 líneas de suelo, son variables en cuanto a humificación, predominan los medianamente erosivos, las mayores dificultades que presentan para el cultivo del café son la profundidad efectiva y el contenido de materia orgánica el cual puede corregirse.

5. Pardo sin carbonato típico: Se localiza al norte noroeste, es suelo medianamente erosionado, es de poca profundidad por lo que no es apto para el cultivo del café.

6. Aluvial poco diferenciado: Se localiza al margen de los ríos Hanabanilla y Mataguá, estos suelos se encuentran en las áreas que deben protegerse para los trabajos de reforestación.

7. Esquelético natural: Ubicados en el centro, estos suelos no son aptos para el cultivo del café sobre todo por la limitación en la profundidad efectiva, no obstante pueden utilizarse, en el desarrollo pecuario en silvopastoreo, así como en fomento forestal.

El ecosistema cuenta con el 51% (25700 Ha) de sus áreas en suelos A1 y A2 aptos para café no obstante parte de este potencial se localiza en zonas con fuertes limitantes climáticas debido a las bajas precipitaciones y bajos valores de humedad. Dichas zonas se distribuyen fundamentalmente al sur y este del territorio con un 19.4 % del potencial.

- **Paso II: Disponibilidad y acceso a los datos según fuentes primarias de información.**

El período de estudio, abarca los años comprendidos entre 1995 y 2013, a partir de donde se conformó una matriz de datos primaria, con la información obtenida de los Balances anuales elaborados por el CITMA, por el Instituto de Planificación Física Municipal y Provincial, Planificación Provincial, el Órgano de la montaña en “Cuatro Vientos” así como, los reportes mensuales de algunas empresas que forman parte del Plan Turquino en Cumanayagua y resultados de investigaciones recientes en el ecosistema montañoso Guamuhaya.

La dimensión ambiental agrupa un conjunto de variables referenciadas en estudios recientes como parte de las áreas temáticas vinculadas al desarrollo sostenible.

La selección de variables en este estudio, proviene en gran medida, de los resultados de una investigación realizada en el ecosistema montañoso Guamuhaya, respaldada por expertos, (Díaz Gispert, 2011) los cuales mostraron concordancia de criterios, a partir del coeficiente W de Kendall. Aprovechando la sinergia del grupo de expertos, se seleccionaron un conjunto de variables, que se consideran adecuadas para medir el desarrollo sostenible en 7 áreas temáticas del ecosistema (Economía, Sociodemográfico, Suelos, Forestal, Fuentes renovables de energía, Disponibilidad y Contaminación de Agua).

De las variables identificadas por los expertos (todas métricas), se seleccionaron todas las que fueron posibles, de acuerdo a la disponibilidad y acceso de la información numérica, y otras que estuvieron disponibles en las fuentes documentales haciendo énfasis en aquellas que tributaban a la dimensión ambiental del desarrollo sostenible. **(Anexo 2).**

Paso III: Análisis descriptivo de la región a partir del Análisis Exploratorio de Datos

El resumen descriptivo se realizó de acuerdo a la naturaleza de las variables y a la presencia de valores atípicos mencionados con anterioridad, a partir de los estadísticos de posición: media, mediana, moda y el estimador robusto central bponderado de Tuckey (con constante de ponderación igual a 4,685). Se valoró inicialmente el uso de la trimedia o media recortada, pero finalmente se desechó, buscando mantener la mayor cantidad de información en cada variable. **(Anexo 3).**

- **Resultados del análisis descriptivo para la Dimensión Ambiental.**

De acuerdo a los resultados obtenidos del Análisis Exploratorio de Datos; el comportamiento de las variables a lo largo del período varía con tendencias crecientes o decrecientes, indicando en cada caso el comportamiento que mantiene la variable en el tiempo y asociado a la vez a un grupo de eventos históricos que justifican su comportamiento. Por cada variable se elaboró un gráfico que muestra el comportamiento de cada una de las variables en un período de 13 años.

Un uso no sostenible del suelo, significa el no darle la utilización apropiada de acuerdo con sus características, por lo que el uso no adecuado del suelo, ocurre en las prácticas agrícolas y en las actividades humanas, que son los principales factores de erosión y posiblemente son una amenaza a los ecosistemas con la consecuente pérdida de uso del suelo. En el diagrama de secuencias se ve el resultado para la IAF⁸ con una tendencia decreciente, no sucede lo mismo con el CSB⁹ ya que presenta un ligero crecimiento. El porcentaje de sobrevivencia de reforestación al tercer año de vida tiene un comportamiento decreciente. De acuerdo a estudios realizados se ha podido comprobar que toda la zona de la montaña se encuentra afectada por procesos erosivos en mayor o menor grado. Las áreas menos erosionadas ocupan el mayor por ciento y coinciden con las zonas aptas para el cultivo del café, mientras las más afectadas se distribuyen mayormente en aquellas zonas idóneas para la actividad forestal en las que predomina las mayores pendientes. Esta situación tiene sus causas en la deforestación existente, el cultivo y pastoreo en pendientes inadecuadas, mal manejo de los suelos y prácticas agrícolas, la actividad minera y construcción de caminos entre otras obras.

En nuestra área de estudio existe un total de 5 zonas con altos valores naturales (florísticos, faunísticos, paisajísticos, carsológicos, ecológicos) que justifican su designación como áreas protegidas con diferentes categorías de manejo, de las cuales solo 3 están propuestas para integrar el sistema nacional de áreas protegidas y ninguna se encuentra aún aprobada, lo cual atenta contra la protección y conservación de esos valores al ser estas explotadas de manera inadecuada.

ETAPA II: Identificación de las variables clave y sus interrelaciones.

- **Paso I: Identificación de las variables más significativas por dimensiones del desarrollo sostenible. (SPSS).**

⁸ IAF: Intensidad de Aprovechamiento Forestal.

⁹ CSB: Cambio en la Superficie de los Bosques.

o Resultados del Análisis Factorial.

Una evaluación inicial satisfactoria, permitió la realización del Análisis factorial en esta ocasión. De las 19 variables analizadas en esta dimensión, solo formaron parte de los factores resultantes 9 de ellas, que fueron las de mayores correlaciones. No se encontraron variables complejas, todas las variables mostraron saturaciones muy altas en uno de los factores y bajas en el otro, por lo que fueron permitieron encontrar una interpretación para los componentes obtenidos, forma clara.

La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin, presentó un valor de 0,80, el más alto logrado hasta el momento. Mediante la prueba de esfericidad de Bartlett se comprobó que la matriz de correlaciones no es identidad (significación inferior a 0,05) **Ver Anexo IV** Por tanto, se aceptó la existencia de multicolinealidad entre las variables y se procedió a aplicar el análisis.

Por la similitud en los aspectos del análisis, se muestran concretamente los resultados obtenidos, a partir del método de extracción de Componente principales y la rotación Varimax.

Los dos factores extraídos, representan un 82,28% de la varianza común de las 9 variables que finalmente quedaron en el análisis. Las comunalidades obtenidas, para todas las variables, cumplen los requisitos preestablecidos ($> 0,70$), en este caso son al menos de 0,701, esto garantiza que las variables finales permanezcan en este análisis.

El primer factor rotado explicó un 68,61% de la varianza, siendo la variable Índice de calidad del agua (CT), la más representativa para la dimensión ambiental con una carga factorial de -0,951, el segundo factor explicó solo un 13,67%. De esta forma, se agrupan las variables de acuerdo a los siguientes componentes:

PRIMER COMPONENTE (Factor 1): Formado por las variables relacionadas con la *contaminación ambiental* lo cual repercute en el recurso forestal, éstas son, el índice de calidad del agua (CT), intensidad del aprovechamiento forestal, índice de boscosidad, la tasa de erosión, descarga residual a la laguna de oxidación y volumen industrial de agua al drenaje.

SEGUNDO COMPONENTE (Factor 2): Formado por las variables que garantizan las *condiciones climáticas*, tales como el promedio de precipitaciones, de humedad relativa y las fuentes de abasto de agua.

Las variables, índice de calidad del agua (CT), descarga residual a la laguna de oxidación y volumen industrial de agua al drenaje estuvieron muy correlacionadas entre sí y con el Factor 1

negativamente. Este factor contrapone estas variables con el índice de boscosidad y la intensidad del aprovechamiento forestal correlacionadas con el Factor 1 de forma directa. En el caso del Factor 2, las tres variables que lo conforman, correlacionan directamente entre ellas y con el Factor 2.

Los resultados obtenidos muestran claramente que las variables agrupadas en ambos factores, pueden ser establecidas en éstas dos sub dimensiones, cuando se realicen estudios sobre la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

- **Paso II: Selección de expertos.**

Se desarrolló un taller con un grupo de expertos, con el objetivo de iniciar una dinámica de grupo y propiciar la adquisición de una cultura prospectiva estratégica. En este momento se seleccionaron los expertos del estudio mediante el Delphi, contando con el apoyo de un especialista de la Dirección Provincial de Estadística y una profesora de la Universidad de Cienfuegos.

Para realizar la selección de los expertos se consideró:

- ✓ **La cantidad de los expertos:** El número máximo de expertos que tendremos será de 9 y el mínimo de 4.
- ✓ **La calidad de los expertos:** Se trabajó con los especialistas en el campo de las ciencias; investigadores, funcionarios del CITMA, personal de la Oficina Nacional de Estadística, personal del Órgano de la Montaña, especialistas del Instituto de Planificación Física (Municipal y Provincial), Especialistas en estadística de las Direcciones de Salud Pública (Municipal y Provincial), especialistas de Comunales Cumanayagua, ingenieros químicos de Acueducto Cumanayagua, especialistas con categorías docente de máster y doctor en ciencias.
- ✓ **Consentimiento de los expertos:** se realizó una entrevista con estas personas a quienes se les explico el tema a realizar y el apoyo que se necesitaría, estando de acuerdo en apoyar el trabajo, para ello, se realizó una selección de las personas con quien se trabajó y posteriormente sesiones donde se dio una amplia explicación y motivación a los directores para participar en la validación de la propuesta.

Una vez establecido lo anterior pasamos a determinar el coeficiente de competencia de los expertos, para ello, se determinó primero el coeficiente de conocimientos Kc, mediante la autovaloración. Por ello a continuación se presenta en **Anexo 5** los resultados obtenidos de Kc, el cargo que ocupa, la formación profesional, la autovaloración y antigüedad en el cargo (en años) obteniendo los siguientes resultados:

La autovaloración más baja es de 0.6 y la más alta de 0.9 con un promedio de competencia de 0.8, el cual es considerado como “medio” y un promedio de antigüedad en el puesto de 11.07 años, el cual consideramos como “aceptable” para el trabajo a desarrollar. Una vez determinado el coeficiente **Kc** pasamos a determinar el coeficiente de argumentación **Ka**. Para ello, en la siguiente tabla se muestran los resultados de Ka:

Experto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ka	1	0.7	0.7	0.9	0.9	0.6	0.5	0.6	1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6

Tabla 4: Coeficiente de argumentación de los expertos.

Con respecto a los expertos tenemos que el 57% son mujeres y el 43% son hombres; tenemos que presenta un promedio de 0.8, siendo el más bajo de 0.5 y el más alto de 1.0, por lo que lo consideramos como “medio”. Finalmente, se presentan los resultados de la determinación del coeficiente de competencia K.

Experto No.	Kc	Ka	$K = \frac{1}{2} (Kc + Ka)$	Criterio
1	0.9	1	0.95	Alto
2	0.8	0.7	0.75	Medio
3	0.8	0.7	0.75	Medio
4	0.9	0.9	0.9	Alto
5	0.9	0.9	0.9	Alto
6	0.7	0.6	0.65	Medio
7	0.7	0.5	0.6	Medio
8	0.7	0.6	0.65	Medio
9	0.6	1	0.8	Medio
10	0.9	0.9	0.9	Alto
11	0.9	0.9	0.9	Alto
12	0.9	0.8	0.85	Alto
13	0.8	0.7	0.75	Medio
14	0.7	0.6	0.65	Medio

Tabla 5: Resultados del coeficiente de competencia.

Con respecto al coeficiente de competencia, tenemos que el más bajo registrado es de 0.65 (medio) y el más alto de 0.95 (coeficiente alto), teniendo un promedio general de 0.79, siendo un coeficiente medio.

Cabe mencionar que el cuestionario fue sometido a 19 personas de las cuales 5 expresaron no estar de acuerdo con participar por diversas razones, por lo que se trabajó con 14 especialistas de los cuales fueron seleccionadas solamente las que mostraron un alto coeficiente de competencia.

- **Paso III: Identificación de las variables claves mediante el Análisis Estructural de la Prospectiva.**

El acrónimo MIC-MAC proviene de las palabras: Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación método elaborado por M. Godet en colaboración con J.C. Duperrin de acuerdo a Godet (2007, p. 65). El objetivo del análisis estructural MIC-MAC es identificar las principales variables, influyentes y dependientes; así como las variables esenciales para la evolución del sistema. El análisis estructural es el método cualitativo de la prospectiva y lo pudiéramos definir como una reflexión colectiva relacionando diferentes elementos de un sistema con la perspectiva de provocar el cambio en el futuro.(Juan Baldemar Garza Villegas & Dante Vladimir Cortez Alejandro, 2011).

Fase I: Lista de Variables:

1. Intensidad Aprovechamiento Forestal (IAF)
2. Cambio en la Superficie de los Bosques (CSB)
3. Presencia de Incendio (PI)
4. Índice de Boscosidad (IB)
5. Porcentaje Sobrevivencia Reforestación 3er año Vida (SRTAV)
6. Porcentaje Superficie Reforestada y Lograda 3er año Vida (SRLATAV)
7. Plantaciones Totales (ha) (PT)
8. Fajas Hidroreguladoras (FH)
9. Volumen Agua Industrial al Drenaje (VAID)
10. Descarga Agua Residual a Laguna Oxidación (DARLO)
11. Índice Calidad de Agua Colis Totales (ICA_CT)
12. Índice Calidad de Agua Colis Fecales (ICA_CF)
13. Promedio de Temperatura (PTemp)
14. Promedio de Humedad Relativa (PHR)
15. Promedio de Precipitaciones (PP)
16. Tasa de Erosión (TE)
17. Cambio en el Uso de Suelos (CUS)

- 18. Fuentes Abasto Agua (FAA)
- 19. Consumo Agua Sector Estatal (CASE)

Fase II: Descripción de relaciones entre las variables del sistema.

