



EL AHP (PROCESO
ANALÍTICO
JERÁRQUICO) Y SU
APLICACIÓN PARA
DETERMINAR LOS USOS
DE LAS TIERRAS

EL CASO DE BRASIL



PROYECTO REGIONAL "INFORMACIÓN SOBRE TIERRAS Y AGUAS PARA UN DESARROLLO
AGRÍCOLA SOSTENIBLE"
(Proyecto GCP/RLA/126/JPN)

Santiago, Chile, diciembre 2000



EL AHP (PROCESO
ANALÍTICO JERÁRQUICO)
Y SU APLICACIÓN PARA
DETERMINAR LOS USOS
DE LAS TIERRAS

EL CASO DE BRASIL

Autora:

Ruth Maritza Avila Mogollón

Experta Asociada en Desarrollo Rural
Sostenible

(Proyecto GCP/RLA/126/JPN)

La información, las denominaciones y los puntos de vista que aparecen en el presente documento son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no constituyen la expresión de ningún tipo de opinión por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación o de su Oficina Regional para América Latina y el Caribe con respecto a la situación legal de cualquier país, territorio, ciudad, área o de sus autoridades, ni en lo concerniente a la delimitación de fronteras o límites.

La Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, en nombre del Proyecto "Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible", autoriza y estimula la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación, a condición que se mencione la fuente del documento y se envíe a esta Oficina Regional un ejemplar del material reproducido.

PREFACIO

La degradación de las tierras tiene su raíz en factores económicos, sociales y culturales, que se traducen en la sobre-explotación de los recursos y en las prácticas inadecuadas del manejo de los suelos y aguas, que conllevan a la pérdida de la fertilidad del suelo y consecuentemente de su productividad, causando una reducción de los rendimientos de la producción agropecuaria, lo que afecta la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

La disponibilidad oportuna de información confiable y significativa sobre los potenciales y las limitaciones de los recursos naturales, es un pre-requisito para la planificación y el manejo integrado de los mismos. En particular, la información sobre diversas opciones de los usos de las tierras es de vital importancia para poder planificar un desarrollo silvoagropecuario sostenible y, por consiguiente, lograr la conservación de los recursos naturales.

El Proyecto FAO "Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible" (GCP/RLA/126/JPN) desarrolla desde enero de 1996 hasta la fecha, una metodología para la recolección de información sobre los recursos naturales, para posteriormente evaluar sus potenciales y debilidades y simular escenarios óptimos de los usos de las tierras, de modo que finalmente contribuyan con la formulación de planes de desarrollo silvoagropecuario sostenible.

El Proyecto GCP/RLA/126/JPN es financiado por el Gobierno de Japón. Adicionalmente se encuentran vinculados algunos expertos asociados que son auspiciados por el Gobierno de Holanda. El Proyecto trabaja con seis países de América Latina: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay, en los cuales se desarrollan actividades en diferentes "niveles de área de trabajo": nacional, sub-nacional, municipal y microcuenca.

El objetivo del Proyecto se orienta principalmente al establecimiento de un Sistema de Información de Tierras y Aguas con apoyo de un SIG (Sistema de Información Geográfica) y de otras herramientas de análisis para proveer más y mejor información. El sistema en cuestión se denomina SIRTPLAN: "*Sistema de Información de Recursos de Tierras para la Planificación*", el cual consiste en una metodología de evaluación de tierras y generación de escenarios de sus usos, que se apoya en una serie de herramientas que permiten almacenar, procesar, analizar y presentar información. Las herramientas que integran el SIRTPLAN son programas destinados a la aplicación de métodos específicos, las cuales son:

- ? SIG (ArcView) para el manejo de información georreferenciada;
- ? TeleSAT desarrollado por el Proyecto y destinado al análisis de los cambios de vegetación por medio de imágenes satelitales;
- ? ALES desarrollado por la FAO para la evaluación de aptitud de las tierras;
- ? Programación Lineal (SOLVER) para la optimización de escenarios; y
- ? AHP (The Analytic Hierarchy Process) para facilitar los procesos de toma de decisión.

El objetivo del Proyecto no solo es desarrollar una metodología teórica sino también realizar aplicaciones específicas a diferentes niveles con el objeto de validar dicha metodología en los seis países contrapartes. Por ende, se han llevado a cabo varias

actividades de asistencia técnica, y seguramente una de las más importantes y relevantes ha sido la ejecución de las Cartas de Acuerdo entre el Proyecto e instituciones pertenecientes a los seis países mencionados anteriormente.

A fines del año 1998, se dieron por terminadas las primeras Cartas de Acuerdo; producto de ello, a comienzos del año 1999 se comenzaron las segundas Cartas de Acuerdo, algunas de las cuales se suscribieron con las mismas instituciones que participaron en las primeras Cartas, y en otros casos, se firmaron con nuevas instituciones. En este sentido, los criterios claves para la selección de las instituciones participantes en esta segunda etapa fueron:

- ✗ Llevar a cabo actividades relacionadas con el tema del desarrollo agrícola y el uso sostenible de tierras;
- ✗ Mostrar interés y entusiasmo por las actividades propuestas en la Carta de Acuerdo;
- ✗ Disponer de equipos SIG y de personal capacitado;
- ✗ Tener la voluntad y motivación para dedicar personal, equipos y tiempo a las actividades de la Carta de Acuerdo.

Las siguientes son las actuales instituciones contrapartes del Proyecto:

- Argentina: DGI (Departamento General de Irrigación) de la Provincia de Mendoza, perteneciente a la Secretaría de Gestión Hídrica de dicha Provincia, como ejecutora técnica.
- Bolivia: CISTEL (Centro de Investigaciones y de Servicios en Teledetección) de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba como entidad ejecutora junto con la coordinación política y administrativa de la DGPOT (Dirección General de Planificación y Ordenamiento Territorial) del Viceministerio de Planificación Estratégica y Participación Popular.
- Brasil: CIRAM (*Centro Integrado de Informa?oes de Recursos Ambientais de Santa Catarina*) perteneciente a EPAGRI (*Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensao Rural de Santa Catarina S.A.*) como ejecutora técnica.
- Chile: SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) de la V Región, perteneciente al Ministerio de Agricultura como entidad ejecutora.
- Paraguay: DIA (Dirección de Investigación Agrícola) como ejecutora técnica, con la participación de la DGP (Dirección General de Planificación), ambas pertenecientes al Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Uruguay: DSA (División de Suelos y Aguas) como ejecutora técnica, perteneciente a la DGRNR (Dirección General de Recursos Naturales Renovables) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

El presente trabajo pretende brindar a los lectores, orientaciones generales sobre el método AHP y además divulgar la experiencia lograda en la aplicación del mismo, como una de las herramientas del SIRTPLAN (Sistema de Información de Recursos de Tierras para la Planificación), a fin de priorizar escenarios de los usos de las tierras, con la participación de diferentes actores dentro del proceso de toma de decisión en la Microcuenca Arroio do Tigre, Municipio de Concordia en Brasil.

Akhide Enoki
Coordinador del Proyecto
"Información sobre Tierras y Aguas
para un Desarrollo Agrícola Sostenible "

FUNCIONARIOS ANTERIORES Y ACTUALES VINCULADOS CON EL PROYECTO (por orden alfabético):

- ? Sr. Hideo Ago, Asesor Técnico Principal/Coordinador, desde enero de 1996 hasta diciembre de 1997.
- ? Sra. Ruth Ávila, Experta Asociada en Desarrollo Rural Sostenible, desde marzo de 2000 hasta junio de 2001.
- ? Sr. Enrique Castillo, Experto Nacional en Sistemas de Información Geográfica, desde enero de 1997 hasta junio de 2001.
- ? Sr. Akihide Enoki, Asesor Técnico Principal/Coordinador, desde enero de 1998 hasta diciembre de 2000.
- ? Sra. Johanna Gijzen, Experta Asociada en Uso de Tierras y Aguas , desde julio de 1997 hasta noviembre de 1998.
- ? Sr. Paul Janssen, Experto Asociado en Sistemas de Geo-Información, desde junio de 1999 hasta junio de 2001.
- ? Sr. Adriaan Kessler, Experto Asociado en Manejo de Cuencas, desde enero de 1996 hasta diciembre de 1996.
- ? Sr. Horacio Merlet, Experto Nacional en Recursos Tierra/Suelo, desde enero de 1997 hasta junio de 2000.
- ? Sr. Arthur Mutsaers, Experto Asociado en Sistemas de Producción, desde diciembre de 1996 hasta diciembre de 1998.
- ? Sr. Sergio Torres, Experto Asociado en Sistemas de Información Geográfica, desde noviembre de 1996 hasta octubre de 1999.
- ? Sra. Loreto Valencia, Asistente Administrativa, desde enero de 1996 hasta enero de 1999.
- ? Sra. Macarena Valencia, Asistente Administrativa, desde marzo de 1999 hasta junio de 2001.
- ? Sr. Arturo van Leeuwen, Experto Asociado en Sistemas de Producción y Planificación, desde septiembre de 1999 hasta junio de 2001.

Los miembros del Proyecto GCP/RLA/126/JPN desean manifestar su reconocimiento y agradecimiento a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron en la elaboración, análisis y revisión de cada una de las publicaciones.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
I. LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DECISIÓN MULTICRITERIO	3
1.1. El Proceso de Toma de Decisión	3
1.2. Los Métodos de Evaluación y Decisión Multicriterio	3
1.2.1. Ponderación Lineal (scoring)	5
1.2.2. Utilidad Multiatributo (MAUT)	5
1.2.3. Relaciones de Superación	5
1.2.4. Análisis Jerárquico (AHP The Analytic Hierarchy Process)	5
1.3. Paquetes Informáticos para Decisión Multicriterio Discreta	6
II. EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO AHP	7
2.1. ¿ En qué consiste el AHP?	7
2.1.1. Base Matemática del AHP	8
2.2. Preparación y Organización para aplicar el AHP	10
2.2.1. Definición de los Participantes	10
2.2.2. Información Requerida	11
2.2.3. Tiempo y otros recursos asociados con el proceso	12
2.3. Esquema Metodológico del AHP	13
2.3.1. Estructuración del Modelo Jerárquico	13
2.3.1.1. Identificación del problema	13
2.3.1.2. Definición del objetivo	14
2.3.1.3. Identificación de los criterios	14
2.3.1.4. Identificación de las alternativas	15
2.3.2. Selección de la Medida	17
2.3.2.1. La Medida Relativa	17
2.3.2.2. La Medida Absoluta	17
2.3.3. Evaluación del Modelo	18
2.3.3.1. Establecimiento de las prioridades	18
2.3.3.2. Emisión de los juicios y las evaluaciones	18
2.3.4. Resultado final	22
2.3.4.1. Síntesis	22
2.3.4.2. Análisis de Sensibilidad	22
2.4. El Programa Expert Choice	22
2.4.1. Structuring (estructuración)	23
2.4.2. Direct Model Building (construcción directa del modelo)	23
2.4.3. Pairwise Assessment (comparación de a pares)	23
2.4.4. Synthesis (síntesis)	24
2.4.5. Sensitivity Analysis (análisis de sensibilidad)	24
2.4.6. Ratings (clasificación-ordenación)	24

	Pág.
III. APLICACIÓN DEL AHP PARA PRIORIZAR ESCENARIOS DE LOS USOS DE LAS TIERRAS , GENERADOS POR EL SIRTPLAN , EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA EN BRASIL	27
3.1. El AHP como un componente de la Metodología SIRTPLAN	27
3.2. Antecedentes	28
3.3. Preparación y Organización para aplicar el AHP dentro del contexto del SIRTPLAN	29
3.3.1. Definición de los participantes	29
3.3.2. Información requerida	29
3.3.3. Tiempo y otros recursos asociados con el proceso	30
3.4. Realización de los Talleres en el Municipio de Concordia	31
3.4.1 Estructuración del Modelo Jerárquico	31
3.4.1.1. Identificación del problema	31
3.4.1.2. Definición del objetivo	31
3.4.1.3. Identificación de criterios	31
3.4.1.4. Identificación de alternativas	32
3.4.2 Evaluación del Modelo	33
3.4.2.1. Establecimiento de las prioridades	33
3.4.2.2. Emisión de los juicios y las evaluaciones	33
3.4.3. Resultado final	34
3.4.3.1. Síntesis	34
3.4.3.2. Análisis de sensibilidad	36
IV. CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43

ANEXOS	Pág.
Anexo 1. Municipio de Concordia, Estado de Santa Catarina, Brasil	45
Anexo 2. Alternativas (Escenarios de los Usos de la Tierras, Taller I)	47
Anexo 3. Modelo Jerárquico Construido por Consenso	49
Anexo 4. Árbol de Decisión Evaluado por los Productores	51
Anexo 5. Árbol de Decisión Evaluado por los Extensionistas	53
Anexo 6. Árbol de Decisión Evaluado por los Investigadores	55
Anexo 7. Priorización de Criterios y Alternativas del Modelo Consolidado	57
Anexo 8. Alternativas (Escenarios de los Usos de las Tierras adicionales a los del taller I)	59
Anexo 9. Resultado de la Evaluación de Escenarios, Módulo Ratings	61
Anexo 10. Modelo Consolidado para la priorización de Acciones para el Plan de Desarrollo Municipal de Lindoia do Sul	63
Anexo 11. Análisis de Sensibilidad de la Priorización de Acciones para El Plan de Desarrollo de Lindoia do Sul	65

INTRODUCCIÓN

El Proyecto Regional de la FAO auspiciado por el Gobierno de Japón "Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible" (GCP/RLA/126/JPN) inició sus actividades en enero de 1996, con una duración prevista de cinco años, hasta finales del año 2000. Actualmente fue aprobada su extensión hasta junio del año 2001.

Como se mencionó en párrafos anteriores, el objetivo del Proyecto se orienta básicamente al establecimiento de un Sistema de Información de Tierras con apoyo del SIG (Sistema de Información Geográfica) denominado SIRTPLAN.

El SIRTPLAN, Sistema de Información de Recursos de Tierras para la Planificación, consiste en una metodología de evaluación y generación de escenarios de usos de las tierras con el apoyo de una serie de herramientas para almacenar, procesar, analizar y presentar información.

El SIRTPLAN está diseñado, en primera instancia, como herramienta técnica para generar información útil para la planificación y la toma de decisión en cuanto a los usos de las tierras. Sin embargo, para un eficiente resultado en el desarrollo y aplicación de la Metodología es sumamente importante, y en algunas etapas imprescindible, incluir la participación de la comunidad y de los diferentes actores interesados y afectados por la toma de decisión.

Teniendo en cuenta lo anterior, el Proyecto decidió aplicar uno de los métodos multicriterio para fortalecer y ampliar los resultados técnicos obtenidos, a través de la revelación de las preferencias de actores involucrados en la toma de decisión frente a los usos de tierras en el caso específico de una Microcuenca en Brasil.

El método de evaluación y decisión multicriterio seleccionado fue el AHP (The Analytic Hierarchy Process- Proceso Analítico Jerárquico). Este método, por medio de la construcción de un modelo jerárquico, descompone una situación compleja, la evalúa y entrega una ordenación de las alternativas de solución desde la mejor hasta la peor.

Algunos de estos componentes pueden ser medidos fácilmente porque se refieren a aspectos cuantitativos. La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse por fuera de los análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes para algunos actores involucrados en la toma de decisión, como es el caso de riesgo, incertidumbre, equidad, participación, entre otros.

El AHP ordena esos elementos en un Modelo Jerárquico, realiza comparaciones binarias (de a pares) y atribuye valores numéricos a los juicios (preferencias) realizados por las personas (respecto de la importancia relativa de cada elemento) y los sintetiza, agregando las soluciones parciales en una sola solución.

Adicionalmente permite realizar el análisis de sensibilidad para observar y estudiar otras posibles soluciones al hacer cambios en la importancia de los elementos que conforman el Modelo.

Este documento pretende introducir a los lectores al método AHP y a su aplicación como herramienta del SIRTPLAN (Sistema de Información de Tierras para la Planificación), para priorizar escenarios de usos de las tierras, con la participación de diferentes actores dentro del proceso de toma de decisión.

Vale la pena precisar que desde hace varios años , la FAO ha venido incorporando la aplicación de métodos multicriterio en la Planificación de usos de las tierras, como es el caso de un estudio llevado a cabo en Kenya, usando Aspiration-Reservation Based Decision Support (ARDBS)¹.

¹ Antoine Jacques (FAO); Günther Fischer, Marek Makowski, (International Institute for Applied Systems Analysis IIASA) 1998. Laxenburg, Austria. Multiple Criteria Land Use Analysis, pp. 196-215 páginas.

I. LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DECISIÓN MULTICRITERIO

1.1. El Proceso de Toma de Decisión

“La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos” (H. Simon, 1960).

Un proceso de toma de decisión comprende de manera general los siguientes pasos:

- ? Análisis de la situación;
- ? Identificación y formulación del problema;
- ? Identificación de aspectos relevantes que permitan evaluar las posibles soluciones.
- ? Identificación de las posibles soluciones;
- ? Aplicación de un modelo de decisión para obtener un resultado global; y
- ? Realización de análisis de sensibilidad.

La opinión de una única persona en la toma de decisión puede tornarse insuficiente cuando se analizan problemas complejos, sobre todo aquellos cuya solución puede afectar a muchas otras personas. Debido a lo anterior se debe propender por generar discusión e intercambio entre los actores, que por su experiencia y conocimiento pueden ayudar a estructurar el problema y a evaluar las posibles soluciones.

Para abordar una situación de un problema de toma de decisión en la que se presentan diversos objetivos o criterios que simultáneamente deben incorporarse, ha surgido la Metodología Multicriterio como Sistema de Ayuda a la Decisión del ser humano.

1.2. Los Métodos de Evaluación y Decisión Multicriterio²

“Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo simultáneas y un agente decisor y procedimientos de evaluación racionales y consistentes” (Eduardo Martínez, 1998).

Son especialmente utilizadas para tomar decisiones frente a problemas que cobijan aspectos intangibles a evaluar.

Sus principios se derivan de la Teoría de Matrices, Teoría de Grafos, Teoría de las Organizaciones, Teoría de la Medida, Teoría de las Decisiones Colectivas, Investigación de Operaciones y de Economía.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio no consideran la posibilidad de encontrar una solución óptima. En función de las preferencias del agente decisor y de objetivos pre-definidos (usualmente conflictivos), el problema central de los métodos multicriterio consiste en :

² Martínez Eduardo, Escudey Mauricio, Editores, Junio de 1998. EVALUACION Y DECISION MULTICRITERIO. Reflexiones y Experiencias. Capítulo 1: Evaluación y Decisión Multicriterio: Una Perspectiva. Primera Edición en editorial Universidad de Santiago, pp 9-16.

1. Seleccionar la(s) mejor(es) alternativas;
2. Aceptar alternativas que parecen "buenas" y rechazar aquellas que parecen "malas"; y
3. Generar una "ordenación" (ranking) de las alternativas consideradas (de la "mejor a la "peor") . Para ello han surgido diversos enfoques, métodos y soluciones.

Un criterio clasificador en la Decisión Multicriterio corresponde al número, que puede ser finito o infinito, de las alternativas a tener en cuenta en la decisión. Dependiendo de esta situación existen diferentes métodos. Cuando las funciones objetivo, toman un número infinito de valores distintos, que conducen a un número infinito de alternativas posibles del problema se llama **Decisión Multiobjetivo**.

Aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de **Decisión Multicriterio Discreta**. Estos problemas son los más comunes en la realidad y son los que se consideran en este documento.

"Los métodos de Decisión Multicriterio Discreta se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto de problemas que, por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución, a través de:

1. Un conjunto de alternativas estable, generalmente finito (soluciones factibles que cumplen con las restricciones- posibles o previsibles); se asumen que cada una de ellas es perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas;
2. Una familia de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas (analizar sus consecuencias), conforme a los pesos (o ponderaciones) asignados por el agente decisor y que reflejan la importancia (preferencia) relativa de cada criterio;
3. Una matriz de decisión o de impactos que resumen la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio; una valoración (precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escalas cardinal (razón o intervalo), ordinal, nominal, y probabilística;
4. Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global; ordenación, clasificación, partición o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones;
5. Un proceso de toma de decisiones (contexto de análisis) en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores o interesados (analista- "experto"-, decisor y usuario)" (Eduardo Martínez, 1998).

Los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discretos son: Ponderación Lineal (scoring), Utilidad multiatributo (MAUT), Relaciones de superación y Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process-Proceso Analítico Jerárquico).

1.2.1. Ponderación Lineal (scoring)

“Es un método que permite abordar situaciones de incertidumbre o con pocos niveles de información. En dicho método se construye una función de valor para cada una de las alternativas. El método de Ponderación Lineal supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es un método completamente compensatorio, y puede resultar dependiente, y manipulable, de la asignación de pesos a los criterios o de la escala de medida de las evaluaciones. Es un método fácil y utilizado ampliamente en el mundo.