- **Matriz de Influencias Directas (MID):** La Matriz de Influencias Directas (MID) describe las relaciones de influencias directas entre las variables que definen el sistema.

Las influencias se puntúan de 0 a 3, con la posibilidad de señalar las influencias potenciales:

- 0. Sin influencia.
- 1. Débil.
- 2. Media.
- 3. Fuerte.
- P. Potencial.

Para realizar el cruzamiento de las variables se le propone a los expertos que llenen una encuesta que muestra la relación entre las variables de la matriz de impactos cruzados. (**Anexo 6**)

Las respuestas dadas por los expertos, de manera independiente, se analizan a través de un taller con el objetivo de llegar a un consenso donde se realizó el cruzamiento entre sí. (**Ilustración 7**)

	1: IAF	2: CSB	3: PI	4: IB	5: SRTAV	6: SRLATAV	7: PT	8: FH	9: VAID	10: DARLO	11: ICA CT	12: ICA CF	13: PTemp	14: PHR	15: PP	16: TE	17: CUS	18: FAA	19: CASE
1: IAF	0	3	2	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
2: CSB	2	0	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3: PI	2	3	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0
4: IB	3	3	2	0	2	2	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	2	2	0
5: SRTAV	2	2	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6: SRLATAV	2	2	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
7: PT	1	2	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
8: FH	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0	2	1
9: VAID	2	1	0	2	1	1	1	1	0	3	2	2	0	0	2	0	1	2	1
10: DARLO	0	0	0	0	0	0	2	2	3	0	3	3	0	2	0	0	1	1	1
11: ICA CT	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	0	3	0	0	0	0	0	3	3
12: ICA CF	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2
13: PTemp	1	0	2	2	1	1	1	0	0	0	3	2	0	1	1	0	0	0	0
14: PHR	1	0	2	2	1	2	2	0	0	0	2	2	2	0	3	1	0	0	0
15: PP	2	1	1	1	1	1	2	0	2	2	1	1	1	2	0	1	0	2	2
16: TE	2	2	1	2	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	1	0
17: CUS	2	2	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
18: FAA	0	0	2	0	1	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	1	1	0	2
19: CASE	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	3	1	0	0	3	0	0	2	0

©LPSOR-ERTAMQWAC

Ilustración 7: Matriz de Influencias Directas (MID).

Se procesa una matriz final de 19 variables, se presentan 185 ceros y 69 unos, teniéndose un impacto de un 48.75 %. El número de iteraciones propuestas fue 8, logrando una estabilización de la matriz en la iteración 6.

Fase III: La identificación de variables clave y sus categorías e interpretación.

La interpretación del gráfico Plano de Influencia y Dependencia permite una lectura completa del sistema según resulten ser las variables motrices o dependientes. Es decir, para cualquier variable su valor estratégico estaría determinado por la suma de su valor de motricidad y de su valor de dependencia. $En = mn + dn$. Godet (1997).

La combinación de ambos resultados es la que definitivamente define a las variables según su tipología. Su disposición en el plano en relación a las diagonales nos ofrece una primera clasificación, tal y como queda reflejado en los **Anexos 7 y 8**.

- **Variables Determinantes:** Se encuentran en la zona superior izquierda del plano de influencia y dependencia, son las variables que según su evolución a lo largo del periodo de estudio se convierten en frenos o motores del sistema. Estas pudieran ser propulsoras o inhibitoras del sistema. El objetivo es que sean propulsoras y determinen las conductas adecuadas del sistema.
- **Variables Entorno:** Son las variables con escasa dependencia del sistema pueden ser consideradas un decorado del sistema, se encuentran en la zona media de la parte izquierda del plano de influencia y dependencia. El objetivo es complementar su valor agregado al sistema:
 - PHR.
 - TE.
- **Variables Regulatoras:** Son las variables situadas en la zona central del plano de influencia y dependencia se convierten en llave de paso para alcanzar el cumplimiento de las variables clave. Determinan el buen funcionamiento del sistema en condiciones normales. Se sugiere evaluar de manera consistente y con frecuencia periódica estas variables.
 - CASE.
 - PI.
- **Palancas Secundarias** Son las variables complementarias a las variables regulatoras, actuar sobre ellas significa hacer evolucionar las variables regulatoras que a su vez afectan a la

evolución de las variables clave. En el plano de influencia y dependencia se encuentran ubicadas debajo de las reguladoras.

- **Variables Objetivo:** Son las variables que se ubican en la parte central a la derecha en el plano de influencia y dependencia. Son muy dependientes y medianamente motrices, de ahí su carácter de tratamiento como objetivos, puesto que en ellas se puede influir para que su evolución sea aquella que se desea.
- **Variables Clave:** Son las variables que se encuentran en la zona superior derecha del plano de influencia y dependencia también nombradas variables reto del sistema. Son muy motrices y muy dependientes, perturban el funcionamiento normal del sistema, estas variables sobre determinan el propio sistema. Son por naturaleza inestables y se corresponden con los retos del sistema. En resumen deben continuamente tener retos que propicien el cambio del sistema a un nivel más óptimo. Son las que mantienen lubricado el sistema:
 - PP.
 - IB.
 - VAID.
 - FAA.
 - ICA_CT.
 - DARLO.
 - IAF.
- **Variables Resultado:** Son variables que se caracterizan por su baja motricidad y alta dependencia se encuentran en la zona inferior derecha del plano de influencia y dependencia, y suelen ser junto con las variables objetivo, indicadores descriptivos de la evolución del sistema. Se trata de variables que no se pueden abordar de frente sino a través de las que dependen en el sistema. Estas variables requieren un seguimiento y monitoreo estrecho que permita verificar la efectividad del sistema en general:
 - PT.
 - SRLATAV.
 - CSB.
 - ICA_CF.
- **Variables Autónomas:** Son variables poco influyentes o motrices y poco dependientes, se corresponden con tendencias pasadas o inercias del sistema o bien están desconectadas de él. En el plano de influencia y dependencia se encuentran en la zona inferior izquierda. No constituyen parte determinante para el futuro del sistema. Se constata frecuentemente un gran número de acciones de comunicación alrededor de estas variables que no constituyen un reto.
 - PTemp.
 - FH.
 - CUS.

Paso IV. Comparación de resultados obtenidos entre el Análisis Factorial y el Análisis Estructural de la Prospectiva que más inciden en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua - Cienfuegos.

No.	Variabes	Análisis Factorial	Análisis Estructural de la Prospectiva
1	IAF	X	X
2	CSB		
3	PI		
4	IB	X	X
5	SRTAV		
6	SRLATAV		
7	PT		
8	FH		
9	VAID	X	X
10	DARLO	X	X
11	ICA_CT	X	X
12	ICA_CF		
13	PTemp		
14	PHR	X	
15	PP	X	X
16	TE	X	
17	CUS		
18	FAA	X	X
19	CASE		

Tabla 6: Comparación de Resultados (Análisis Factorial-MICMAC).

De acuerdo a los resultados expuestos por ambos análisis; se puede evidenciar una coincidencia clara entre las 9 variables extraídas a través del Análisis Factorial y las 7 variables obtenidas del análisis estructural prospectivo. A partir de estos resultados se tiene que las variables que más incidencia tienen en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya según el resultado arrojado por el Análisis Factorial en contraste con el obtenido por el Análisis Estructural de la Prospectiva son:

Peso Fact.	FACTOR I: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	En lo adelante, los análisis subsiguientes estarán basados en los factores detectados dada su importancia en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.
0.911	ICA_CT: Índice Calidad de Agua Colis Totales.	
0.887	IAF: Intensidad Aprovechamiento Forestal.	
0.887	IB: Índice de Boscosidad.	
0.886	DARLO: Descarga Agua Residual a Laguna Oxidación.	
0.786	VAID: Volumen de Agua Industrial al Drenaje.	
FACTOR II: CONDICIONES HIDROLÓGICAS		
0.795	PP: Promedio de Precipitaciones.	
0.701	FAA: Fuentes de Abasto de Agua.	

Tabla 7: Resumen de los factores detectados por el Análisis Factorial y el MICMAC.

Como puede apreciarse, los factores obtenidos son explicativos de la dimensión ambiental en su generalidad, teniendo un peso preponderante la manifestación de las condiciones hidrológicas de la región, las cuales direccionan el estado ambiental del macizo.

Es importante hacer coincidir el resultado obtenido con algunos elementos emitidos por los balances de los últimos años realizados por Planificación Provincial, en donde se aluden los problemas presentados por la Empresa de Acueductos y Alcantarillados de la región de estudio, donde; se garantiza un tiempo medio de servicio de 18.0 horas diarias y se garantiza la desinfección del agua con hipoclorito de sodio en un 88.0 % de los asentamientos. Sin embargo este organismo, a pesar de haber obtenido un grupo importante de logros, aún resulta insuficiente su desempeño por lo sensible que resulta esta actividad para los pobladores. Existe un grupo de fuentes contaminantes ya localizado y monitoreado por el CITMA (**Anexo 9**) lo cual es evidencia de la realidad vigente en cuanto a la problemática medioambiental, también asociada a un sistema de residuales existente en los asentamientos poblacionales (**Anexo 10**).

El recurso agua, sigue siendo uno de los más impactados debido principalmente a la contaminación por el vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y albañales procedentes de las despulpadoras, los autoconsumos y los asentamientos humanos, provocado por el mal o no funcionamiento de los sistemas de tratamiento, muchos de los cuales no existen o se encuentran en franco deterioro, siendo depositados dichos residuales de manera directa en las corrientes superficiales. El fecalismo al aire libre, que en el caso del asentamiento de Cimarrones alcanza el 50% de las viviendas y la destrucción de las redes técnicas, que no permite que el residual llegue al sistema depositándose este en el medio, son otras de las causas de esta situación. En algunos casos debido al mal estado de las redes técnicas los residuales son vertidos pocos metros aguas

arriba de las fuentes de abasto. Si a esto le agregamos que la gran mayoría de estas no cuentan con la protección necesaria, accediendo a ellas animales para beber y bañarse y que además esta agua es bebida de manera directa sin ningún tipo de tratamiento entonces la situación es más compleja aún, reflejándose en las altas tasas de parasitismo, existentes en toda la zona.

Otro impacto negativo a este recurso lo constituye el asolvamiento de los cauces y embalses, en este caso el Hanabanilla, debido al arrastre de grandes cantidades de sedimentos producto de la deforestación y el lavado de los suelos.

Como puede observarse en la **Tabla 6**, el factor Contaminación Ambiental tiene pesos factoriales muy elevados, lo cual hace que las variables que lo componen sean representativas de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos según resultados obtenidos del Análisis Factorial, lo cual a su vez armoniza con los elementos anteriormente expuestos en (DPPF, 2013) al evidenciarse la importancia que muestra el factor Condiciones Hidrológicas en la región de estudio.

La variable de mayor peso factorial (ICA_CT) en este caso pertenece al factor 1; la misma, juega un papel determinante en la higiene y salud de la región dada la situación actual que ha vivido nuestra provincia con el tema de las enfermedades virales principalmente (cólera y dengue) donde el control sobre el índice de contaminación del agua juega un rol fundamental para el equilibrio del medio ambiente en la región.

A continuación se procede a la estimación del ICA_CT en el trienio [2014-2016].

ETAPA III: Estimación y pronóstico de los factores ambientales identificados.

En este caso, uno de los coeficientes de autocorrelación es estadísticamente significativo al nivel de confianza del 95,0%, implicando que la serie de tiempo puede no ser completamente aleatoria. El modelo fue estimado a partir de los primeros 14 datos, se retuvieron los datos de los últimos 5 años para evaluación de la capacidad de pronóstico del mismo, por las razones antes expuestas.

Para realizar el pronóstico, luego de la comparación entre cinco modelos candidatos, se observó en este caso, que el modelo Suavización exponencial de Brown con $\alpha = 0,6359$ fue el de mejores resultados, teniendo en cuenta no solo los resultados mejorados en el período de validación, sino en el hecho de ser el único modelo que logra pasar satisfactoriamente 4 de las 5 pruebas realizadas que se consideran no significativas para ($p \geq 0,05$) y determinan la adecuación del mismo.

En la Tabla 7, se muestran las estadísticas de los errores de pronóstico.

ERRORES DE PRONÓSTICO	MODELO SUAVIZADO EXPONENCIAL DE BROWN ($\alpha = 0,6359$)	
	Período de Estimación	Período de Validación
Raíz del error cuadrado medio (RMSE)	0,0411456	0,0126149
Error medio absoluto (MAE)	0,0255489	0,0117279
Porcentaje del error medio absoluto (MAPE)	24,9605	4,26179
Error medio (ME)	0,00357336	0,00631023
Porcentaje de error medio (MPE)	16,478	2,10337

Tabla 8: Desempeño de los modelos de pronóstico. Elaboración propia.

Por último, se realizó el pronóstico para el **Índice de calidad de agua (CT)** en el período 2014-2016.