1.2.2. Utilidad Multiatributo (MAUT)

Para cada atributo se determina la correspondiente función de utilidad (parcial), y luego se agregan en una función de utilidad multiatributo de forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas se consigue una ordenación completa del conjunto finito de alternativas. El método de utilidad multiatributo supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad, utiliza “escalas de intervalo”, y acepta el principio de “preservación de orden” (rank preservation). La condición de independencia preferencial mutua entre los atributos suele aceptarse casi axiomáticamente, e implícitamente es cuestionable y no refleja la estructura de preferencias del agente decisor. El rigor y rigidez de los supuestos teóricos de este método usualmente controvertidos y difíciles de contrastar en la práctica, lo que obliga a relajarlos, requiere un elevado nivel de información del agente decisor para la construcción de funciones de utilidad multiatributo, aunque permiten abordar fluidamente cuestiones de incertidumbre y riesgo. No obstante las dificultades en su utilización este método cuenta con una variedad de experiencias prácticas en Estados Unidos e Inglaterra” (Eduardo Martínez, 1998).

1.2.3. Relaciones de Superación

Estos métodos usan como mecanismo básico el de las comparaciones binarias de alternativas, es decir comparaciones dos a dos de las alternativas, criterio por criterio. De esta forma puede construirse un coeficiente de concordancia C_{ik} asociado con cada par de alternativas (a_i, a_k) .

Existen dos métodos de la escuela francesa: ELECTRE y PROMETHEE.

Del método ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) ya existen varias versiones que usan pseudocriterios y la teoría de conjuntos difusos. El método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) se ha aplicado, con predicción para problemas de ubicación.

1.2.4. Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process- Proceso Analítico Jerárquico)

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico.

El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo

Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales.

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende.

Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9.

Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad.

El AHP posee un software de apoyo y su aplicación comprende una variada gama de experiencias prácticas en campos muy diversos en diferentes países del mundo.

1.3. Paquetes Informáticos para Decisión Multicriterio Discreta

Actualmente existen en el mercado varios paquetes informáticos dedicados a la Decisión Multicriterio Discreta como lo son el AIM, ELECTRE, PROMCALC, MCView, entre otros.

Específicamente en el caso del AHP, se encuentran productos comerciales como: HIPRE 3+ INPRE, Expert Choice y Criterium® entre otros.

Muchos de ellos presentan interfaces amigables para el usuario y ofrecen completos resultados y análisis de sensibilidad. Algunos sitios permiten bajar de internet demostraciones gratuitas.

II. EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO AHP

2.1. ¿ En qué consiste el AHP?

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar.

El AHP "se trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión" (Thomas Saaty, 1998)³.

El AHP se fundamenta en:

- ? La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas);
- ? Priorización de los elementos del modelo jerárquico;
- ? Comparaciones binarias entre los elementos;
- ? Evaluación de los elementos mediante asignación de "pesos";
- ? Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados;
- ? Síntesis;
- ? Análisis de Sensibilidad.

El AHP es una herramienta metodológica que ha sido aplicada en varios países para incorporar las preferencias de actores involucrados en un conflicto y/o proceso participativo de toma de decisión.

Dentro de las posibilidades de aplicaciones de la herramienta están entre otras:

Formulación de políticas;
Priorización Cartera de Proyectos;
Gestión Ambiental;
Análisis costo beneficio; y
Formulación de Estrategias de Mercado.

Algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de Decisión Multicriterio son:

- ? Presentar un sustento matemático;
- ? Permitir desglosar y analizar un problema por partes;
- ? Permitir medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;
- ? Incluir la participación de diferentes personas o grupos de interés y generar un consenso;
- ? Permitir verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es del caso;
- ? Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad; y
- ? Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

³ El AHP fue desarrollado por el doctor en matemáticas Thomas Saaty, a fines de la década de los 80 para resolver el tratado de reducción de armamento estratégico entre los Estados Unidos y la antigua URSS.

2.1.1. Base Matemática del AHP

“El AHP trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo o criterio común representado en la jerarquía de decisión. Creemos que este es el método natural (pero refinado) que la gente siguió al tomar decisiones mucho antes que se desarrollaran funciones de utilidad y antes que se desarrollara formalmente el AHP” (Thomas Saaty, 1998).

“El AHP hace posible la toma de decisiones grupal mediante el agregado de opiniones, de tal manera que satisfaga la relación recíproca al comparar dos elementos. Luego toma el promedio geométrico de las opiniones. Cuando el grupo consiste en expertos, cada uno elabora su propia jerarquía, y el AHP combina los resultados por el promedio geométrico” (Thomas Saaty, 1998).

Los axiomas del AHP son :

Axioma No. 1 referente a la condición de juicios recíprocos:

La intensidad de preferencia de A_i/A_j es inversa a la preferencia de A_j/A_i .

Axioma No. 2 referente a la condición de homogeneidad de los elementos:

Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud.

Axioma No. 3 referente a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente de reaprovechamiento.

Dependencia en los elementos de dos niveles consecutivos en la jerarquía y dentro de un mismo nivel.

Axioma No. 4 referente a condición de expectativas de orden de rango:

Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

En seguida, se presenta el apéndice matemático presentado por el Dr. Thomas Saaty en el capítulo 2 Método Analítico Jerárquico AHP: Principios Básicos, que forma parte del libro “Evaluación y Decisión Multicriterio, Reflexiones y Experiencias”, publicado en junio de 1998.

“Suponga que se tienen n piedras, A_1, \dots, A_n , con ponderaciones conocidas w_1, \dots, w_n , respectivamente, y suponga que se forma una matriz de relaciones paralelas cuyas filas dan la relación de las ponderaciones de cada piedra con respecto a todas las otras. Por lo tanto se tiene la ecuación:

$$A_1 \dots A_n$$

$$\begin{matrix}
 A_1 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 A_n
 \end{matrix}
 AW =
 \begin{pmatrix}
 w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 w_1 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 w_n
 \end{pmatrix}
 = n
 \begin{pmatrix}
 w_1 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 w_n
 \end{pmatrix}
 = nW$$

Donde A ha sido multiplicado a la derecha por el vector de ponderaciones w. El resultado de esta multiplicación es nw. Por lo tanto, para recobrar la escala de la matriz de relaciones, se debe resolver el problema $\mathbf{Aw}=\mathbf{nw}$ o $(\mathbf{A}-n\mathbf{I})\mathbf{w}=0$. Este es un sistema homogéneo de ecuaciones. Tiene una solución no trivial si y sólo si el determinante de $\mathbf{A}-n\mathbf{I}$ es nulo, o sea, n es un valor propio de A. Ahora A tiene rango unitario ya que cada fila es un múltiplo constante de la primera fila. Por lo tanto, todos sus valores propios excepto uno son cero. La suma de los valores propios de una matriz es igual a su traza, la suma de sus elementos diagonales, y en este caso la traza de A es igual a n. Por lo tanto, n es un valor propio de A, y uno tiene una solución no trivial. La solución consiste en entradas positivas y es única dentro de una constante multiplicativa.

Para hacer w único, uno puede normalizar sus entradas dividiendo por su suma. Por lo tanto, dada la matriz de comparación, uno puede recobrar la escala. En este caso, la solución es cualquier columna de A normalizada. Note que en la A la propiedad recíproca $a_{ji} = 1/a_{ij}$ se aplica, por lo tanto, también $a_{ii}=1$. Otra propiedad de A es que es consistente: sus entradas satisfacen la condición $a_{jk} = a_{ik}/a_{ij}$. Por lo tanto, toda la matriz puede ser construida de un conjunto de n elementos que forman una cadena a través de las filas y las columnas.

En el caso general, el valor preciso de w_i/w_j no se puede dar, sino sólo una estimación de él como juicio. Por el momento, se considera una estimación de estos valores por un experto que se supone perturba muy poco a los coeficientes. Esto significa perturbaciones pequeñas a los vectores propios. El problema ahora se convierte $\mathbf{A}'\mathbf{w}' = \lambda_{\max}\mathbf{w}'$ donde λ_{\max} es el mayor valor propio de \mathbf{A}' . Para simplificar la notación, se seguira escribiendo $\mathbf{Aw} = \lambda_{\max}\mathbf{w}$, donde A es la matriz de pares ordenados. El problema es ahora qué tan buena es la estimación de w. Si w se obtiene resolviendo el problema, la matriz cuyas entradas son w_i/w_j es una matriz consistente. Es una estimación consistente de la matriz **A**. **A** en sí misma no necesita ser consistente. De hecho, las entradas de A ni siquiera precisan ser transitivas; o sea, A_1 , puede preferirse a A_2 y A_2 a A_3 , pero A_3 puede preferirse a A_1 .

A es consistente si y sólo si $\lambda_{\max}=n$. Cambios pequeños en a_{ij} implican un cambio pequeño en λ_{\max} , la desviación de la última de n es una desviación de consistencia y puede ser representada por $(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$, lo que se denomina el índice de consistencia (C.I.).

Cuando la consistencia ha sido calculada, el resultado se compara con aquellos del mismo índice de una matriz recíproca aleatoria de una escala desde 1 hasta 9, con recíprocos forzados. Este índice se llama índice aleatorio (R.I). La ilustración siguiente da el orden de la matriz (primera fila) y el valor promedio del R.I (segunda fila):

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio										
De Consistencia :	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

La relación de C.I con el promedio R.I para la misma matriz de orden se llama relación de consistencia (C.R). Una relación de consistencia de 0.10 o menos es evidencia positiva para un juicio informado.

Las relaciones $a_{ji}=1/a_{ij}$ y $a_{ii}=1$ se conservan en estas matrices para mejorar la consistencia. La razón de ello es que si la piedra No. 1 se estima que es k veces más pesada que la piedra No. 2, uno debería exigir que la piedra No. 2 se estime 1/k veces el peso de la primera. Si la relación de consistencia es muy pequeña, las estimaciones se aceptan; de lo contrario se intenta mejorar la consistencia mediante la obtención de información adicional. Lo que contribuye a la consistencia de un juicio es: La homogeneidad de los elementos de un grupo, o sea, no comparar un grano de arena con una montaña; la escasez de elementos en un grupo, porque un individuo no puede mantener en su mente simultáneamente las relaciones de muchos objetos y el conocimiento y cuidado del decisor sobre el problema en estudio".

2.2. Preparación y Organización para aplicar un AHP

Basados en la experiencia adquirida por el Proyecto Regional de la FAO "Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible" en la aplicación del AHP, se precisó la importancia de llevar a cabo una seria y cuidadosa planeación por parte del grupo de trabajo encargado de la aplicación del mismo.