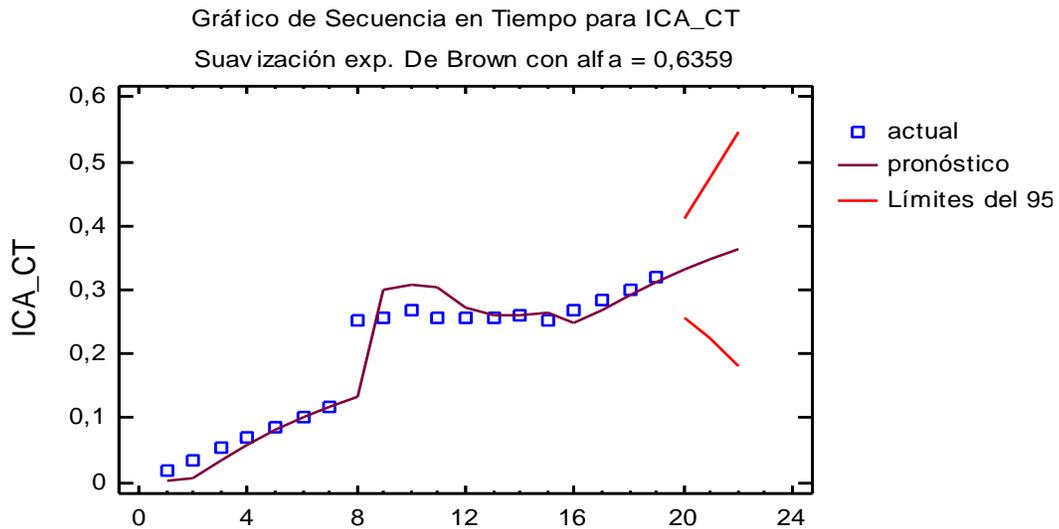


Ilustración 8: Gráfico de secuencia cronológica según pronóstico.

Tal y como se muestra en la Ilustración 8, de mantenerse la tendencia observada el **Índice de calidad de agua (CT)**, se pronostica puntualmente un aumento en los índices de calidad del agua con niveles por encima del índice promedio del período, lo cual es desfavorable para el mejoramiento de este importante indicador. El pronóstico según los intervalos de confianza por año, no es bueno, llegando a pronosticarse niveles promedios de cómo máximo 0,54 en el año 2016.

Año	Pronóstico	Límite Inferior (95,0%)	Límite Superior (95,0%)
2014	0.332869	0.255159	0.41058
2015	0.348337	0.222612	0.474062
2016	0.363805	0.182771	0.54484

Tabla 9: Pronóstico para el trienio 2014-2016.

ETAPA IV: Confección de una Matriz DAFO para el diagnóstico final de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya.

La confección de la Matriz DAFO, se realiza a partir de las opiniones de los expertos. En el proceso de elaboración de ésta se desarrollan sesiones de trabajo en grupo, aplicando las técnicas de generación de ideas y una encuesta para obtener el grado de información brindado por los expertos.

Para el análisis se recopilaron algunos datos de funcionarios (Órgano de la Montaña, Empresa Municipal Agrícola [EMA] Cumanayagua, Empresa de acueducto de Cumanayagua, Unidad de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia) vinculados al municipio, y en base a sus opiniones se definen los puntos fuertes y débiles así como las amenazas y oportunidades que le brinda el entorno basado en los factores obtenidos de los análisis estadísticos-prospectivos de la siguiente manera:

1. Se efectúa una encuesta para que los expertos determinen las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de los elementos más importantes que giran alrededor de cada una de las variables resultado que se obtienen y que componen los dos factores detectados; estos elementos a su vez van a componer las variables de la matriz DAFO. (**Anexo 11**).
2. A partir de la encuesta realizada se obtienen 18 debilidades, 8 fortalezas, 10 amenazas y 15 oportunidades las cuales se describen en el (**Anexo 12**).
3. Se consolida el procesamiento de la matriz DAFO con los expertos para evaluar la magnitud de los impactos a través de una encuesta que contiene las siguientes preguntas: (**Anexo 13**).
 - *Fortaleza-Oportunidad:* ¿En qué magnitud la fortaleza “x” me posibilita aprovechar la oportunidad “x”?
 - *Fortaleza-Amenaza:* ¿En qué magnitud la fortaleza “x” me permite atenuar la amenaza “x”?
 - *Debilidad-Oportunidad:* ¿En qué magnitud la debilidad “x” me impide aprovechar la oportunidad “x”?
 - *Debilidad-Amenaza:* ¿En qué magnitud la debilidad “x” me impide enfrentar la amenaza “x”?

Donde para evaluar la magnitud en que impacta una sobre otra, se evalúa como Impacto: **X**

Con los resultados del análisis DAFO, se puede proceder a definir una estrategia en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos en dependencia del porcentaje de ubicación de la dimensión ambiental en la matriz **Tabla 10**:

Cuadrante	Tipo de Estrategia	Valor	Porcentaje
D-O	Adaptativa	112	41.8 %
D-A	Supervivencia	74	27.6 %
F-O	Ofensiva	52	19.4 %
F-A	Defensiva	30	11.2 %
TOTAL		268	100 %

Tabla 10: Porcentaje de ubicación del ecosistema y estrategia resultante del análisis DAFO.

Como puede evidenciarse, el mayor porcentaje en el que se refleja la dimensión ambiental del desarrollo sostenible del ecosistema Montañas de Guamuhaya, se encuentra en el tercer cuadrante (MINI-MAXI) con un 41.8% de impacto para una estrategia "Adaptativa" de la región seguido principalmente por un estado de "Supervivencia" con un impacto del 27.6%, ambos resultados previamente justificados por la investigación realizada, conforman la base de criterios para confirmar el resultado de otras investigaciones realizadas en el ecosistema, los cuales han arrojado resultados similares; tal es el caso del cálculo de un índice global para evaluar el desarrollo sostenible por la Dra. Lidia Inés Días Gispert utilizando la metodología PER (Presión-Estado-Respuesta) y cuyo resultado final dictamina que la región se encuentra en condiciones de supervivencia; también el MsC. Yasmany Fernández Fernández evaluó el ecosistema utilizando modelos estadísticos-matemáticos y el resultado final dictaminado fue que la evaluación del desarrollo sostenible en cuanto a sus tres dimensiones (ambiental, económica y social) era desfavorable.

La actitud de la región de estudio en estado adaptativo se representa operando en un medio de demanda declinante o exceso de capacidad de oferta, como se ha mostrado hasta el momento el macizo montañoso Guamuhaya está atravesando una difícil situación ambiental, por lo cual debe reorientar sus estrategias.

El problema estratégico general del ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos, podría ser, "si se acrecientan y mantienen las amenazas del entorno del cual se ha hablado y no son superadas las deficiencias que constituyen debilidades, aunque se cuente con determinadas fortalezas, no podrán ser aprovechadas las oportunidades que brinda el entorno".

Ejemplos prácticos de elementos que giran alrededor de este problema pueden ser tomados del **Anexo 12**, las tablas que hablan de las debilidades y las oportunidades a su vez proponen las acciones reflejadas en **Anexo 14**.

Elementos tales como la cantidad de residuales depositados de manera directa en las corrientes superficiales, el fecalismo al aire libre, el vertimiento de residuales sin tratamiento (634.8 t/a) que provocan la contaminación de las aguas e impactos negativos en la población, la pérdida de la calidad del agua por contaminación y afectación de áreas propuestas como protegidas no aprovechadas; son elementos que inciden directamente en el comportamiento negativo de la variable ICA_CT¹⁰, la cual de acuerdo a los resultados estimados en el análisis de series cronológicas presentó una tendencia al aumento lo cual continúa siendo desfavorable para la región, esto a su vez atenta contra la oportunidad de llevar un control sanitario eficiente de riesgos microbiológicos los cuales no han estado ausentes durante el período analizado.

El aspecto que debe quedar claro dada la fusión de resultados obtenidos, los cuales se han armonizado mediante el análisis DAFO, es la situación actual en la que se encuentra el ecosistema y los factores que lo explican al tener un grupo de oportunidades que aprovechar y a su vez el freno de la realidad ambiental vigente, pues hasta tanto no se cambie el escenario actual hacia uno diferente, cuya capacidad para afrontar los problemas detectados sea capaz de retroalimentarse y crecer iterativamente, se corre el riesgo de seguir estancado en el tiempo con algunas fortalezas, muchas oportunidades pero lamentablemente el freno ocasionado por las debilidades no mejoradas.

Se ha desarrollado una vegetación secundaria, de especies invasoras entre las que sobresalen el marabú y la aroma existiendo además una falta de equipamiento adecuado para la actividad de la mecanización forestal; estos dos parámetros inciden de manera negativa en la variable IAF¹¹ impidiendo el máximo aprovechamiento y la mejora del equipamiento para el aprovechamiento forestal y la efectiva aplicación de severas medidas coercitivas que logren detener el proceso de la tala no controlada y la quema de plantaciones.

¹⁰ ICA_CT: Índice de calidad de agua colis totales.

¹¹ IAF: Índice de aprovechamiento forestal.

La vegetación natural ha sido eliminada para dar paso a la actividad agropecuaria, junto a la degradación de los suelos, estos elementos, inciden directamente en la variable IB¹², frenando así la oportunidad de mejorar las plantaciones y elevar la cobertura boscosa.

El vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y albañales procedentes de las despulpadoras, los autoconsumos y los asentamientos así como el vertimiento de residuales sin tratamiento (634.8 t/a) que provocan la contaminación de las aguas e impactos negativos en la población inciden desfavorablemente en la variable DARLO¹³, interfiriendo en la racionalización del uso de las despulpadoras de café, el logro de un efectivo funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales y en la elaboración y aplicación de soluciones definitivas al manejo de los desechos sólidos.

La destrucción de las redes técnicas, que no permite que el residual llegue al sistema y el mal estado de las mismas así como el vertimiento de los residuales pocos metros aguas arriba de las fuentes de abasto, inciden directamente de forma negativa en la variable VAID¹⁴ interfiriendo en la introducción de nuevas tecnologías e impidiendo en ocasiones que la reactivación de las capacidades industriales existentes esté acompañada de un plan de medidas que minimice los impactos ambientales y atenta contra la mejora de la situación sanitaria de las corrientes fluviales asociadas a los asentamientos principales de montaña y al tratamiento y reutilización de los residuales líquidos.

El problemas con falta de alternativas para el abasto de agua en momentos de fenómenos como la sequía y en la propia afectación de intensas lluvias, la existencia de zonas no aptas para la agricultura cafetalera y otros cultivos por bajas precipitaciones y humedad al sur y oeste, con Incompatibilidades de uso, las malas condiciones de vida que provocan el decrecimiento del 69% de los asentamientos con muy deficiente accesibilidad, gran nivel de afectación primero por sequía, después por intensas lluvias con pocas alternativas para aliviar el efecto de estos desastres, las escasas obras de drenaje y/o insuficientes, ya que ninguna de las intervenciones en ésta se hace con proyecto y la poca atención al mantenimiento de los sumideros naturales son elementos que

¹² **IB:** Índice de boscosidad.

¹³ **DARLO:** Descarga de agua residual a laguna de oxidación.

¹⁴ **VAID:** Volumen de agua industrial al drenaje.

dependen de la variable PP^{15} lo cual incide en el desaprovechamiento de un adecuado ordenamiento forestal para prevenir el mal uso de la tierra en cuanto a las precipitaciones de la región y el aprovechamiento de las áreas de mayor precipitación para llevar a cabo la reforestación.

3.2. Conclusiones del Capítulo III.

En el presente capítulo fue implementado un procedimiento para la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible, en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos obteniéndose los siguientes resultados:

1. Se realizó un diagnóstico inicial de la región tomando como referencia las características más generales del ecosistema tales como el clima, la circulación atmosférica, los recursos hidrológicos, el relieve, la vegetación, los peligros de desastres y los suelos.
2. Se conformó una matriz de datos inicial con las variables que componen la dimensión y se procede a un análisis exploratorio de datos realizado de acuerdo a la naturaleza de las variables y a la presencia de valores atípicos, a partir de los estadísticos de posición: media, mediana y moda.
3. Se obtuvieron las variables más significativas de la dimensión ambiental con el análisis de las técnicas estadísticas y prospectivas, en el primer caso se utilizó el Análisis Factorial para la identificación de los factores y las variables que los componen y en el caso de la prospectiva se utilizó el análisis estructural a través del criterio de los expertos para la matriz de impactos cruzados.
4. Se analizaron ambos resultados determinándose dos factores:
 - Factor 1: Contaminación Ambiental.
 - Factor 2: Condiciones Hidrológicas.

Estos factores están compuestos por 7 variables determinantes y claves en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible (PP, IB, VAID, FAA, ICA_CT, DARLO, IAF) siendo el recurso agua, uno de los más impactados debido principalmente a la contaminación por el vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y albañales procedentes de las despulpadoras, los autoconsumos y los asentamientos humanos, provocado por el mal o no funcionamiento de los sistemas de tratamiento, muchos de los cuales no existen o se encuentran en franco deterioro.

¹⁵ PP: Promedio de precipitaciones.

5. Dado que el ICA_CT presentó mayor peso factorial y dada su importancia en el macizo, se decidió estimar este en el trienio [2014-2016], presentando una tendencia ascendente lo cual es desfavorable para la región.

Finalmente se consolidan los resultados mediante un diagnóstico final de la región de estudio basado en los elementos obtenidos para la obtención de las Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades, obteniendo resultados satisfactorios y conclusorios con la ayuda de los expertos.

Según este resultado, la región se encuentra en un estado adaptativo, de forma tal que tiene muchas oportunidades que se encuentran frenadas por las debilidades presentes, estado del cual debe salir mediante un cambio de estrategia con respecto a la actual.

La aplicación del procedimiento y la obtención de estos resultados posibilitan una adecuada toma de decisiones para futuras acciones en función de eliminar las debilidades actuales y aprovechar al máximo las oportunidades que presenta el medio ambiente en el ecosistema objeto de estudio.



Conclusiones Generales.