Aunque el problema a abordar sea diferente en cada caso particular, los aspectos que se presentan a continuación, deben tenerse en cuenta de manera general, por aquellos interesados en utilizar el AHP.

2.2.1. Definición de los Participantes

Definición del equipo de trabajo: estará conformado por las personas directamente involucradas en coordinar la aplicación del AHP.

Este equipo de trabajo es el responsable de identificar cuidadosamente los actores⁴ que deben participar en el proceso de toma de decisión. Deben quedar resueltas preguntas como: quiénes, cuántos, nivel de educación requerido, a quién representan, por qué deben formar parte del proceso, ya sea por su conocimiento de la situación problema o, porque representan a un grupo de interés, entre otros.

⁴ Un actor será entendido como una persona natural o una persona que representa a una instancia, institución u organización, quienes están interesados o son afectados (directa o indirectamente), por una actividad o aspecto de una situación en cuestión, y por ende, tienen derecho a participar en decisiones relacionadas con la misma.

Teniendo en cuenta lo anterior, entre los participantes pueden estar:

Autoridades:

- Prefecto,
- Concejales, entre otros.

Líderes de la comunidad afectada:

Presidentes de Organización de Campesinos;
Presidentes de Asociaciones;
Representantes de Gremios;
Presidentes de Juntas, entre otros.

Representantes de Instituciones Gubernamentales /No Gubernamentales o Empresas privadas interesadas :

Ministerios y Secretarías;
Institutos de Investigación y Universidades;
ONGs;
Fundaciones;
Cooperativas;
Empresas de comercialización, prestadoras de servicios públicos, entre otras.

En algunos casos, la aplicación del AHP se puede llevar a cabo en diferentes etapas del proceso de toma de decisión. Cada resultado actuará como una retroalimentación para la siguiente etapa. Esto puede implicar que los actores (directos, indirectos) puedan ir variando o incorporándose grupos nuevos a medida que así lo requieran las diferentes fases del proceso.

La institución coordinadora debe hacer posible que los actores identificados como relevantes en el proceso estén adecuadamente representados y actúen en igualdad de condiciones para expresar sus opiniones⁵.

Entre más amplia sea la participación se requerirán mayores esfuerzos por parte del grupo coordinador, quien deberá identificar y utilizar las técnicas adecuadas para facilitar la aplicación del AHP, dependiendo de los grupos sociales con los que esté trabajando, los cuales seguramente presentarán distintos niveles de información y diferentes intereses. Por eso, es necesario estar de acuerdo sobre unos principios básicos claros. Estos principios ayudan a ordenar, comparar y compartir información.

2.2.2. Información Requerida

Este es un elemento básico para la toma de decisión. Es necesario identificar la cantidad y calidad de información requerida para el proceso. Esta información puede ser de índole científica, técnica y la dada por la experiencia y conocimiento de los participantes. Puede darse el caso que en el proceso de aplicación del AHP surja la

⁵ La adecuada representación de los intereses de instancias, instituciones, organizaciones es tan importante como la participación de personas con experiencia, conocimiento del problema en cuestión y por su reconocimiento social.

necesidad o interés por parte de los participantes de disponer de información nueva o complementaria de la que se dispone en la sesión. En ese caso se debe analizar la pertinencia de la misma, el tiempo y el proceso requerido para disponer de esa información adicional y poder continuar el proceso de toma de decisión.

2.2.3. Tiempo y otros recursos asociados con el proceso

Es necesario establecer el tiempo con el cual se dispone para llevar a cabo el proceso de decisión. Esto afectará la elaboración y desarrollo del Plan de Trabajo: fechas, agenda, logística, materiales a utilizarse, número de participantes convocados, etc.

No se recomienda aplicar el AHP si se cuenta con escaso tiempo para tomar decisiones frente a problemas complejos, puesto que tratar de acelerar algunas etapas del mismo- por obtener resultados inmediatos-, puede afectar negativamente la validez de los resultados.

Adicionalmente se requiere nombrar al facilitador para la aplicación del AHP. Éste debe tener la habilidad de guiar el proceso, animar y orientar a los participantes y hacer un buen uso del tiempo disponible, sin llegar a dominar o manipular la sesión.

El facilitador debe buscar que los participantes tengan una comprensión del método y su filosofía y así mismo lograr homogeneidad en el lenguaje para la definición del objetivo y la construcción y evaluación del modelo. Por ejemplo en lo concerniente a los términos a utilizar para que todos los participantes entiendan lo mismo y diferencien los conceptos: objetivo, criterio, subcriterio, y en el significado de los valores de la escala a utilizar para evaluar el modelo. Seguramente el facilitador deberá enfrentarse a "situaciones sorpresa", como confrontación entre algunos miembros, falta de voluntad de algunos participantes para expresar su opinión o sus verdaderas preferencias, entre otros.

El grupo coordinador encargado de aplicar el AHP debe analizar y seleccionar previamente cuáles son las técnicas más adecuadas a desarrollar con los participantes para facilitar y fortalecer el desarrollo de la sesión. En algunos casos se pueden utilizar técnicas más familiares para el auditorio para la construcción del Modelo Jerárquico, por ejemplo en la pared con cartulinas, en el pizarrón y no directamente con la utilización del programa. En otros casos se podrá construir el modelo simultáneamente, en el computador y en la pared o en el pizarrón.

Cuando se aplique el AHP mediante la formación de grupos se debe ser cuidadoso en la organización de los mismos. Si hay dentro de un subgrupo muchos participantes con posiciones contrarias, pueden generarse conflictos durante toda la sesión.

Debe tenerse en cuenta el tiempo requerido y disponible para aplicar eficientemente el AHP. En algunos casos, los participantes pueden mostrarse cansados al final del día y no dar mayor atención a la evaluación del modelo, lo cual puede afectar la validez de los resultados.

La adquisición del programa requerirá un costo para la entidad encargada. Dependiendo del caso particular, puede requerirse presupuesto para capacitación en el uso del programa y asesoramiento por parte de un experto en el tema. Otros gastos corresponderán al traslado de los técnicos y participantes al lugar del evento, cuotas para la alimentación, entre otros.

2.3. Esquema Metodológico del AHP

2.3.1. Estructuración del Modelo Jerárquico

Una de las partes más relevantes del AHP, consiste en la estructuración de la jerarquía del problema, etapa en la cual el grupo decisor involucrado debe lograr desglosar el problema en sus componentes relevantes .

La jerarquía básica está conformado por: meta u objetivo General, criterios y alternativas.

Los pasos a seguir para la estructuración del modelo jerárquico son:

1. Identificación del Problema;
2. Definición del Objetivo;
3. Identificación de Criterios; e
4. Identificación de Alternativas.

Figura 1. Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones con el AHP

2.3.1.1. Identificación del Problema

Es la situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas de las que se dispone o la priorización (ranking) de ellas.

Dichas alternativas serán comparadas unas con otras mediante la evaluación de criterios establecidos que permitan conocer los pros y los contras incorporados en cada una de ellas.

Normalmente se requiere invertir varias horas para identificar el problema real y principal, lo cual puede darse después de una serie de discusiones en las que se han listado muchos problemas y es necesario priorizarlos y decidir cuál se seleccionará para su análisis.

Ejemplo:

La decisión a la que se enfrenta una cadena vendedora de antigüedades es la relativa a la ubicación de un nuevo local en una ciudad.

2.3.1.2. Definición del Objetivo

Un objetivo es una dirección identificada para mejorar una situación existente. El objetivo está en un nivel independiente y los otros elementos de la jerarquía que serán los sub-objetivos o criterios, subcriterios y alternativas apuntan en conjunto a la consecución del mismo.

Hay objetivos de largo, mediano y corto plazo y esta diferenciación influirá directamente en la construcción del modelo jerárquico.

El objetivo u objetivos serán establecidos por el grupo decisor involucrado. Vale la pena tener en cuenta que la definición de objetivos puede ser una tarea difícil porque algunas veces serán contrapuestos entre las personas. No obstante, los objetivos determinados finalmente deben representar las necesidades e intereses generales.

Ejemplo:

Los socios de la cadena vendedora de antigüedades deben seleccionar la mejor ubicación disponible para su negocio. Este último será entonces el objetivo general.

2.3.1.3. Identificación de Criterios

Son las dimensiones relevantes que afectan significativamente a los objetivos y deben expresar las preferencias de los implicados en la toma de decisión.

Se deben incluir aspectos vitales cuantitativos y cualitativos a tener en cuenta en la toma de decisión. Normalmente hay aspectos cualitativos que pueden incidir fuertemente en la decisión, pero que no son incorporados debido a su complejidad para definirles algún esquema de medición que revele su grado de aporte en el proceso de toma de decisión.

Ejemplo:

Los cuatro socios de esta cadena de locales de ventas de antigüedades han tenido mucho éxito abriendo nuevas sucursales durante los últimos cinco años y han logrado adquirir experiencia respecto de lo que cuesta abrir un nuevo negocio, mantenerlo y lograr ganancias.

Las mayores preocupaciones de los socios son el costo del arriendo del local, suficiente tráfico de turistas y personas en general, en término de potenciales compradores, visibilidad del local y la competencia existente, constituida por el número de negocios de antigüedades y recuerdos en esa ciudad.

2.3.1.4. Identificación de Alternativas

Corresponden a propuestas factibles mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general. Cada una de las alternativas presenta características con pro y contras.

Ejemplo:

Los socios realizaron un trabajo preliminar sobre el tema, lo cual les permitió disponer de suficiente información e ir eliminando alternativas que no cumplieran con sus expectativas e identificar tres ubicaciones disponibles que compiten entre sí:

Un local en un gran centro comercial (en la figura se le denominará mall A) con una alta población de estudiantes universitarios y personas mayores de 50 años que en su mayoría son pensionados. De estas personas se sabe que son fuertes compradores de antigüedades. La renta por metro cuadrado es costosa frente al promedio en la ciudad. El local tiene una amplia entrada y una ventana. Hay variedad de comercio y existen otros locales de antigüedades y souvenirs.

En el centro de la ciudad (B) hay un local casi por la mitad del precio del anterior. El sector está conformado en su mayoría por oficinas que trabajan únicamente de lunes a viernes. Hay un pequeño comercio en el sector y no existen ventas de antigüedades. El local tiene una pequeña entrada.

En un pasaje subterráneo cerca al metro(C) hay una buena mezcla de transeúntes. Existe un pequeño negocio de recuerdos en la esquina. El local tiene una amplia entrada y varias ventanas. El costo del local está en el promedio de los de la ciudad.