La presente investigación constituye un aporte social y metodológico al desarrollo de los ecosistemas de montaña frágiles como el de Cuba, que no solo puede ser implementado en Guamuhaya, sino en cualquier lugar cuyas características geofísicas y geomórficas sean similares a las de los macizos montañosos de Cuba.

Ya es un hecho evidente que la naturaleza no es una reserva inagotable de la que el hombre puede extraer a su antojo todo lo que desee para satisfacer sus necesidades, ni tampoco un receptáculo “altamente eficiente” capaz de reciclar sin mayor problema todos los desechos generados por el hombre y sus sociedades, sino más bien, el sustrato y la base de sustentación sobre la cual se fundamenta el desarrollo de las sociedades humanas.

La necesidad de un desarrollo sostenible, el interés que el tema ha despertado, y la toma de conciencia frente a las amenazas que pesan sobre el medio ambiente y el manejo de los recursos naturales, han llevado a que países, organismos internacionales, planificadores, y organizaciones no gubernamentales (ONG) reexaminen los medios de los que se disponen para evaluar y vigilar la evolución y tendencias en el estado del medio ambiente, el uso de los recursos naturales y el desarrollo mismo. En este proceso de definir acciones y estrategias conducentes al desarrollo sostenible, y de analizar beneficios en función de costos, los indicadores ambientales se convierten en herramientas indispensables.

Con la definición del procedimiento para *"la identificación de los factores de mayor incidencia en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos"* se da respuesta al problema científico planteado y se cumple lo previsto en el objetivo general de la investigación, llegando no solo a identificar los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible, sino al análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que tienen todos los elementos que giran alrededor de cada factor descubierto.

A modo de resumen quedó claro en el estudio, las condiciones de adaptabilidad en las que se encuentra el macizo Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos. No se debe desechar el porcentaje elevado y crítico obtenido en el IV cuadrante (27.6%) asociado a un ecosistema en condiciones de supervivencia, que aunque no fue el resultado principal obtenido, si presenta valores dignos de analizar dadas las problemáticas reales que presenta esta dimensión y que afectan



directamente al medio como antes se habló, lo cual puede llevar también a la reducción y eliminación de procesos en casos críticos de desequilibrio de un indicador cualquiera.

No obstante el estado de adaptabilidad demostrado en el estudio (41.8%), también es evidencia de los altos esfuerzos comprendidos por la revolución a inicios de los años 60 y hasta la actualidad para lograr una mejora sustancial del medio y contribuir a que este sea más sostenible.

En los últimos treinta años, se ha avanzado considerablemente en la agenda ambiental y de desarrollo sostenible en el mundo. Tal vez más lento de lo que se quisiera, pero hay avances que comprenden el desarrollo conceptual y científico, de institucionalidad, de diseño de políticas públicas, de educación y movimientos ciudadanos, de gestión ambiental, así como en los instrumentos de medición del progreso hacia el desarrollo sostenible.

Todos estos procesos se han ido retroalimentando, de tal forma que sus resultados no pueden desbordar los límites que este desarrollo paralelo ha implicado. Así, los indicadores de desarrollo sostenible se topan con obstáculos considerables en el avance conceptual y analítico, con debilidades institucionales que se reflejan en la disponibilidad de recursos para investigación y desarrollo, así como con dificultades derivadas de su doble condición de potenciadores y objetivadores de la eficacia de la política pública y el compromiso ciudadano en la forja de la sostenibilidad.

Recomendaciones.

Se recomienda:

1. Dar seguimiento al tema propuesto y actualizar la matriz de datos hasta el 2014.
2. Con la identificación de los Factores obtenidos y las variables que los componen; desarrollar las fases subsiguientes de la prospectiva para la elaboración de los escenarios teniendo en cuenta el resultado de la matriz DAFO, el cual alude que el ecosistema se encuentra en un estado de Adaptabilidad-Supervivencia y es eminente cambiar las estrategias presentes para que la situación futura sea más sostenible.

Referencia Bibliográfica.

A. Castelein; T.T.V. Dinh; M.A. Mekouar; A. Villeneuve. (2006). *Las montañas y el derecho. Tendencias Actuales*. FAO.

Anne-Julianne, Ronie de Camino, & Sabine Muller. (2013). *Análisis del Desarrollo Sostenible en Centro América. Indicadores para la Agricultura y los Recursos Naturales*. Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible.

Antonia Vargas Sabadías. (2006). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Universidad de Castilla-La Mancha.

Carlos Bouza. (2010). *Regresión y Series Cronológicas*.

Cástor Guisande González, & Barreiro Felpeto. (2006). *Tratamiento de Datos*.

CESPAD. (2014). *GUÍA METODOLÓGICA PARA HACER ANÁLISIS PROSPECTIVO*.

Domingo Gonzáles Súniga. (2004). *Prospectiva en la Ingeniería Industrial hacia el 2020*.

Dominique Bourg. (2005). *Quel avenir pour le développement durable?* (Akal, para lengua española.).

Dourojeanni, Axel. (2000). *Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

DPPF. (2013). *DIAGNÓSTICO TERRITORIAL PARA EL PLAN ESPECIAL DE ORDENAMIENTO DE MONTAÑA*.

Dra. Lidia Inés Díaz Gispert, Msc. Lliney Portela Peñalver, Msc. Elia Cabrera Álvarez, & Msc. Olivia J. Gutiérrez Sánchez. (2013). *Evaluación del manejo sostenible integrado del ecosistema montañas Guamuhaya, provincia Cienfuegos, Cuba*.

EAN. (2012). *Estrategia Ambiental Nacional*. Retrieved from <http://www.lib.utexas.edu>.

EL PROBLEMA DE LAS CONTINGENCIAS EN LA TEORÍA DEL AUTOCONTROL: Un test de la teoría general del delito. España. (2010). .

Emmanuel Picado Mata, & Sergio Sepúlveda. (1998). *Instrumento Automatizado para Generar Bases de Datos con Desarrollo Sostenible*.

EUSKO IKAZKUNTZA. (2008). *Notas sobre el uso del Análisis Estructural con el programa MICMAC*.

Hair J. F. Anderson. (1999). *Análisis Multivariado*.

Ing. Omar Molina Acosta. (2007). Criterios e Indicadores para el

Manejo Forestal Sostenible en el Municipio de Cumanayagua. Cienfuegos.

José L Cuevas Ojeda. (2010). Riesgos Geólogo - Geofísico y Tecnológicos inducidos por deslizamientos, inundaciones, lluvias y sismos, en condiciones de montaña y valles colindantes: Guamuhaya, Cuba.

Juan Baldemar Garza Villegas, & Dante Vladimir Cortez Alejandro. (2011). El uso del método MICMAC y

MACTOR análisis

prospectivo en un área operativa para la búsqueda de la

excelencia operativa a través del Lean Manufacturing.

Leff. E. (1997). *Conocimiento y Educación Ambiental. Formación Ambiental (Vol. 7)*.

Leysi Soriano Coussett. (2012). *Variables Claves del sistema productivo del Grupo Montañoso Guamuhaya*.

Lic. Miguel Angel Sánchez Celada. (2001). *Peligros Geomórficos en la Cuenca del Río Jibacoa (Montañas de Trinidad)*.

Lic. Ramona Alvarez Toledo, Lic. Carlos Rodríguez Otero, & Lic. José Gerhartz Muro. (2009). LOS

ECOSISTEMAS MONTAÑOSOS EN CUBA. NECESIDAD DE

UNA POLÍTICA ESPACIAL DE LA POBLACIÓN Y DE SU

SISTEMA DE ASENTAMIENTOS POBLACIONALES.

Lidia Inés Díaz Gispert. (2011). *EVALUACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE PARA ECOSISTEMAS DE*

MONTAÑA. Doctorado, Universidad de La Habana.

Lila Zorrilla Fontanesi. (2011). *Población, Condiciones de Vida e Indicadores Sociales en*

España. Predictores de las Emisiones de Dióxido de Carbono.

Luis G. Benavides Ilizaliturri. (2004). METODOLOGÍA PROSPECTIVA. Retrieved from www.cipae.edu.mx.

Maria Ileanis Mena. (2006). *Fundamentación teórica para un desarrollo local*.

Michel GODET, & Jacques ARCADE. (2004). *ANÁLISIS ESTRUCTURAL*

con el método MICMAC, y

ESTRATEGIA DE LOS ACTORES

con el método MACTOR.

Ms.C. Olivia Gutiérrez Sánchez. (2006). *Propuesta de un Sistema de Indicadores para la Gestión del Ordenamiento Territorial del Plan Turquino en Cienfuegos.*

Ms.C. Yasmany Fernández Fernández. (2014). *PROPUESTA DE MODELOS ESTADÍSTICOS MATEMÁTICOS PARA LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL ECOSISTEMA MONTAÑOSO GUAMUHAYA.*

MSc. Margarita García Valdés, & Dr. Mario Suárez Marín. (2012). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica.

O.N.E.T. (2008). Las Estadísticas del Medio Ambiente en la Revolución.

ONET. (2008). Medio Ambiente.

Preuss, H.J. and G. Steinacker. (2014). *Análisis DAFO*. Retrieved from <http://es.wikipedia.org>.

R. Garrido. (2010). *Las consideraciones ambientales y las decisiones económicas en Cuba*. Ciudad de La Habana.

Rattan Lal. (2003). *Métodos y Normas para Evaluar el Uso Sostenible de los Recursos Suelo y Agua en el Trópico* (2003^o ed.).

Santiago de la Fuente Fernández. (2011). *ANALISIS FACTORIAL*.

Virderman S. (1993). "A dream of sustainability".

Yurjevic, A. (1996). *El desarrollo sustentable: una mirada actualizada*.

Bibliografía.

- A. Castelein; T.T.V. Dinh; M.A. Mekouar; A. Villeneuve. (2006). *Las montañas y el derecho. Tendencias Actuales*. FAO.
- Alicia Bárcena, & Jose Luis Samaniego. (2009). *AVANCES EN LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DEL DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*.
- Anne-Julianne, Ronie de Camino, & Sabine Muller. (2013). *Análisis del Desarrollo Sostenible en Centro América. Indicadores para la Agricultura y los Recursos Naturales*. Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible.
- Antonia Vargas Sabadías. (2006). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Universidad de Castilla-La Mancha.
- BERGER, M. (2012). Obama lleva poca cosa a Copenhague.
- Carlos Bouza. (2010). *Regresión y Series Cronológicas*.
- Cástor Guisande González, & Barreiro Felpeto. (2006). *Tratamiento de Datos*.
- CESPAD. (2014). *GUÍA METODOLÓGICA PARA HACER ANÁLISIS PROSPECTIVO*.
- CITMA. (2009). *Legislación ambiental cubana relacionada con el manejo sostenible de la tierra*. PNUD en Cuba.
- Domingo Gonzáles Súniga. (2004). *Prospectiva en la Ingeniería Industrial hacia el 2020*.
- Dominique Bourg. (2005). *Quel avenir pour le développement durable?* (Akal, para lengua española.).
- Dourojeanni, Axel. (2000). *Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- DPPF. (2013). *DIAGNÓSTICO TERRITORIAL PARA EL PLAN ESPECIAL DE ORDENAMIENTO DE MONTAÑA*.

Dra. Lidia Inés Díaz Gispert, Msc. Lliney Portela Peñalver, Msc. Elia Cabrera Álvarez, & Msc. Olivia J.

Gutiérrez Sánchez. (2013). Evaluación del manejo sostenible integrado del ecosistema montañas Guamuhaia, provincia Cienfuegos, Cuba.

EAN. (2012). Estrategia Ambiental Nacional. Retrieved from <http://www.lib.utexas.edu>.

EL PROBLEMA DE LAS CONTINGENCIAS EN LA TEORÍA DEL AUTOCONTROL: Un test de la teoría general del delito. España. (2010). .

Emmanuel Picado Mata, & Sergio Sepúlveda. (1998). *Instrumento Automaatizado para Generar Bases de Datos con Desarrollo Sostenible.*

EUSKO IKAZKUNTZA. (2008). *Notas sobre el uso del Análisis Estructural con el programa MICMAC.*

Giampaolo Orlandoni Merli. (2010). Escalas de medición en Estadística.

Hair J. F. Anderson. (1999). *Análisis Multivariado.*

Ing. Omar Molina Acosta. (2007). Criterios e Indicadores para el

Manejo Forestal Sostenible en el Municipio de Cumanayagua. Cienfuegos.

Ing. Roberto L. Portal-Nodarse, & Ms.C. Marlene Dumpin-Fonseca. (2012). ANÁLISIS DE RIESGO EN UNA

FUNDICIÓN DE METALES

NO FERROSOS (ALUMINIO) Y SU IMPACTO AMBIENTAL, *Vol. XXXII.*

José A. Díaz Batista, Luis M. Arreche Bedia, & Joaquín Delgado Hipólito. (2005). *ENFOQUE PARA LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CUBA.*

José L Cuevas Ojeda. (2010). Riesgos Geólogo - Geofísico y Tecnológicos inducidos por deslizamientos, inundaciones, lluvias y sismos, en condiciones de montaña y valles colindantes: Guamuhaia, Cuba.

Juan Baldemar Garza Villegas, & Dante Vladimir Cortez Alejandro. (2011). El uso del método MICMAC y MACTOR análisis

prospectivo en un área operativa para la búsqueda de la

excelencia operativa a través del Lean Manufacturing.

JUDY MARCELA CHAVES AGUDELO. (2011). *ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS PRESENTES EN LA ALTA MONTAÑA DEL COMPLEJO PÁRAMO DE GUERRERO.*

Leff, E. (1997). *Conocimiento y Educación Ambiental. Formación Ambiental* (Vol. 7).

Leysi Soriano Coussett. (2012). *Variables Claves del sistema productivo del Grupo Montañoso Guamuhaya.*

Lic. Miguel Angel Sánchez Celada. (2001). *Peligros Geomórficos en la Cuenca del Río Jibacoa (Montañas de Trinidad).*

Lic. Ramona Alvarez Toledo, Lic. Carlos Rodríguez Otero, & Lic. José Gerhartz Muro. (2009). *LOS ECOSISTEMAS MONTAÑOSOS EN CUBA. NECESIDAD DE UNA POLÍTICA ESPACIAL DE LA POBLACIÓN Y DE SU SISTEMA DE ASENTAMIENTOS POBLACIONALES.*

Lidia Inés Díaz Gispert. (2011). *EVALUACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE PARA ECOSISTEMAS DE MONTAÑA.* Doctorado, Universidad de La Habana.

Lila Zorrilla Fontanesi. (2011). *Población, Condiciones de Vida e Indicadores Sociales en España. Predictores de las Emisiones de Dióxido de Carbono.*

Luis G. Benavides Ilizaliturri. (2004). *METODOLOGÍA PROSPECTIVA.* Retrieved from www.cipae.edu.mx.

Maria Ileanis Mena. (2006). *Fundamentación teórica para un desarrollo local.*

Michel GODET, & Jacques ARCADE. (2004). *ANÁLISIS ESTRUCTURAL con el método MICMAC, y ESTRATEGIA DE LOS ACTORES con el método MACTOR.*

Ms.C. Olivia Gutiérrez Sánchez. (2006). *Propuesta de un Sistema de Indicadores para la Gestión del Ordenamiento Territorial del Plan Turquino en Cienfuegos.*

Ms.C. Yasmany Fernández Fernández. (2014). *PROPUESTA DE MODELOS ESTADÍSTICOS MATEMÁTICOS PARA LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL ECOSISTEMA MONTAÑOSO GUAMUHAYA.*

MSc. Margarita García Valdés, & Dr. Mario Suárez Marín. (2012). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica.

O.N.E.T. (2008). Las Estadísticas del Medio Ambiente en la Revolución.

ONET. (2008). Medio Ambiente.

Prospectiva: Análisis Estructural " MIC MAC". (2010). .

R. Garrido. (2010). *Las consideraciones ambientales y las decisiones económicas en Cuba.* Ciudad de La Habana.

Rattan Lal. (2003). *Métodos y Normas para Evaluar el Uso Sostenible de los Recursos Suelo y Agua en el Trópico* (2003° ed.).

Santiago de la Fuente Fernández. (2011). *ANALISIS FACTORIAL.*

Seidel González Díaz, María Amparo León Sánchez, José Acostas Díaz, Elías Pedroso González, & Carlos Calderín Marquetti. (2010). *LA DEFORESTACIÓN DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE EN SOROA CANDELARIA, ARTEMISA, CUBA.*

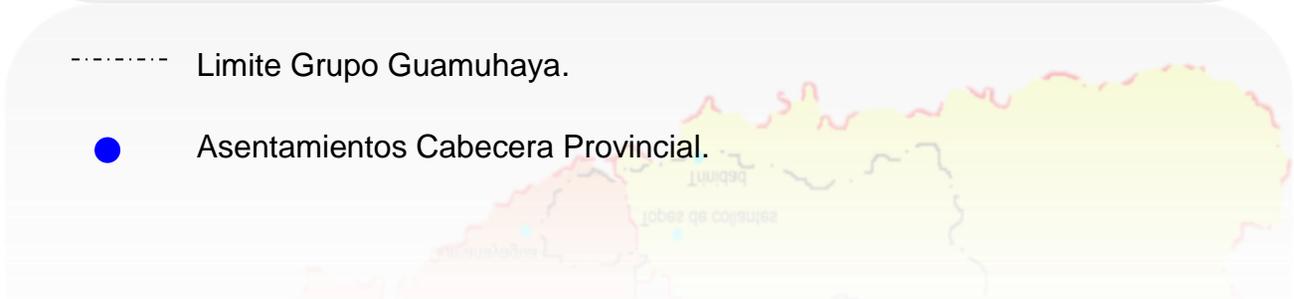
SEMARNAT. (2010). *GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO.*

Virderman S. (1993). *"A dream of sustainability"*.

Yurjevic, A. (1996). *El desarrollo sustentable: una mirada actualizada.*

Anexos.

Anexo 1. Macizo Montañoso Guamuhaya.



Anexo 2. Variables que conforman la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cuba.

No.	Variable Independiente	Descripción
1	IAF	Intensidad Aprovechamiento Forestal
2	CSB	Cambio en la Superficie de los Bosques
3	PI	Presencia de Incendio
4	IB	Índice de Boscosidad
5	SRTAV	% Supervivencia Reforestación 3er año Vida
6	SRLATAV	% Superficie Reforestada y Lograda 3er año Vida
7	PT	Plantaciones Totales (ha)
8	FH	Fajas Hidroreguladoras
9	VAID	Volumen Agua Industrial al Drenaje
10	DARLO	Descarga Agua Residual a Laguna Oxidación
11	ICA_CT	Índice Calidad de Agua Colis Totales
12	ICA_CF	Índice Calidad de Agua Colis Fecales
13	PTemp	Promedio de Temperatura
14	PHR	Promedio de Humedad Relativa
15	PP	Promedio de Precipitaciones
16	TE	Tasa de Erosión
17	CUS	Cambio en el Uso de Suelos
18	FAA	Fuentes Abasto Agua
19	CASE	Consumo Agua Sector Estatal

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

IAF: Intensidad aprovechamiento forestal		Estadístico	Error típico
Media		15.65263158	1.790902422
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	11.89008521	
	Límite superior	19.41517795	
Media recortada al 5%		15.59736842	
Mediana		17	
Varianza		60.93929825	
Desviación típica		7.806362677	
Mínimo		5	
Máximo		27.3	
Rango		22.3	
Amplitud intercuartil		15.5	
Asimetría		0.026178064	0.523766695
Curtosis		-1.604250883	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

CSB: Cambio en la superficie de los bosques		Estadístico	Error típico
Media		3818.931579	933.2744011
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1858.19482	
	Límite superior	5779.668338	
Media recortada al 5%		3608.740643	
Mediana		1076	
Varianza		16549021.05	
Desviación típica		4068.048801	
Mínimo		935.9	
Máximo		10485.4	
Rango		9549.5	
Amplitud intercuartil		8736.7	
Asimetría		0.918330889	0.523766695
Curtosis		-1.138337863	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

PI: Presencia de Incendio		Estadístico	Error típico
Media		357.4773684	72.19359949
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	205.8042441	
	Límite superior	509.1504928	
Media recortada al 5%		348.4148538	
Mediana		333	
Varianza		99026.40034	
Desviación típica		314.6846046	
Mínimo		2.2	
Máximo		875.88	
Rango		873.68	
Amplitud intercuartil		654.34	
Asimetría		0.22748225	0.523766695
Curtosis		-1.415953178	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

IB: Índice de Boscosidad		Estadístico	Error típico
Media		47.71	6.092973712
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	34.90913724	
	Límite superior	60.51086276	
Media recortada al 5%		47.33555556	
Mediana		57.6	
Varianza		705.3622444	
Desviación típica		26.55865668	
Mínimo		15.6	
Máximo		86.56	
Rango		70.96	
Amplitud intercuartil		51.33	
Asimetría		-0.062060621	0.523766695
Curtosis		-1.767143049	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

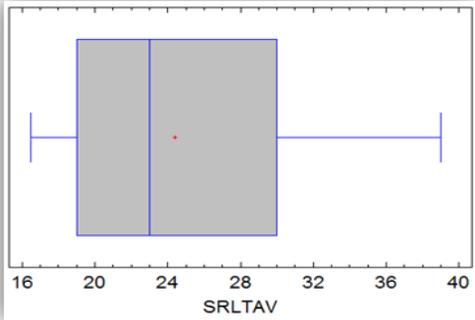
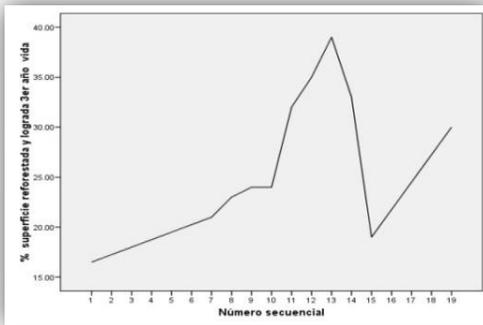
Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

SRTAV: Supervivencia Reforestación 3er año Vida		Estadístico	Error típico
Media		59.55263158	5.155542061
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	48.72123963	
	Límite superior	70.38402352	
Media recortada al 5%		60.00292398	
Mediana		68	
Varianza		505.0126649	
Desviación típica		22.47248684	
Mínimo		23	
Máximo		88	
Rango		65	
Amplitud intercuartil		46.67	
Asimetría		-0.73009877	0.523766695
Curtosis		-1.025935265	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

SRLTAV: % Superficie Reforestada y Lograda 3er año Vida		Estadístico	Error típico
Media		24.40789474	1.504769528
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	21.24649127	
	Límite superior	27.5692982	
Media recortada al 5%		24.03654971	
Mediana		23	
Varianza		43.02229532	
Desviación típica		6.559138306	
Mínimo		16.5	
Máximo		39	
Rango		22.5	
Amplitud intercuartil		11	
Asimetría		0.847171363	0.523766695
Curtosis		-0.264547343	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	---	----------------------	---

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

PT: Plantaciones Totales (ha)		Estadístico	Error típico
Media		288.1473684	30.38329928
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	224.3144253	
	Límite superior	351.9803115	
Media recortada al 5%		279.7304094	
Mediana		280.9	
Varianza		17539.75263	
Desviación típica		132.4377311	
Mínimo		95.8	
Máximo		632	
Rango		536.2	
Amplitud intercuartil		81.8	
Asimetría		1.590889688	0.523766695
Curtosis		3.335033609	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

FH: Fajas Hidroreguladoras		Estadístico	Error típico
Media		32.51578947	4.929385945
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	22.1595339	
	Límite superior	42.87204505	
Media recortada al 5%		30.78976608	
Mediana		30.8	
Varianza		461.6780702	
Desviación típica		21.48669519	
Mínimo		4.7	
Máximo		91.4	
Rango		86.7	
Amplitud intercuartil		12	
Asimetría		1.812276426	0.523766695
Curtosis		3.867515514	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

VAID: Volumen Agua Industrial al Drenaje		Estadístico	Error típico
Media		621031.2632	9350.227079
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	601387.165	
	Límite superior	640675.3613	
Media recortada al 5%		620043.4035	
Mediana		623450	
Varianza		1661108182	
Desviación típica		40756.69493	
Mínimo		560388	
Máximo		699456	
Rango		139068	
Amplitud intercuartil		71056	
Asimetría		0.262873008	0.523766695
Curtosis		-0.983865038	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

DARLO: Descarga Agua Residual a Laguna Oxidación		Estadístico	Error típico
Media		502174.3158	10969.64102
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	479127.9552	
	Límite superior	525220.6764	
Media recortada al 5%		502001.1842	
Mediana		483829	
Varianza		2286327460	
Desviación típica		47815.55667	
Mínimo		430486	
Máximo		576979	
Rango		146493	
Amplitud intercuartil		89524	
Asimetría		0.198420794	0.523766695
Curtosis		-1.358552382	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

ICA_CT: Índice Calidad de Agua Colis Totales		Estadístico	Error típico
Media		0.195157895	0.023659162
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	0.145451841	
	Límite superior	0.244863949	
Media recortada al 5%		0.198175439	
Mediana		0.256	
Varianza		0.010635363	
Desviación típica		0.103127894	
Mínimo		0.018	
Máximo		0.318	
Rango		0.3	
Amplitud intercuartil		0.183	
Asimetría		-0.633212613	0.523766695
Curtosis		-1.408557124	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

ICA_CF: Índice Calidad de Agua Colis Fecales		Estadístico	Error típico
Media		0.278736842	0.014935112
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	0.247359337	
	Límite superior	0.310114347	
Media recortada al 5%		0.270263158	
Mediana		0.254	
Varianza		0.004238094	
Desviación típica		0.065100642	
Mínimo		0.243	
Máximo		0.467	
Rango		0.224	
Amplitud intercuartil		0.019	
Asimetría		2.696081374	0.523766695
Curtosis		6.154390705	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

PTemp: Promedio de Temperatura		Estadístico	Error típico
Media		24.56157895	0.203123653
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	24.13483199	
	Límite superior	24.98832591	
Media recortada al 5%		24.64064327	
Mediana		24.86	
Varianza		0.783925146	
Desviación típica		0.885395474	
Mínimo		22.27	
Máximo		25.43	
Rango		3.16	
Amplitud intercuartil		0.57	
Asimetría		-1.893604223	0.523766695
Curtosis		2.793584379	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

PHR: Promedio de Humedad Relativa		Estadístico	Error típico
Media		74.62894737	3.894971409
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	66.44591609	
	Límite superior	82.81197865	
Media recortada al 5%		77.88827485	
Mediana		79.58	
Varianza		288.2452433	
Desviación típica		16.97778676	
Mínimo		6.42	
Máximo		84.17	
Rango		77.75	
Amplitud intercuartil		5.94	
Asimetría		-3.981678471	0.523766695
Curtosis		16.67307582	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

PP: Promedio de Precipitaciones		Estadístico	Error típico
Media		96.99789474	6.635531487
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	83.05716039	
	Límite superior	110.9386291	
Media recortada al 5%		100.1276608	
Mediana		106.48	
Varianza		836.5752842	
Desviación típica		28.92361119	
Mínimo		7.83	
Máximo		129.83	
Rango		122	
Amplitud intercuartil		20.29	
Asimetría		-2.278363593	0.523766695
Curtosis		5.310829201	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
-------------------------	--	-----------------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

TE: Tasa de Erosión		Estadístico	Error típico
Media		44	2.570639441
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	38.59928694	
	Límite superior	49.40071306	
Media recortada al 5%		44.11111111	
Mediana		46	
Varianza		125.5555556	
Desviación típica		11.20515754	
Mínimo		25	
Máximo		61	
Rango		36	
Amplitud intercuartil		20	
Asimetría		-0.284137952	0.523766695
Curtosis		-1.10195303	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