En estas tres alternativas claramente se presenta una característica cuantitativa como es el caso del costo del arriendo por metro cuadrado. Sin embargo, existen también otras que no son fáciles de ser medidas como es la preferencia de los habitantes y transeúntes de cada uno de esos sectores respecto de la compra de antigüedades.

Seleccionar el mejor local disponible



Figura 2. Modelo Jerárquico para Seleccionar la mejor ubicación de un local de Antigüedades

Cuando se construye la Jerarquía, se puede hacer de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba.

La construcción de arriba hacia abajo se inicia con la identificación de los criterios más globales, es decir desde lo más general hasta lo más particular. De esta manera, todos los aspectos generales recopilados en la definición del problema están presentes en ese primer nivel a manera de criterios .

Cada criterio identificado debe ir acompañado de una descripción de lo que significa. Si se requiere, de los criterios pueden desprenderse subcriterios. Estos últimos deben guardar una relación jerárquica con el criterio del que se desprenden.

En la construcción de abajo hacia arriba el proceso se desarrolla a la inversa. Primero se generan todas las características que permiten diferenciar entre las alternativas y posteriormente se construye el modelo jerárquico agrupando aquellas características que mantienen un factor común a manera de criterios o subcriterios, según sea el caso, hasta llegar al objetivo general.

El sentido en que se comienza a construir va a depender de los datos disponibles e inclusive del grupo decisor. Si en la elaboración están definidas las alternativas y se conocen sus pros y contras, se puede iniciar el modelo de abajo hacia arriba. En caso contrario, se recomienda iniciar desde arriba hacia abajo, puesto que es un enfoque para situaciones de planeación estratégica en donde los objetivos están más claros que las alternativas.

2.3.2. Selección de la Medida

Antes de continuar con el tema de la evaluación del modelo, vale la pena precisar sobre un concepto relevante del Método AHP: La Medida.

Los seres humanos utilizan en su vida diaria una serie de escalas de medición con unidades como: kilómetros, litros, horas, grados, kilos, etc. Además por la percepción se pueden reconocer otras características de las cosas que están alrededor: Olor, Textura, etc.

El AHP permite justamente incorporar factores cualitativos y cuantitativos a tener en cuenta para dar solución a un problema, para que luego las personas determinen sus preferencias por medio de juicios. El AHP representa esos juicios por medio de números, generando una escala de medida.

A través de una secuencia matemática, el AHP sintetiza los juicios y entrega un resultado.

Las dos clases de medida que se pueden utilizar en el AHP son medida relativa y medida absoluta. Inclusive se puede hacer una combinación de ambas.

2.3.2.1. La Medida Relativa

Esta se utiliza cuando el número de alternativas es hasta de 7.

En esta medida, el modelo se evalúa por medio de comparaciones entre criterios, subcriterios y las alternativas. Estas últimas se comparan frente a un tercer elemento común para ambas.

Una vez evaluado todo el modelo, la medida relativa entrega las alternativas priorizadas de la mejor a la peor.

2.3.2.2. La Medida Absoluta

Con la medida absoluta se pueden manejar decenas y/o cientos de alternativas (porque las alternativas no se comparan unas con otras como sí sucede en la medida relativa).

Consiste en comparar alternativas contra un estándar. Esta escala suele usarse cuando se están resolviendo problemas de selección de personal, priorización de proyectos, evaluación de proyectos de investigación, entre otros.

Cuando se utiliza el módulo Ratings, el modelo se construye igual que en la medida relativa: Meta, Criterios, Subcriterios. La diferencia consiste en que no se incluyen las alternativas en el modelo. En lugar de alternativas, se generan escalas (cuantitativas o cualitativas) para cada uno de los criterios. Por ejemplo si existe un criterio: Aptitud, la escala para ese criterio puede corresponder a: Apto, Moderadamente Apto, No Apto. Y así se deben generar escalas para todos los criterios.

Estas escalas, dependiendo de los criterios, deben ser construidas por los expertos y/o conocedores del área en cuestión (aspectos financieros, económicos, de mercadeo, biofísicos, infraestructura, sociales, culturales, entre otros).

Seguidamente se inician las comparaciones de a pares para conocer las preferencias (los pesos) entre los criterios, subcriterios y las escalas. De esa forma se obtiene un estándar, contra el cual se evaluará en forma independiente cada una de las alternativas (nótese que las alternativas se evalúan una a una y no de a pares como en medida relativa).

A cada alternativa le corresponderá un puntaje, lo cual generará al final un ranking para el total de ellas, mostrando una lista de la mejor hasta la peor.

Vale la pena aclarar que no debe escogerse obligatoriamente el uso de este enfoque solamente porque el problema incluya una gran cantidad de alternativas.

2.3.3. Evaluación del Modelo

En la evaluación se examinan los elementos del problema aisladamente por medio de comparaciones de a pares. Las evaluaciones o juicios son emitidos por cada analista o grupo de interés.

De esta forma, el éxito en esta etapa dependerá de la inclusión de los grupos de interés o decisores (en el documento se hace referencia a actores) que se verán representados en el modelo construido y podrán evaluar el modelo consensuado de acuerdo con sus intereses y necesidades propios.

Los pasos a seguir para la evaluación de los componentes del modelo jerárquico son:

1. Establecimiento de las Prioridades
2. Emisión de Juicios y Evaluaciones

2.3.3.1. Establecimiento de las Prioridades

Una vez se defina el Modelo Jerárquico se determina la importancia relativa de sus partes. Para facilitar el proceso de asignación de juicios y evaluaciones se recomienda priorizar previamente los elementos del modelo.

Ejemplo:

Los socios de la cadena de ventas de antigüedades definieron las siguientes preferencias de los criterios a través de una priorización:

1. Compradores
2. Visibilidad del Local
3. Competencia
4. Costo

2.3.3.2. Emisión de los Juicios y las Evaluaciones

Los juicios son la base del proceso llevado a cabo por AHP. Los juicios pueden estar guiados por información científica, técnica y la dada por la experiencia y conocimientos del grupo decisor útiles para evaluar los diferentes componentes del Modelo. Es esta situación lo que hace al AHP diferente a otros métodos, puesto que dentro de la evaluación del modelo se toman en cuenta los juicios, que en este caso

son las opiniones de cada uno de los individuos y/o grupos de interés involucrados en la toma de decisión.

Esta evaluación se realiza por medio de comparaciones binarias (de a pares) frente a un tercer elemento; permite conocer y medir las preferencias de los individuos o grupos de interés (actores) respecto a los diferentes componentes del modelo (criterios, subcriterios, alternativas).

Cada persona expresa su preferencia haciendo la pregunta apropiada mediante los términos Importancia, Preferencia o Probabilidad, asignando un valor numérico, el cual se mide la intensidad de su preferencia.

El AHP dispone de una escala creada por el propio Saaty que mide los juicios emitidos por el grupo decisor (Ver cuadro 1).

Este paso de la emisión de juicios consiste en que⁶:

Para cada elemento "e" de un nivel de la jerarquía, se comparan de a pares de elementos del nivel inmediatamente inferior, con respecto de su influencia en "e". Luego se debe encontrar el vector propio asociado al mayor valor propio de la matriz de comparación a pares:

Vector Propio: Ranking u orden de prioridad

Valor Propio: Medida de la consistencia del juicio

Cuadro 1. Escala de Saaty (Matemático de la Universidad de Pennsylvania, creador del AHP)

⁶ FULCRUM Ingeniería Ltda. Ingeniería en Toma de Decisiones. Santiago de Chile.

Criterios	C1	C2	C3	C4
C1	C1/C1	C1/C2	C1/C3	C1/C4
C2	C2/C1	C2/C2	C2/C3	C2/C4
C3	C3/C1	C3/C2	C3/C3	C3/C4
C4	C4/C1	C4/C2	C4/C3	C4/C4

C1= Criterio 1

C2= Criterio 2

C3= Criterio 3

C4= Criterio 4

En la matriz presentada arriba se encuentra la tabla de preferencias para el nivel del Modelo referente a criterios. Se muestra el total de comparaciones que deben realizarse (con el supuesto de que el modelo tiene 4 criterios).

Por lo tanto a cada posición (celda) de la matriz le corresponderá uno de los valores de la escala de Saaty.

Nótese que:

La comparación del elemento consigo mismo da un valor de 1. (C1/C1, C2/C2, C3/C3, C4/C4).

Las comparaciones ubicadas al lado izquierdo de las sombreadas, tienen una intensidad de preferencia inversa a las ubicadas al lado derecho de las sombreadas.⁷

El proceso se repite hasta agotar todas las comparaciones de los componentes del Modelo (criterios, subcriterios y alternativas).

Las prioridades se ubican en la parte derecha de la matriz y son calculadas por el software para el usuario. Inclusive cuando se digita el valor numérico de un juicio, él automáticamente incorpora el recíproco en la posición (celda) de la matriz que corresponda.

“Las prioridades son rangos numéricos medidos en una escala de razón. Una escala de razón es un conjunto de números positivos cuyas relaciones se mantienen igual si se multiplica todos los números por un número arbitrario positivo. El objeto de la evaluación es emitir juicios concernientes a la importancia relativa de los elementos de la jerarquía para crear escalas de prioridad de influencia” (Thomas Saaty, 1998).

Adicionalmente el AHP muestra las inconsistencias⁸ resultantes de los juicios y el valor máximo que las mejoraría. Puede darse por ejemplo, por falta de información de alguno de los actores frente a la evaluación en cuestión y/o por error al tabular el dato de la evaluación.

⁷ Axioma No. 1 del AHP referente a Reciprocidad.

⁸ Se considera que un índice de inconsistencia es alto cuando supera el 0.10

No obstante, si se revisa el juicio y no hay error, no se debe cambiar el juicio para lograr mayor consistencia, puesto que esto no significará mayor precisión.

Esta razón de consistencia la obtiene el programa al comparar la inconsistencia del total de opiniones en esa matriz, con la que se obtendría si los juicios fueran dados de forma aleatoria desde la escala.

La calidad del resultado final dependerá de la fidelidad y rigurosidad con la cual el modelo representa la complejidad del problema en cuestión.

Si la información de apoyo, que se tiene en cuenta para hacer la evaluación no es fidedigna o no se cuenta con expertos o conocedores de los diferentes aspectos de la situación, que por medio de sus conocimientos o experiencias conozcan el problema o no hubo representatividad de los actores afectados o interesados, los resultados no van a ser los mejores.

Ejemplo:

Los socios de la cadena de ventas de antigüedades realizaron las comparaciones de a pares de los elementos del Modelo (criterios y alternativas) mediante la asignación de un valor de la escala de Saaty para cada comparación, sin perder de vista la priorización que realizaron en el paso anterior.