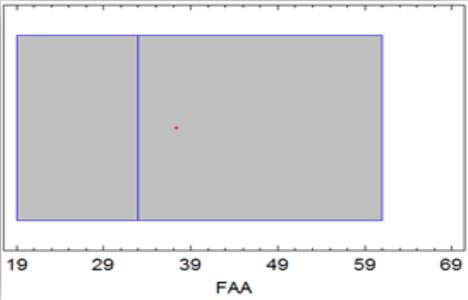
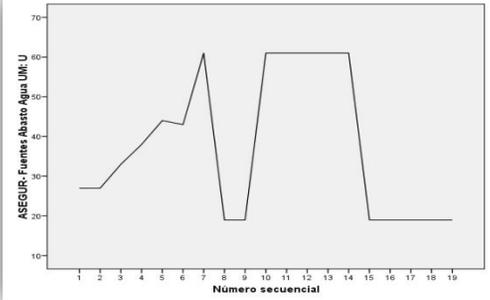
Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

CUS: Cambio en el Uso de Suelos		Estadístico	Error típico
Media		38616.57895	5347.018933
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	27382.90902	
	Límite superior	49850.24887	
Media recortada al 5%		38597.58772	
Mediana		45100	
Varianza		543221617.9	
Desviación típica		23307.11518	
Mínimo		3350	
Máximo		74225	
Rango		70875	
Amplitud intercuartil		43275	
Asimetría		-0.056522853	0.523766695
Curtosis		-1.498112053	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

FAA: Fuentes Abasto Agua		Estadístico	Error típico
Media		37.42105263	4.196431086
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	28.60467807	
	Límite superior	46.23742719	
Media recortada al 5%		37.13450292	
Mediana		33	
Varianza		334.5906433	
Desviación típica		18.29181903	
Mínimo		19	
Máximo		61	
Rango		42	
Amplitud intercuartil		42	
Asimetría		0.334863768	0.523766695
Curtosis		-1.710352619	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 3: Análisis Exploratorio de Datos para la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

CASE: Consumo Agua Sector Estatal		Estadístico	Error típico
Media		2.370031579	0.163521732
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2.026485168	
	Límite superior	2.71357799	
Media recortada al 5%		2.440751754	
Mediana		2.334	
Varianza		0.508047781	
Desviación típica		0.712774706	
Mínimo		0.3198	
Máximo		3.1473	
Rango		2.8275	
Amplitud intercuartil		0.8619	
Asimetría		-1.312795366	0.523766695
Curtosis		2.360981871	1.014269844

Diagrama de Caja		Gráfico de Secuencia	
------------------	--	----------------------	--

Anexo 4: Resultado general del Análisis Factorial para la dimensión ambiental.

KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,800
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	175,439
	gl	36
	Sig.	,000

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	6,861	68,614	68,614	6,861	68,614	68,614	6,197	61,967	61,967
2	1,367	13,673	82,286	1,367	13,673	82,286	2,032	20,319	82,286
3	,839	8,387	90,673						
4	,381	3,807	94,481						
5	,221	2,212	96,692						
6	,174	1,743	98,436						
7	,093	,935	99,370						
8	,031	,311	99,681						
9	,026	,263	99,945						
10	,006	,055	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Anexo 4: Resultado general del Análisis Factorial para la dimensión ambiental.

Comunalidades

	Inicial	Extracción
Puntua: Intensidad aprovechamiento forestal	1,000	,887
Puntua: VOLUMEN AGUA INDUSTRIAL AL DRENAJE	1,000	,786
Puntua: DESCARGA AGUA RESIDUAL A LAGUNA OXIDACIÓN	1,000	,886
Puntua: INDICE CALIDAD DE AGUA COLIS TOTALES	1,000	,911
Puntua: PROMEDIO DE HUMEDAD RELATIVA	1,000	,735
Puntua: PROMEDIO DE PRECIPITACIONES	1,000	,795
Puntua: TASA DE EROSIÓN	1,000	,937
Puntua: Índice de boscosidad	1,000	,908
Puntua: ASEGUR-Fuentes Abasto Agua UM: U	1,000	,701

Método de extracción: Análisis de Componentes princ

Matriz de componentes rotadõs

	Componente	
	1	2
Puntua: INDICE CALIDAD DE AGUA COLIS TOTALES	-,951	
Puntua: Intensidad aprovechamiento forestal	,931	
Puntua: Índice de boscosidad	,931	
Puntua: TASA DE EROSIÓN	,914	
Puntua: DESCARGA AGUA RESIDUAL A LAGUNA OXIDACIÓN	-,901	
Puntua: VOLUMEN AGUA INDUSTRIAL AL DRENAJE	-,871	
Puntua: PROMEDIO DE PRECIPITACIONES		,816
Puntua: PROMEDIO DE HUMEDAD RELATIVA		,783
Puntua: ASEGUR-Fuentes Abasto Agua UM: U		,751

Método de extracción: Análisis de componentes princ
Método de rotación: Normalización Varimax con Kais

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Anexo 5: Coeficiente de conocimiento Kc para la autovaloración de los expertos.

Experto No.	Cargo que ocupa	Autovaloración									Kc	Antigüedad en el cargo (años)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Funcionario PCC									X	0.9	12
2	Director								X		0.8	7
3	Especialista								X		0.8	8
4	Especialista									X	0.9	13
5	Especialista									X	0.9	11
6	Directora							X			0.7	3
7	Director							X			0.7	15
8	Estadístico							X			0.7	9
9	Estadístico						X				0.6	15
10	Ingeniero									X	0.9	22
11	Informático									X	0.9	6
12	Profesora									X	0.9	20
13	Profesora								X		0.8	7
14	Director							X			0.7	7
<i>Promedio</i>											0.8	11.07

Anexo 6: Encuesta para realizar el cruzamiento de las variables que componen los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.

Fecha: __/__/____ No. __

La presente encuesta se realiza con el objetivo de determinar los factores de mayor incidencia en el ecosistema Montañas de Guamuhaya y en la cual usted forma parte por considerarse experto. Se requiere de su colaboración para desarrollar el cruzamiento de las variables asignadas, las cuales serán procesadas a través del método MIC-MAC, para la identificación de aquellas que serán clave en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible de la región. Muchas gracias.

A continuación se le muestra una matriz (variables x variables), en las que usted debe identificar la relación o influencia de las variables. La pregunta sería la siguiente:

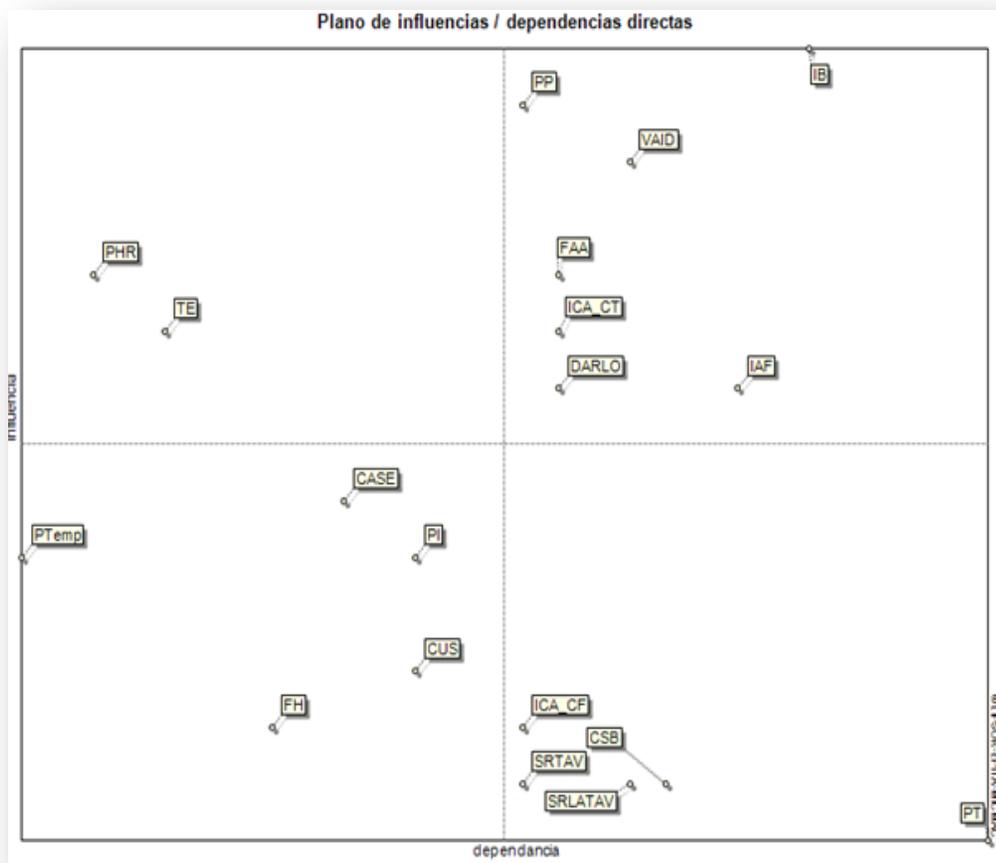
La variable X se relaciona o influye de manera real o potencial con la variable Y, de la siguiente forma:

0. No influye. 1- Influencia débil. 2- Influencia moderada. 3- Influencia fuerte.

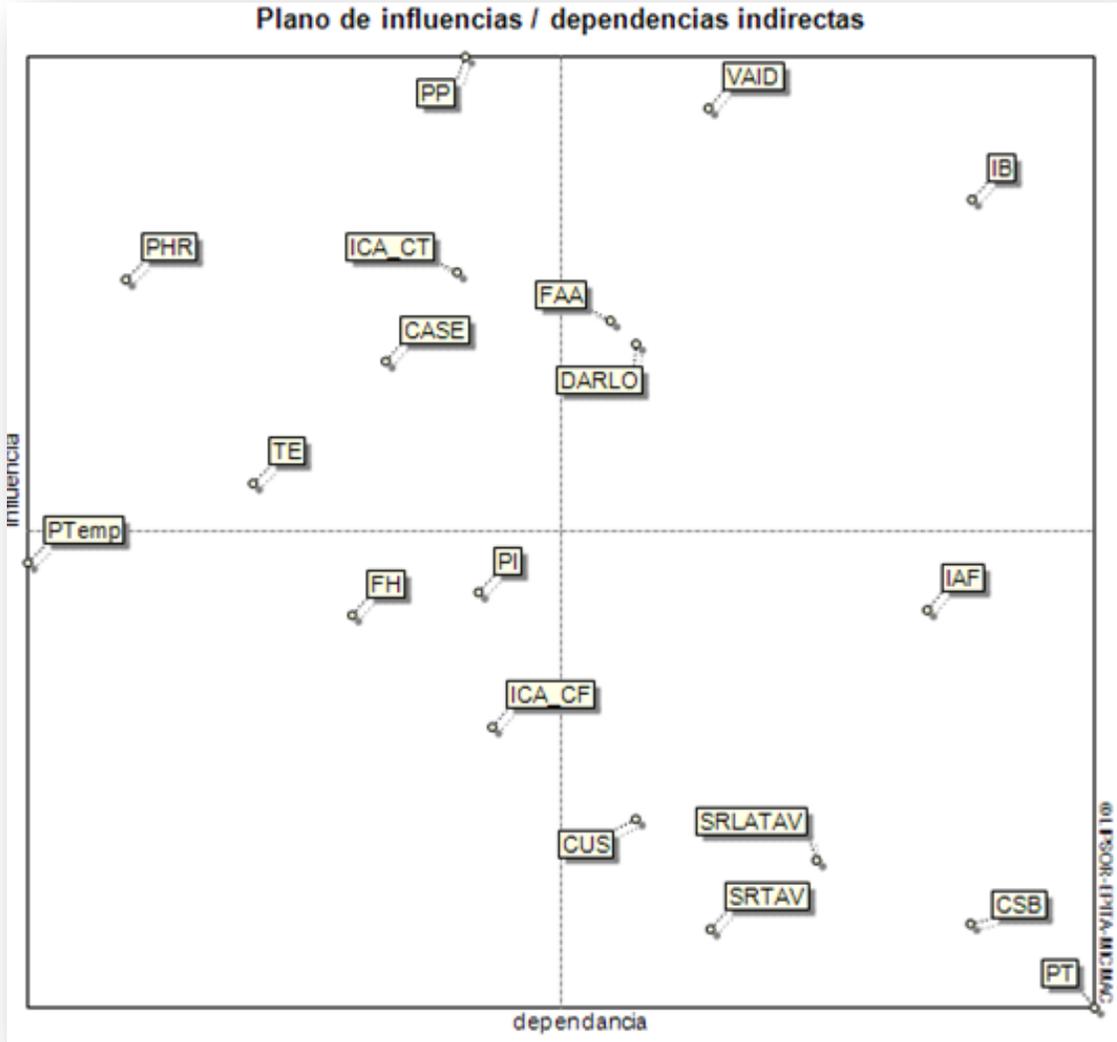
P - Influencia potencial.

	IAF	CSB	PI	IB	SRTAV	SRLATAV	PT	FH	VAID	DARLO	ICA_CT	ICA_CF	PTemp	PHR	PP	TE	CUS	FAA	CASE
IAF																			
CSB																			
PI																			
IB																			
SRTAV																			
SRLATAV																			
PT																			
FH																			
VAID																			
DARLO																			
ICA_CT																			
ICA_CF																			
PTemp																			
PHR																			
PP																			
TE																			
CUS																			
FAA																			
CASE																			

Anexo 7: Plano de Influencias / Dependencias directas.



Anexo 8: Plano de Influencias / Dependencias indirectas.