Para los criterios:

Criterios:	Costo	Compradores	Visibilidad	Competencia	Prioridad
Costo	1	1/8	1/6	1/3	0.048
Compradores	8	1	3	7	0.596
Visibilidad del Local	6	1/3	1	3	0.254
Competencia	3	1/7	1/3	1	0.101

Igualmente para las alternativas se realizaron la totalidad de las comparaciones. Por ejemplo:

Respecto al Criterio Costo= C1, la pregunta es:

Cuál es la alternativa más preferible (comparación entre pares de alternativas frente a un elemento común: El Costo) y cuánto? (valor de la escala de Saaty).

Alternativas:	Mall	Centro	Pasaje Subterráneo	Prioridad
Mall	1	1/8	1/4	0.073
Centro	8	1	3	0.671
Pasaje Subterráneo	4	1/3	1	0.256

Así sucesivamente se continúa la evaluación hasta agotar el total de comparaciones de los elementos del modelo.

2.3.4. Resultado Final

Una vez realizada la totalidad de comparaciones se obtiene el resultado final concensuado: ordenamiento de las alternativas. Este resultado está basado entonces, en las prioridades, en la emisión de juicios y evaluación hecha a través de las comparaciones de los componentes del modelo jerárquico, llevada a cabo por los actores.

El resultado final del ejemplo, basado en un análisis completo de las distintas alternativas para seleccionar el mejor local disponible fue el siguiente:

ALTERNATIVA C
ALTERNATIVA A
ALTERNATIVA B

El índice de inconsistencia estuvo por debajo del 0.10, que lo hace aceptable.

2.3.4.1 Síntesis

El AHP logra combinar todos los juicios u opiniones en un todo en el cual las alternativas quedan organizadas desde la mejor hasta la peor.

El AHP permite entonces, deducir los pesos que reflejan las percepciones y valores propuestos con mucha precisión. Las prioridades deducidas para cada faceta del complejo problema que está en estudio serán sintetizadas para obtener prioridades generales y una ordenación de las alternativas.

2.3.4.2. Análisis de Sensibilidad

Este análisis permite visualizar y analizar la sensibilidad del resultado (ordenación de las alternativas) respecto de posibles cambios en la importancia de los criterios (supuestos).

Por ejemplo: ¿qué pasaría si, al criterio 1 le doy más/menos importancia que la dada en la evaluación? ¿esta situación modifica el ordenamiento de las alternativas obtenido en el resultado final?

Habrán procesos de toma de decisión en los que se requiere volver a aplicar el AHP en un corto o mediano plazo porque son procesos dinámicos que requieren ser revisados y ajustados en el tiempo porque su entorno está en continuo cambio.

2.4. El Programa Expert Choice

El programa utilizado por el Proyecto para la aplicación del AHP es el Expert Choice. Este programa comercial trabaja en ambiente Windows y DOS, es de fácil uso y sirve como mecanismo de derivación de consensos participativos. El desarrollo del Expert Choice ha sido supervisado por el propio Saaty.

Los lectores interesados en ampliar información respecto del uso del Expert Choice u otra herramienta computacional de apoyo para aplicar el AHP, pueden consultar en internet, inclusive bajar versiones gratuitas para realizar ejercicios básicos.

De esta forma cada interesado podrá definir cuál es el programa de su preferencia que se adecúa a sus necesidades, intereses y recursos disponibles.

No obstante lo anterior, con el ánimo que el lector tenga un primer acercamiento al Expert Choice se enumeran a continuación los componentes básicos que lo conforman y se indica la dirección en internet donde se encuentra disponible una guía ilustrada con las orientaciones generales y la explicación de la base matemática del AHP y la versión Trial de Expert Choice que permite realizar ejercicios sencillos: www.expertchoice.com/download/

Aunque las herramientas computacionales como el Expert Choice suelen ser fáciles de usar, no se recomienda aplicar el AHP sin contar con una persona que domine la metodología más allá de lo meramente operativo.

2.4.1. Structuring (Estructuración)

Es un módulo que ayuda a los tomadores de decisión a identificar y organizar los elementos del problema en cuestión.

En Structuring se define cómo se construirá el modelo: desde arriba hacia abajo o desde abajo hacia arriba. Provee una interface intuitiva que ayuda a crear el modelo jerárquico. Esto incluye conceptos como los pro y contras de las alternativas, los objetivos, criterios y subcriterios.

La estructura lograda en Structuring puede pasarse directamente al módulo de Evaluation and Choice para construir totalmente el modelo jerárquico y luego iniciar las comparaciones de rigor.

2.4.2. Direct Model Building (Construcción Directa del Modelo)

El primer paso es crear el nombre para el archivo en el que se construirá el modelo. Seguidamente se debe ingresar la información respecto del objetivo, criterios, subcriterios y alternativas, incluyendo una breve descripción de cada uno de ellos.

2.4.3. Pairwise Assessment (Comparación de a Pares)

Una vez construido el modelo, el siguiente paso es iniciar la evaluación de los elementos del modelo jerárquico haciendo las comparaciones de a pares.

Este paso consiste en comparar relativamente dos elementos con respecto a un tercero. Las comparaciones se pueden hacer seleccionando el tipo de comparación mediante el uso de cualquiera de los siguientes tres términos: importancia, preferencia o probabilidad.

El término importancia se utiliza normalmente cuando se comparan criterios.

El término preferencia se utiliza cuando se comparan alternativas.

El término probabilidad se utiliza cuando se comparan eventos.

En este mismo sentido, se debe escoger entre tres posibles maneras para que el grupo decisor emita su juicio:

Verbal : Por medio de palabras como moderado, fuerte, etc. (estas palabras son equivalentes a la escala numérica).

Numérica : (desde 1 hasta 9). Ver escala de Saaty.

Modo gráfico : por medio de barras que representan a cada uno de los elementos que se están comparando.

Con CALCULATE se obtienen las prioridades de los elementos comparados. Se puede verificar EL RADIO DE INCONSISTENCIA; si es mayor a 0.10 el programa señala cuál es la comparación donde se originó tal inconsistencia y permite corregir el juicio si es del caso.

2.4.4. Synthesis (Síntesis)

Evaluation and Choice sintetiza las prioridades obtenidas por los componentes del modelo y entrega el orden resultante para las alternativas.

El programa hará una serie de preguntas al decisor para generar automáticamente el modo de síntesis conveniente al problema en cuestión: ideal o distributivo. El modo de Síntesis Distributivo se utiliza en situaciones de decisión en las que se quieren priorizar las alternativas. El modo de Síntesis Ideal se utiliza cuando se quiere seleccionar la mejor alternativa.

Adicionalmente el programa tiene una opción de reportes de gran utilidad para documentar el proceso. Inclusive se puede generar información adicional y más detallada de aquellos juicios que requieran analizarse con mayor detalle.

2.4.5 Sensitivity Analysis (Análisis de Sensibilidad)

Esta opción permite analizar y observar gráficamente qué tan sensible es el orden resultante de las alternativas a cambios que se hagan en la importancia de los criterios del modelo.

Son cinco las opciones gráficas que presenta el programa para llevar a cabo el análisis de sensibilidad.

Los modos gráficos son:

- ? Dinámico
- ? Gradiente
- ? Performance
- ? Bi dimensional
- ? Diferencia

2.4.6 Ratings (Clasificación –Ordenación)

El módulo Ratings se utiliza cuando se aplica la medida absoluta (recomendado cuando se tienen más de siete alternativas y hasta cientos, miles de ellas). El modelo debe tener su objetivo, sus criterios y subcriterios. En lugar de tener alternativas visibles en el modelo, se crean escalas debajo de los criterios y subcriterios, contra las cuales las alternativas serán evaluadas.

Igual que en la medida relativa, los elementos del modelo se comparan de a pares y se mide su preferencia; la diferencia radica en que en la medida absoluta, este procedimiento se hace solo para los criterios y subcriterios. Las alternativas no se comparan porque no aparecen en el modelo; en su lugar, se comparan y se miden las preferencias de las escalas creadas que desprenden de los criterios y los subcriterios.

Luego se selecciona la opción Ratings, la cual crea automáticamente una planilla con los criterios, subcriterios y escalas ya comparadas y medidas las preferencias emitidas por los actores.

En esa planilla se deben listar el total de las alternativas y luego se procederá a evaluar cada una de ellas contra el estándar. Parte de los datos requeridos para evaluar las alternativas corresponde a la información que se encuentra en las bases de datos del SIRTPLAN.

El Módulo Ratings crea automáticamente un archivo en excel a través del cual se pueden importar datos, que son suministrados por las bases de datos del SIRTPLAN, a la planilla del módulo para realizar la evaluación de las alternativas.

Cada alternativa se evaluará contra el estándar de la planilla, obteniéndose un puntaje para cada una de ellas. Al final el resultado será una priorización (ranking) de las mismas.

III. APLICACIÓN DEL AHP PARA PRIORIZAR ESCENARIOS DE LOS USOS DE LAS TIERRAS (GENERADOS POR EL SIRTPLAN) EN UNA CUENCA HIDROGRAFICA EN BRASIL

Las reflexiones consignadas en este capítulo obedecen a la experiencia piloto llevada a cabo por el Proyecto "Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible" en la aplicación del AHP como herramienta del SIRTPLAN para la priorización de escenarios de usos de las tierras, en este caso, para la Microcuenca Arroio do Tigre en Brasil.

3.1. El AHP como un componente de la Metodología SIRTPLAN⁹

El Sistema de Información de Tierras para la Planificación SIRTPLAN está desarrollado con el objetivo de crear una herramienta computacional para facilitar el análisis de datos para un desarrollo agrícola sostenible. La metodología fundamental de SIRTPLAN está basada en la metodología de Zonificación Agro-Ecológica y de Evaluación de Tierras de la FAO. Ésta se combina, por un lado, con métodos para la construcción y manejo de bases de datos, tanto georreferenciados como no-georreferenciados, y por otra parte, con técnicas de análisis multicriterio como la programación lineal.

El SIRTPLAN es una herramienta técnica que facilita el procesamiento de datos sobre tierras; provee informaciones como insumo para la planificación del uso de las tierras en una zona determinada.

El SIRTPLAN contempla metodologías para la recolección de información sobre recursos naturales, con el objeto de simular escenarios óptimos de usos de las tierras.

Los escenarios de usos de las tierras se elaboran en base a la evaluación de tierras. La elaboración técnica de escenarios se hace por medio de un análisis multicriterio para identificar el uso óptimo según objetivos definidos y dentro de las limitaciones existentes o impuestas en la zona de estudio.