Anexo 9: Fuentes contaminantes bajo monitoreo del Citma Municipio Cumanayagua.

No.	Cuenca	Municipio	Nombre de la Fuente	Organismo
1	Arimao	Cumanayagua	Emp. Lácteos Escambray	MINAL
2	Cabagán		Despulpadora Cuatro Vientos	MINAG
3	Hanabanilla		Despulpadora el Nicho	MINAG
4	Arimao		Despulpadora San Blas	MINAG
5	Arimao		Granja Agropecuaria El Brazo	MINAG
6	Hanabanilla		Granja Militar San Antonio	MININT
7	Gavilán		Centro Porcino Gavilán , Sierrita	MINAG
8	Arimao		Centro porcino Combinado Lácteo	MINAL
9	Gavilán		UEB Álvaro Barba	MINED
10	Arimao		IPVC Carlos Roloff	MINED
11	Arimao		IPVC Batalla de Santa Clara	MINED
12	Arimao		IPA. Félix Varela	MINED
13	Río Hondo		Complejo Armando Mestre	MINED
14	Arimao		Asentamiento Cumanayagua	OLPP
15	Arimao		Asentamiento Barajagua	OLPP
16	Río Hondo		Mayarí	EJT
17	Arimao		Arroyo El Tejar Asentamiento Cumanayagua	Acueducto

Anexo 10: Sistemas de residuales en los asentamientos de población Municipio Cumanayagua.

Nº	Asentamientos	Población	Sistema de Tratamiento	Organismo	Cuenca
1	Arimao Viejo	1172	Red de alcantarillado al Río	Particulares	Arimao
2	Comunidad Arimao	605	Laguna de residuales	MINAGRI	Arimao
3	El Tablón	638	“ “	MINAGRI	Arimao
4	La Parra	550	“ “	MINAGRI	Caunao
5	Breñas	586	“ “	MINAGRI	Arimao
6	La Sierrita	2267	Red de Alcantarillado al río y Fosas particulares	MINAGRI	Gavilanes
7	Aguacate	68	Letrinas	MINAGRI	Cabagán
8	Cabagán	42	Letrinas	MINAGRI	Cabagán
9	Cafetal	228	Letrinas y descarga al río	MINAGRI	Gavilanes
10	Caleta Muños	120	Letrina y Fosas	MINAGRI	Río Hondo
11	Codicia	416	Letrina y Fosas		Arimao
12	Crespo	800	Red de alcantarillado y Letrinas	MINAGRI	Caunao
13	Crucecitas	313	Sistema de Residuales sin uso y Letrinas	MINAGRI	Hanabanilla
14	C. Vientos	319	Sistema de Residuales	MINAGRI	Hanabanilla
15	Charco Azul Abajo	103	Letrinas y Fosas		Hanabanilla
16	Charco Azul Plan Semilla	145	Sistema de Residuales	MINAGRI	Hanabanilla
17	Dolores	198	Letrina y Fosas		Arimao
18	Lomitas	151	Letrina y Fosas		Caunao
19	Entronque de Minas	839	“ “		Hanabanilla
20	Gavilanes	198	“ “		Gavilanes
21	Guajimíco	132	“ “		Guajimíco
22	Hoyo de Padilla	116	“ “		Arimao
23	El Jovero	105	Sistema de Residuales	MINFAR	Hanabanilla
24	El Mamey	303	Letrina y Fosas		Hanabanilla
25	Mayarí	201	Letrina y Fosas		Río Hondo
26	Mina	99	Sistema de Residuales	MINAGRI	San Juan
27	Las Moscas	622	Letrina y Fosas		Arimao
28	El Naranjo	278	Letrina y Fosas		Río Hondo
29	El Nicho	387	Letrina y Fosas		Hanabanilla
30	Playa Yaguanabo	182	Sistema de Residuales , Letrinas y Fosas	MINTUR	Yaguanabo
31	Quiñones	108	Letrina y Fosas		Caunao
32	San Blas	535	Letrina y Fosas		Arimao
33	San Narciso	36	Letrina y Fosas		Arimao
34	Seibabo	444	Sistema de Alcantarillado	MINAGRI	Arimao
35	Tabloncito	154	Sistema de Alcantarillado	MINAGRI	Arimao
36	Yaguanabo Arriba	211	Letrina y Fosas		Yaguanabo
37	Camilo Cienfuegos	416	Sistema de Residuales	MINAGRI	San Juan
38	El Sopapo	337	Sistema de Residuales , Letrinas y Fosas	MINAGRI	San Juan
39	Centro Cubano	139	Sistema de Residuales	MINAGRI	Río Hondo

Anexo 11: Resultados de la encuesta aplicada para la determinación de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.

FACTOR I: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

Variable resultante: ICA_CT: Índice Calidad de Agua Colis Totales.					
No.	Descripción	D	F	A	O
1	Residuales depositados de manera directa en las corrientes superficiales.	X			
2	El fecalismo al aire libre.	X			
3	La gran mayoría de estas redes no cuentan con la protección necesaria, accediendo a ellas animales para beber y bañarse y que además esta agua es bebida de manera directa sin ningún tipo de tratamiento.	X			
4	Vertimiento de residuales sin tratamiento (634.8 t/a) que provocan la contaminación de las aguas e impactos negativos en la población.	X			
5	Pérdida de la calidad del agua por contaminación y afectación de áreas propuestas como protegidas no aprovechadas.	X			
6	Control sanitario de riesgos microbiológicos.				X
7	Contagio por micro bacterias.			X	
8	Enfermedades varias.			X	
9	Toma de muestras consecutivas.		X		

Anexo 11: Resultados de la encuesta aplicada para la determinación de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.

Variable resultante: IAF: Intensidad Aprovechamiento Forestal.					
No.	Descripción	D	F	A	O
1	Se ha desarrollado una vegetación secundaria, de especies invasoras entre las que sobresalen el marabú y la aroma.	X			
2	Existen un total de 4 áreas propuestas para integrar el Sistema de Áreas Protegidas en la provincia.		X		
3	Falta de equipamiento adecuado para la actividad de la mecanización forestal.	X			
4	Presencia de Incendios.			X	
5	Definición de las tierras.				X
6	Mejora del equipamiento para la actividad de la mecanización forestal.				X
7	Realizar una efectiva aplicación de severas medidas coercitivas que logren detener el proceso de la tala no controlada y la quema de plantaciones.				X

Anexo 11: Resultados de la encuesta aplicada para la determinación de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.

Variable resultante: IB: Índice de Boscosidad.					
No.	Descripción	D	F	A	O
1	La vegetación natural ha sido eliminada para dar paso a la actividad agropecuaria.	X			
2	Existen plantaciones boscosas de pinos y eucaliptos, las cuales tienen como objetivo fundamental la protección de los suelos y las aguas.		X		
3	Degradación de los suelos.	X			
4	No aprobación de las Áreas Protegidas.			X	
5	Mejora en la calidad de las plantaciones.				X
6	Elevar la cobertura boscosa.				X

Variable resultante: DARLO: Descarga Agua Residual a Laguna Oxidación.					
No.	Descripción	D	F	A	O
1	Vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y albañales procedentes de las despulpadoras, los autoconsumos y los asentamientos.	X			
2	Vertimiento de residuales sin tratamiento (634.8 t/a) que provocan la contaminación de las aguas e impactos negativos en la población.	X			
3	Derrame de residuales contaminantes.			X	
4	Racionalizar el uso de las despulpadoras de café.				X
5	Lograr un efectivo funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales.				X
6	Elaborar y aplicar soluciones definitivas al manejo de los desechos sólidos.				X

Anexo 11: Resultados de la encuesta aplicada para la determinación de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.

Variable resultante: VAID: Volumen de Agua Industrial al Drenaje.					
No.	Descripción	D	F	A	O
1	Destrucción de las redes técnicas, que no permite que el residual llegue al sistema.	X			
2	Debido al mal estado de las redes técnicas los residuales son vertidos pocos metros aguas arriba de las fuentes de abasto.	X			
3	Capacidad Industrial instalada.		X		
4	Cobertura de infraestructura técnica (presencia de redes de abasto, vialidad, comunicaciones, electricidad).		X		
5	Poca prioridad y escasa disponibilidad de financiamientos para nuevas inversiones, conservación y mantenimientos.			X	
7	Introducción de nueva tecnología.				X
8	Asegurar que la reactivación de las capacidades industriales existentes esté acompañada de un plan de medidas que minimice los impactos ambientales.				X
9	Mejorar la situación sanitaria de las corrientes fluviales asociadas a los asentamientos principales de montaña y al tratamiento y reutilización de los residuales líquidos.				X

Anexo 11: Resultados de la encuesta aplicada para la determinación de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.

FACTOR II: CONDICIONES HIDROLÓGICAS.

Variable resultante: PP: Promedio de Precipitaciones.					
No.	Descripción	D	F	A	O
1	Problemas con falta de alternativas para el abasto de agua en momentos de fenómenos como la sequía y en la propia afectación de intensas lluvias.	X			
2	Existencia de zonas no aptas para la agricultura cafetalera y otros cultivos por bajas precipitaciones y humedad al Sur y Oeste, con Incompatibilidades de uso.	X			
3	Adecuado ordenamiento forestal para prevenir el mal uso de la tierra en cuanto a las precipitaciones de la región.				X
4	Malas condiciones de vida que provocan el decrecimiento. Del 69% de los Asentamientos con muy deficiente Accesibilidad, gran nivel de afectación primero por sequía, después por intensas lluvias con pocas Alternativas para aliviar el efecto de estos desastres.	X			
5	La situación más desfavorable en el drenaje se presenta en la vialidad por tener muy escasas obras de drenaje y/o insuficientes, ya que ninguna de las intervenciones en ésta se hace con proyecto y en la poca atención al mantenimiento de los sumideros naturales.	X			
6	Afectaciones por desastres naturales.			X	
7	Sequía.			X	
8	Aprovechamiento de las áreas de mayor precipitación para llevar a cabo la reforestación.				X
9	Generación de rendimientos por hectáreas.		X		

Anexo 11: Resultados de la encuesta aplicada para la determinación de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua-Cienfuegos.

Variable resultante: FAA: Fuentes de Abasto de Agua.					
No.	Descripción	D	F	A	O
1	Zonas susceptibles de desastres por inundaciones, mal drenaje y deslaves, tanto por la conformación natural del terreno como por la propia labor antrópica, y afectaciones por sequía sin alternativas para acceso, abasto de agua y de energía.	X			
2	Notable desarrollo de accesorios en la provincia para redes hidráulicas.				X
3	Desinfección del agua con hipoclorito de sodio 88%.		X		
4	Agotamiento de las Fuentes de Agua.			X	
5	La presencia de ríos con saltos, rápidos y pocetas aptas para el baño constituyen un alto potencial para la práctica del turismo ecológico en sus diferentes modalidades.		X		
6	Asolvamiento de los cauces y embalses, en este caso el Hanabanilla, debido al arrastre de grandes cantidades de sedimentos producto de la deforestación y el lavado de los suelos.			X	

Anexo 12: Resumen y descripción de las Debilidades, Fortalezas, Amenazas y Oportunidades detectadas por los expertos.

	No.	Variables	Descripción
Debilidades	1	ICA_CT	Residuales depositados de manera directa en las corrientes superficiales.
	2	ICA_CT	El fecalismo al aire libre.
	3	ICA_CT	La gran mayoría de estas redes no cuentan con la protección necesaria, accediendo a ellas animales para beber y bañarse y que además esta agua es bebida de manera directa sin ningún tipo de tratamiento.
	4	ICA_CT	Vertimiento de residuales sin tratamiento (634.8 t/a) que provocan la contaminación de las aguas e impactos negativos en la población.
	5	ICA_CT	Pérdida de la calidad del agua por contaminación y afectación de áreas propuestas como protegidas no aprovechadas.
	6	IAF	Se ha desarrollado una vegetación secundaria, de especies invasoras entre las que sobresalen el marabú y la aroma.
	7	IAF	Falta de equipamiento adecuado para la actividad de la mecanización forestal.
	8	IB	La vegetación natural ha sido eliminada para dar paso a la actividad agropecuaria.
	9	IB	Degradación de los suelos.
	10	DARLO	Vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y albañales procedentes de las despulpadoras, los autoconsumos y los asentamientos.
	11	DARLO	Vertimiento de residuales sin tratamiento (634.8 t/a) que provocan la contaminación de las aguas e impactos negativos en la población.
	12	VAID	Destrucción de las redes técnicas, que no permite que el residual llegue al sistema.
	13	VAID	Debido al mal estado de las redes técnicas los residuales son vertidos pocos metros aguas arriba de las fuentes de abasto.
	14	PP	Problemas con falta de alternativas para el abasto de agua en momentos de fenómenos como la sequía y en la propia afectación de intensas lluvias.
	15	PP	Existencia de zonas no aptas para la agricultura cafetalera y otros cultivos por bajas precipitaciones y humedad al Sur y Oeste, con Incompatibilidades de uso.
	16	PP	Malas condiciones de vida que provocan el decrecimiento del 69% de los Asentamientos con muy deficiente Accesibilidad, gran nivel de afectación primero por sequía, después por intensas lluvias con pocas Alternativas para aliviar el efecto de estos desastres.
	17	PP	La situación más desfavorable en el drenaje se presenta en la vialidad por tener muy escasas obras de drenaje y/o insuficientes, ya que ninguna de las intervenciones en ésta se hace con proyecto y en la poca atención al mantenimiento de los sumideros naturales.
	18	FAA	Zonas susceptibles de desastres por inundaciones, mal drenaje y deslaves, tanto por la conformación natural del terreno como por la propia labor antrópica, y afectaciones por sequía sin alternativas para acceso, abasto de agua y de energía.

Anexo 12: Resumen y descripción de las Debilidades, Fortalezas, Amenazas y Oportunidades detectadas por los expertos.