Al hacer referencia al desarrollo agrícola sostenible, en este caso específico en lo concerniente a los usos de las tierras, se deben tener en cuenta y comprender las relaciones y conflictos entre factores bióticos, físicos, socio-económicos y políticos.

De esta manera se facilita la identificación y análisis de las diversas dependencias, necesidades, limitantes y heterogeneidades específicas de grupos de campesinos, actores sociales en general y agro-ecosistemas locales, que pueden estar influyendo en la insostenibilidad o sostenibilidad de un sistema silvoagropecuario.

Es por eso que dentro de la implementación de un SIRTPLAN, se recomienda no perder de vista que la realidad es una totalidad compleja, que requiere la incorporación de las comunidades rurales y grupos de interés, en la construcción y validación de las alternativas de desarrollo, en este caso específico, en la planificación y ordenamiento de los usos de las tierras, sobre la base de las necesidades, conocimientos, las experiencias acumuladas, intereses y preferencias de esos actores.

⁹ Para ampliar la información y conocer las publicaciones disponibles respecto de la Metodología SIRTPLAN, se recomienda consultar la página web del Proyecto en internet.

Lo que se busca entonces, es potenciar y enriquecer el proceso de planificación y de toma de decisión tendiente a la consecución de escenarios validados y concensuados de usos de las tierras, orientados a un desarrollo sostenible.

La participación real- amplia-creativa de los diferentes actores en el proceso es una premisa fundamental para validar, fortalecer y redefinir, cuando sea preciso, el desarrollo rural, en este caso en lo que respecta a los usos de las tierras.

Es por eso que a pesar de que el SIRTPLAN puede generar escenarios parametrizados o ideales en los cuales se hayan incorporado algunas visiones globales con base en criterios de optimización económica y social, existe la posibilidad de que se presenten conflictos de los usos de la tierras (actuales y potenciales), para lo cual se proporciona una herramienta (método de decisión multicriterio AHP) para facilitar la negociación de intereses entre diferentes tipos de actores y determinar de manera concensuada escenarios de usos de las tierras.

Desde el punto de vista metodológico, el AHP es importante para asegurar un eficiente uso de la información generada por sí mismo, ya que no puede "... destacar la enorme complejidad del macroentorno donde se plantea un problema ambiental, motivada entre otras cosas, por las numerosas, y difíciles de modelizar, interrelaciones existentes entre los microentornos considerados, así como la intervención de múltiples actores. Es por ello necesario, la utilización de aproximaciones flexibles y abiertas que permitan trabajar con las diferentes incertidumbres, tanto del problema como del método seguido en su estudio, las interacciones, y capturar el subjetivismo inherente en el proceso de resolución seguido por los diferentes actores considerados." (Moreno-Jiménez, 1998)

En vista de las amplias posibilidades de aplicación del AHP para la toma de decisión de diferente índole, es posible utilizarlo para evaluaciones o decisiones en las diferentes etapas de implementación del SIRTPLAN, desde su misma concepción y diseño, por ejemplo. Sin embargo, dentro de la propuesta metodológica del Proyecto se contempló su uso al final para ser utilizado como herramienta para apoyar la evaluación de escenarios concensuados generados por el SIRTPLAN.

3.2. Antecedentes¹⁰

EPAGRI es la Empresa de Investigación Agropecuaria y Extensión Rural del Gobierno del Estado de Santa Catarina, con sede en Florianópolis, Brasil.

En el año de 1997, esta institución y el Proyecto Regional de la FAO "Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible", establecieron una propuesta conjunta de trabajo, para lo cual suscribieron diferentes compromisos.

El Objetivo General fue establecer un Sistema de Información de Tierras SIRTPLAN para la **Microcuenca Arroio do Tigre del Municipio de Concordia, Estado de Santa Catarina**; ver anexo 1. Este sistema contiene información biofísica y socioeconómica, que posibilita su procesamiento y análisis para la validación y

¹⁰ Los interesados en ampliar la información respecto del establecimiento del SIRTPLAN en Brasil, pueden consultar la página web del Proyecto en internet: www.rlc.fao.org/proyecto/gcp/rla/126/jpn

optimización de diferentes usos de las tierras, a través de la generación de escenarios.

Con anterioridad a la aplicación del AHP, EPAGRI realizó con la comunidad, el análisis de su situación actual y la problemática afrontada por ellos. Este trabajo se llevó a cabo mediante la aplicación de técnicas de DRP (Diagnóstico Rural Participativo).

Dentro de todas las dificultades expresadas por la comunidad, se logró establecer que su principal problemática es la baja rentabilidad y alta erosión de sus actuales actividades agropecuarias. Es por eso que los escenarios generados por el SIRTPLAN son escenarios alternativos que contribuyen a resolver dicha situación.

Los escenarios alternativos generados por el SIRTPLAN de EPAGRI corresponden a actividades agrícolas tendientes a generar un mayor margen bruto causando el mínimo de erosión posible.

Una vez implementado el SIRTPLAN, el objetivo se orientó al desarrollo de un proceso para identificar criterios para la evaluación y priorización de esos escenarios, con la participación de Técnicos de diferentes instituciones de la Región y de EPAGRI. Para ello se realizaron Talleres, para aplicar el método AHP, mediante el programa Expert Choice.

3.3. Preparación y Organización para aplicar el AHP dentro del Contexto del SIRTPLAN

En este sentido, fue necesario al interior del Grupo Interdisciplinario de EPAGRI, resolver cuestiones como: ¿qué se busca institucionalmente con la aplicación del AHP?, ¿qué actores deben participar (directos, indirectos)?, ¿cuál es el perfil requerido de los participantes?, ¿de qué información se dispone y/o qué información adicional se requiere?, ¿cuál es la mejor manera de presentar la información a los participantes?, definición de plan de trabajo, logística de la(s) sesión (es), entre otros.

3.3.1. Definición de los Participantes

Se decidió que los participantes en la aplicación del AHP serían los técnicos de la Microcuenca Arroio do Tigre, técnicos regionales y extensionistas locales, tanto de EPAGRI como de las prefecturas, además de técnicos de otras instituciones como las Universidades y la unidad de EMBRAPA (Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria) que actúa en la Región.

Se consideró que en esta etapa aún no era pertinente incluir a los campesinos, puesto que se podrían generar expectativas frente a los escenarios generados por el SIRTPLAN, los cuales están en plena validación y discusión.

3.3.2. Información Requerida

El grupo de trabajo encargado de la aplicación del AHP identificó qué clase de información debía preparar (técnica) y la mejor manera de presentarla o entregarla a los participantes. En efecto, la sesión grupal se enriquecerá adicionalmente con la información aportada por los propios participantes, mediante sus opiniones o la que ellos presenten en forma escrita.

En este aspecto hay que considerar la información con la que se dispone en el SIRTPLAN. Al respecto el Sistema ofrece dos niveles de agregación de la información para el AHP:

1. Información a Nivel de Unidades de Análisis (UBA); e
2. Información Agregada a nivel de escenarios, es decir el conjunto de UBAs.

En el caso de la Microcuenca Arroio do Tigre, las alternativas para el Modelo son escenarios conformados por un conjunto de TUT's¹¹, generados por el SIRTPLAN. Para cada escenario se incluye información biofísica y socioeconómica, la cual estará a disposición de los actores, para facilitar la construcción y evaluación del modelo.

La información básica para el Taller que realizará EPAGRI se encuentra entonces, incorporada y disponible en el SIRTPLAN. Sin embargo, si el objetivo fuera otro, posiblemente se necesitaría adecuar u organizar la información del SIRTPLAN de manera diferente.

3.3.3. Tiempo y otros recursos asociados con el proceso

El equipo de trabajo encargado de la aplicación del AHP, se reunió para elaborar un plan de trabajo y definir fechas, agenda, responsables, materiales requeridos, logística, entre otros.

En la elaboración del plan de trabajo se consideró la necesidad de hacer una presentación general del método AHP, puesto que los participantes no lo conocían y realizar un ejemplo sencillo. De esta manera se parte de una base de conocimiento común de los participantes que facilitará la aplicación del método.

El equipo definió quiénes serían los facilitadores para la aplicación del AHP. Se recomendó nombrar dos facilitadores, uno con experiencia en manejo de grupos y otro con conocimientos en el manejo del Expert Choice. Hubo un tercero encargado de observar y documentar lo sucedido en la sesión.

Se decidió que para facilitar, enriquecer el trabajo y hacer un buen uso del tiempo disponible para la sesión se conformarían grupos de trabajo de acuerdo con las preferencias de los participantes.

Para la construcción del modelo, se utilizó simultáneamente el Expert Choice y técnicas tradicionales como uso de cartulinas y pizarrón.

Después de varias reuniones se culminó la fase de preparación y organización del Taller I a llevarse a cabo en el Municipio de Concordia.

¹¹ TUTs : Tipos de Uso de la Tierra

3.4 . Realización de los Talleres en el Municipio de Concordia

El equipo de EPAGRI realizó a los participantes en el I Taller, una exposición general del SIRTPLAN y entregó algunos ejemplos escritos de la información generada por el Sistema por medio de mapas, gráficos y cuadros.

Seguidamente se hizo una presentación general del método AHP y se llevó a cabo un sencillo ejemplo. Luego se invitó a los participantes a hacer parte de la realización del ejercicio práctico para la aplicación de la metodología AHP, mediante **medida relativa**, con el objetivo de identificar criterios para la priorización de los escenarios de usos de las tierras (generados por el SIRTPLAN) en la Microcuenca *Arroio de Tigre*.

El facilitador de la sesión (técnico de EPAGRI), llevó a cabo el planteamiento del problema (que correspondía al identificado por la comunidad en el diagnóstico rural participativo que había adelantado la institución anteriormente), la presentación de los antecedentes, la definición y validación del objetivo del ejercicio y el marco de trabajo propuesto.

En este sentido, se explicó claramente a los participantes el alcance de los resultados que se obtendrán con la aplicación del AHP. Esa información resultante será de utilidad para evaluar los escenarios (generados por el SIRTPLAN) de uso de las tierras para la Microcuenca, teniendo en cuenta las necesidades e intereses de los diferentes actores involucrados en la sesión.

El hecho de explicar desde el inicio de la sesión los alcances de la misma, es sumamente necesario. De lo contrario, pueden generarse expectativas dentro de las comunidades. Por ejemplo, si se están identificando y priorizando problemas de una comunidad por medio del AHP, ellos pueden creer que las soluciones vendrán a corto plazo (ejecución de proyectos o programas de inversión) y puede ser que la Institución que lleva a cabo la aplicación del AHP no tenga la competencia para ejecutar acciones directas, porque puede tratarse de instancias de concertación y planeación o de consulta y coordinación.