	No.	Variables	Descripción
Fortalezas	1	ICA_CT	Toma de muestras consecutivas.
	2	IAF	Existen un total de 4 áreas propuestas para integrar el Sistema de Áreas Protegidas en la provincia.
	3	IB	Existen plantaciones boscosas de pinos y eucaliptos, las cuales tienen como objetivo fundamental la protección de los suelos y las aguas.
	4	VAID	Capacidad Industrial instalada.
	5	VAID	Cobertura de infraestructura técnica (presencia de redes de abasto, vialidad, comunicaciones, electricidad).
	6	PP	Generación de rendimientos por hectáreas.
	7	FAA	Desinfección del agua con hipoclorito de sodio 88%.
	8	FAA	La presencia de ríos con saltos, rápidos y pocetas aptas para el baño constituyen un alto potencial para la práctica del turismo ecológico en sus diferentes modalidades.

Anexo 12: Resumen y descripción de las Debilidades, Fortalezas, Amenazas y Oportunidades detectadas por los expertos.

	No.	Variables	Descripción
Amenazas	1	ICA_CT	Contagio por micro bacterias.
	2	ICA_CT	Enfermedades varias.
	3	IAF	Presencia de Incendios.
	4	IB	No aprobación de las Áreas Protegidas.
	5	DARLO	Derrame de residuales contaminantes.
	6	VAID	Poca prioridad y escasa disponibilidad de financiamientos para nuevas inversiones, conservación y mantenimientos.
	7	PP	Afectaciones por desastres naturales.
	8	PP	Sequía.
	9	FAA	Agotamiento de las Fuentes de Agua.
	10	FAA	Asolvamiento de los cauces y embalses, en este caso el Hanabanilla, debido al arrastre de grandes cantidades de sedimentos producto de la deforestación y el lavado de los suelos.

Anexo 12: Resumen y descripción de las Debilidades, Fortalezas, Amenazas y Oportunidades detectadas por los expertos.

	No.	Variables	Descripción
Oportunidades	1	ICA_CT	Control sanitario de riesgos microbiológicos.
	2	IAF	Definición de las tierras.
	3	IAF	Mejora del equipamiento para la actividad de la mecanización forestal.
	4	IAF	Realizar una efectiva aplicación de severas medidas coercitivas que logren detener el proceso de la tala no controlada y la quema de plantaciones.
	5	IB	Mejora en la calidad de las plantaciones.
	6	IB	Elevar la cobertura boscosa.
	7	DARLO	Racionalizar el uso de las despulpadoras de café.
	8	DARLO	Lograr un efectivo funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales.
	9	DARLO	Elaborar y aplicar soluciones definitivas al manejo de los desechos sólidos.
	10	VAID	Introducción de nueva tecnología.
	11	VAID	Asegurar que la reactivación de las capacidades industriales existentes esté acompañada de un plan de medidas que minimice los impactos ambientales.
	12	VAID	Mejorar la situación sanitaria de las corrientes fluviales asociadas a los asentamientos principales de montaña y al tratamiento y reutilización de los residuales líquidos.
	13	PP	Adecuado ordenamiento forestal para prevenir el mal uso de la tierra en cuanto a las precipitaciones de la región.
	14	PP	Aprovechamiento de las áreas de mayor precipitación para llevar a cabo la reforestación.

Anexo 13: Resultado obtenido del procesamiento de la matriz DAFO para evaluar la magnitud de los impactos en la región de estudio.

		FORTALEZAS								DEBILIDADES																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
OPORTUNIDADES	1	X	-	X	X	-	-	X	-	4	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X	X	-	12	16
	2	-	X	-	X	X	X	-	-	4	-	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	6	10
	3	-	X	X	X	X	-	-	-	4	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-	7	11
	4	-	X	X	X	-	X	-	X	5	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	4	9
	5	-	X	X	X	-	X	-	-	4	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	5	9
	6	-	X	X	X	-	X	-	X	5	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	5	10
	7	-	-	X	X	X	-	-	-	3	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X	-	6	9
	8	X	-	-	X	-	-	X	X	4	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	11	15
	9	X	-	-	X	-	-	-	X	3	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	X	X	-	11	14
	10	-	-	-	X	X	X	-	-	3	X	-	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	13	16
	11	X	X	-	X	-	-	X	-	4	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	14	18
	12	X	-	-	X	-	-	X	X	4	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	9	13
	13	-	-	X	-	-	X	-	-	2	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	5	7
	14	-	X	X	-	-	X	-	-	3	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	4	7
	5	7	8	12	4	7	4	5	52	4	4	5	6	6	9	4	3	10	7	7	8	8	5	9	5	7	5	112	164	
		19.4 %								41.8 %																				
AMENAZAS	1	X	X	-	-	-	-	X	-	3	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	-	-	10	13
	2	X	X	-	-	-	-	X	-	3	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	-	-	10	13
	3	-	X	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-	8	9
	4	X	X	-	X	X	X	-	X	6	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	5	11
	5	X	X	-	-	-	-	-	X	3	X	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	10	13
	6	-	-	-	X	X	X	-	X	4	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	9	13
	7	-	-	-	X	X	-	-	-	2	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	9	11
	8	-	X	X	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	X	-	5	7
	9	-	X	X	X	-	-	-	X	4	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-	X	4	8
	10	-	-	X	X	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X	4	6
	4	7	3	5	3	2	2	4	30	3	2	2	2	3	6	4	1	8	5	5	7	7	5	2	8	2	2	74	104	
		11.2 %								27.6 %																				
																												268		

Anexo 14: Elaboración de un plan de acciones básicas en función de las oportunidades que presenta el macizo Montañas de Guamuhaya.

NOTAS IMPORTANTES:

1. Crear un equipo especializado que responda principalmente a las áreas de control biológico y sanitario de las aguas, el uso y explotación de las tierras, el aprovechamiento forestal.
2. Elaboración de un banco de problemas a partir del diagnóstico emitido teniendo en cuenta las variables que tuvieron un impacto negativo representando una debilidad para la región.

Respecto al ICA_CT ¹⁶ se propone:

1. Incrementar el control sanitario de riesgos microbiológicos para:
 - ✓ Disminuir los residuales depositados de manera directa en las corrientes superficiales.
 - ✓ Disminuir el fecalismo al aire libre.
 - ✓ Reducir el vertimiento de residuales sin tratamiento (634.8 t/a) que provocan la contaminación de las aguas e impactos negativos en la población.
 - ✓ Mejora en las condiciones del agua contaminada reforzando el tratamiento con hipoclorito de sodio.

Respecto al IAF ¹⁷ se propone:

2. Mejora del equipamiento para la actividad de la mecanización forestal.
3. Realizar una efectiva aplicación de severas medidas restrictivas que logren detener el proceso de la tala no controlada y la quema de plantaciones.

Con el fin de:

- ✓ Restaurar el equipamiento adecuado para la actividad de la mecanización forestal.
- ✓ Mejorar la educación ambiental.

¹⁶ ICA_CT: Índice de Calidad del Agua Colis Totales.

¹⁷ IAF: Índice de Aprovechamiento Forestal.

Anexo 14: Elaboración de un plan de acciones básicas en función de las oportunidades que presenta el macizo Montañas de Guamuhaya.

Respecto al IB¹⁸ se propone:

4. Mejora en la calidad de las plantaciones.
5. Elevar la cobertura boscosa.

Con el fin de:

- ✓ Recuperar la vegetación natural.
- ✓ Disminuir la degradación de los suelos.

Respecto al DARLO¹⁹ se propone:

6. Racionalizar el uso de las despulpadoras de café.
7. Lograr un efectivo funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales.
8. Elaborar y aplicar soluciones definitivas al manejo de los desechos sólidos.

Con el fin de:

- ✓ Disminuir el vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y albañales procedentes de las despulpadoras, los autoconsumos y los asentamientos.
- ✓ Reparación de las redes técnicas, para posibilitar que el residual llegue al sistema.

Respecto al VAID²⁰ se propone:

9. Introducción de nueva tecnología.

¹⁸ IB: Índice de Boscosidad.

¹⁹ DARLO: Descarga de Agua Residual a Laguna de Oxidación.

²⁰ VAID: Volumen de Agua Industrial al Drenaje.

Anexo 14: Elaboración de un plan de acciones básicas en función de las oportunidades que presenta el macizo Montañas de Guamuhaya.

10. Asegurar que la reactivación de las capacidades industriales existentes esté acompañada de un plan de medidas que minimice los impactos ambientales.
11. Mejorar la situación sanitaria de las corrientes fluviales asociadas a los asentamientos principales de montaña y al tratamiento y reutilización de los residuales líquidos.

Con el fin de:

- ✓ Reponer las redes técnicas, que no permite que el residual llegue al sistema.
- ✓ Disminuir vertimiento pocos metros aguas arriba de las fuentes de abasto.

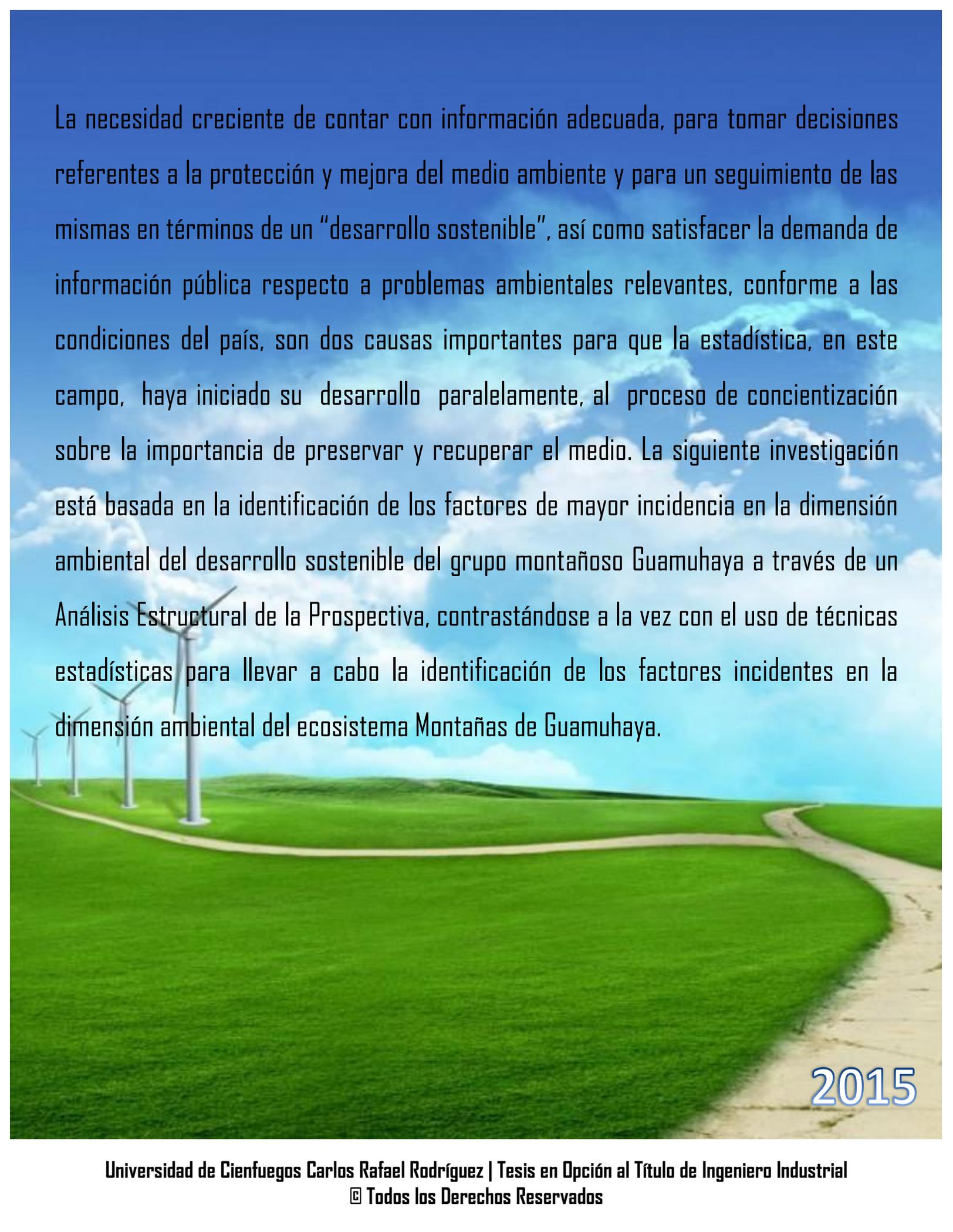
Respecto a PP²¹ se propone:

12. Adecuar el ordenamiento forestal para prevenir el mal uso de la tierra en cuanto a las precipitaciones de la región.
13. Aprovechar las áreas de mayor precipitación para llevar a cabo la reforestación.

Con el fin de:

Reducir las zonas susceptibles de desastres por inundaciones, mal drenaje y deslaves, tanto por la conformación natural del terreno como por la propia labor antrópica, y afectaciones por sequía sin alternativas para acceso, abasto de agua y de energía.

²¹PP: Promedio Precipitaciones.



La necesidad creciente de contar con información adecuada, para tomar decisiones referentes a la protección y mejora del medio ambiente y para un seguimiento de las mismas en términos de un “desarrollo sostenible”, así como satisfacer la demanda de información pública respecto a problemas ambientales relevantes, conforme a las condiciones del país, son dos causas importantes para que la estadística, en este campo, haya iniciado su desarrollo paralelamente, al proceso de concientización sobre la importancia de preservar y recuperar el medio. La siguiente investigación está basada en la identificación de los factores de mayor incidencia en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible del grupo montañoso Guamuhaya a través de un Análisis Estructural de la Prospectiva, contrastándose a la vez con el uso de técnicas estadísticas para llevar a cabo la identificación de los factores incidentes en la dimensión ambiental del ecosistema Montañas de Guamuhaya.

2015