3.4.1. Estructuración del Modelo Jerárquico

3.4.1.1. Identificación del Problema

Como se mencionó anteriormente el problema previamente había sido identificado con la comunidad y corresponde a la baja rentabilidad y la alta erosión de las actividades agropecuarias en la Microcuenca Arroio do Tigre, Municipio de Concordia, en Brasil.

3.4.1.2. Definición del Objetivo

El objetivo presentado y ajustado por los participantes fue : Priorizar Escenarios de usos de las Tierras (generados por el SIRTPLAN) para la Microcuenca Arroio do Tigre, tendientes a minimizar la erosión y aumentar la rentabilidad.

3.4.1.3. Identificación de Criterios

En vista de que los participantes en el Taller correspondían en su mayoría a técnicos de la Región, se utilizó la técnica de Diagnóstico Rural Participativo: juego de roles

para que ellos representaran a diferentes actores de la región y se lograra mayor diversidad de opiniones e intereses en la estructuración y evaluación del modelo.

Previamente se había determinado en EPAGRI la posibilidad de utilizar el juego de roles, debido al amplio conocimiento y experiencia que los técnicos participantes en el Taller, poseen de la región en cuestión.

Los participantes se organizaron de acuerdo con sus preferencias en tres grupos (extensionistas, productores y organizaciones de investigación) para la identificación de los criterios y subcriterios a tener en cuenta para la priorización de escenarios (Ver Foto 1).

Cada grupo inició una discusión interna, para escribir en cartulinas que les fueron entregadas previamente, las condiciones o factores que ellos consideran son importantes (criterios y subcriterios) para evaluar los escenarios de usos de las tierras (alternativas).

Luego que los grupos escribieron los criterios y subcriterios en cartulinas, el facilitador fue llamando a un representante de cada grupo para que colocara en el pizarrón las cartulinas que contenían los criterios y subcriterios identificados y fuera explicando al auditorio de qué se trataba, en especial aquellos cuyo significado no era muy concreto o claro.

Seguidamente y mediante interacción entre el facilitador y los participantes se organizó y estructuró el modelo consensuado (basados en los criterios identificados por cada grupo).

En el proceso de organización y estructuración del modelo en el pizarrón, las cartulinas de diferentes grupos, tenían criterios y subcriterios que se repetían, por ejemplo: flujo de renta. En ese caso el facilitador preguntaba al auditorio qué entendía cada grupo por ese criterio y si era lo mismo, se eliminaban algunas cartulinas y se dejaba solo una con dicho criterio.

Valle la pena resaltar que el facilitador juega un papel relevante en el éxito del proceso de aplicación del AHP. Justamente esta persona se debe encargar de facilitar la sesión, evitando manipular las discusiones, tomar partido en ellas y/o tomar determinaciones que no sean generadas por consenso en lo referente por ejemplo, al establecimiento del objetivo, los criterios, subcriterios y los juicios.

Evidentemente el facilitador debe orientar la sesión cuando las discusiones empiezan a extenderse; debe buscar que todos comprendan y asuman un mismo significado para cada uno de los conceptos o aspectos incluidos en el Modelo.

3.4.1.4. Identificación de Alternativas

Las alternativas del AHP corresponden entonces, a dos escenarios de usos de las tierras optimizados (Anexo 2)¹², teniendo en cuenta estas dos situaciones: mínima erosión y alta rentabilidad, los cuales fueron generados por el SIRTPLAN.

¹² Algunos anexos tienen texto en su idioma original: Portugués.

Estos escenarios presentados en el Taller se consideraron como los más compatibles con el perfil de los agricultores de la región clasificados como periféricos. Estos campesinos se caracterizan por tener limitados recursos de capital, de tierra y por el alto riesgo de sus actividades agropecuarias.

EPAGRI presentó información como : margen bruta, inversión, mano de obra, erosión, entre otras, de dos alternativas (escenarios de usos de las tierras generados por el SIRTPLAN) la cual es básica para la evaluación que cada uno de los grupos hará de las mismas, adicional a la que ellos aportarán por sus conocimientos y experiencias propias.

3.4.2. Evaluación del Modelo

3.4.2.1. Establecimiento de las Prioridades

Posteriormente, en el interior de los grupos se realizó la priorización (por medio de un listado en hojas de papel) de los criterios y subcriterios, lo cual les va a facilitar la evaluación del modelo, mediante las comparaciones de a pares que tendrán que realizar.

Foto 1. Trabajo en grupos (extensionistas, productores y organizaciones de investigación) para identificar criterios y subcriterios para evaluar escenarios de los usos de las tierras para la Microcuenca Arroio do Tigre, Municipio de Concordia, Estado de Santa Catarina, Brasil .

3.4.2.2. Emisión de los Juicios y las Evaluaciones

Una vez estructurado el modelo resultante del consenso (Ver Anexo 3) , es decir definido el problema, el objetivo, los criterios y subcriterios y llevada a cabo la priorización, se inició la evaluación, mediante la medida relativa, a través de los votos (juicios) dados por los grupos según sus preferencias.

Se utilizaron planillas previamente impresas para facilitar la evaluación. Simultáneamente se construyó el modelo en el Expert Choice y en el pizarrón. A medida que cada grupo emitió su voto, se incorporó el mismo en el programa.

Aunque existe un único modelo a evaluar, las preferencias de cada uno de los grupos (que son expresadas por medio de comparaciones entre criterios, subcriterios y alternativas) hacen que los pesos para cada uno de los componentes del modelo sean diferentes para cada grupo y estas diferencias en las preferencias se observarán y analizarán enseguida.

La escala utilizada para la votación o evaluación por parte de los grupos fue la escala de Saaty.

3.4.3. Resultado Final

En los anexos 4, 5 y 6 se puede detallar en forma separada la evaluación resultante de los tres grupos de interés involucrados en el ejercicio: productores, extensionistas y organizaciones de investigación, respectivamente.

Al analizar y comparar con detenimiento dichas evaluaciones realizadas por cada grupo, se pueden establecer claramente las diferencias de las preferencias de cada uno de ellos. Sin embargo, el resultado final, es decir, la priorización de escenarios dió un resultado igual en los tres grupos. En primer lugar, el escenario 2 y en segundo lugar el escenario 1.

3.4.3.1. Síntesis

Adicionalmente, se generaron los resultados de la evaluación consolidada, tomando como base los resultados obtenidos por los tres grupos. El resultado consolidado de la priorización de escenarios dió un resultado igual al obtenido por cada uno de los grupos: En primer lugar, el escenario 2 y en segundo lugar el escenario 1. (Ver Anexo 7).

A pesar de que los resultados de cada grupo y el consolidado fueron iguales (en cuanto a la priorización de los dos escenarios) , al interior del modelo se observan preferencias diferentes entre criterios y subcriterios, dependiendo del grupo que se esté analizando.

Por ejemplo, en el modelo consolidado resultante se puede observar que la importancia del criterio "Comercialización" es del 34.2% dentro del total de criterios. Detrás de dicha cifra, está la votación realizada por cada uno de los grupos al respecto:

Grupo:	Importancia del Criterio Comercialización
Productores	29.2%
Extensionistas	23.8%
Investigadores	51%
Consolidado Resultante	34.2%

Teniendo en forma separada, los resultados de evaluación de cada grupo, se puede determinar que para los productores y extensionistas, el criterio de comercialización es el segundo más importante, después del criterio económico; mientras que para los

investigadores, el criterio de comercialización es el más importante entre todos los criterios y por eso la cifra de 51%.

Al analizar los subcriterios que desprenden de la comercialización se observan los siguientes resultados:

Grupos:	Demanda de Mercado	Existencia Canales Comercialización	Estabilidad Comercial	Necesidades Agroindustria	Total %
Productores	65.7%	5.2%	20.2%	9%	100
Extensionistas	69%	8.8%	17.8%	4.3%	100
Investigadores	57.3%	27.1%	4.5%	11%	100

Para los tres grupos, la demanda de mercado es el subcriterio más importante. Sin embargo, dicha importancia, medida en un porcentaje es variable en los tres casos. Para los productores, un 65.7%, para los extensionistas un 69% y para los investigadores un 57.3%.

Por otra parte, para los productores y extensionistas la estabilidad comercial es el segundo subcriterio más importante. Sin embargo para los investigadores el segundo más importante es la existencia de canales de comercialización.

Con este ejemplo, quedan demostradas la riqueza y multiplicidad de análisis que se pueden realizar una vez aplicado el AHP, lo cual permite mayor eficiencia en la planificación y la toma de decisión más ajustada a la realidad, teniendo en cuenta los diferentes objetivos, necesidades e intereses de los grupos involucrados.

El resultado final de la priorización de escenarios de este Taller permitió conocer las ventajas del AHP y del programa como herramienta para la toma de decisión para problemas complejos que involucran a varios individuos o grupos de interés y requieren de un análisis concienzudo de los diferentes aspectos del problema en cuestión.

Esta participación hizo posible localizar con precisión los aspectos relevantes y significativas diferencias entre los grupos. Se determinaron asuntos importantes en el Modelo Jerárquico que pueden ser relevantes para un grupo y para otro no, pero que tienen su explicación de ser así. Adicionalmente sensibilizó a los participantes respecto de la importancia de trabajar conjuntamente en la búsqueda de un objetivo común y en el logro de un resultado concensuado.

Los resultados obtenidos en el trabajo participativo para la evaluación y priorización de escenarios de los usos de las tierras en la Microcuenca se constituyen en valiosa información para las entidades, organizaciones e instancias que trabajan para el desarrollo del municipio y participan en la formulación del plan de desarrollo municipal, en los programas agropecuarios municipales; en el diseño y ajuste de instrumentos de política, como incentivos y regulaciones, tendientes a estimular sistemas de producción sostenibles, viables económicamente y aceptables socialmente y a enfocar su oferta de recursos y servicios hacia las necesidades e intereses reales de la comunidad.

Por otra parte la gente de la comunidad conocerá su propia realidad (oportunidades, amenazas) y podrán participar tomando parte en futuros acuerdos y decisiones con el propósito de lograr su propio desarrollo.

Aunque en esta etapa no han participado los campesinos, los técnicos que formaron parte de los Talleres están interesados y motivados en aplicar el AHP en sus comunidades para tratar problemáticas de las mismas y generar una activa y amplia participación.

3.4.3.2. Análisis de Sensibilidad

El AHP permitió un acercamiento a las situaciones de conflicto en la Microcuenca. Los juicios u opiniones de las partes, ya sea por su participación real en el caso de los técnicos o por las posiciones declaradas por quienes representaron a los campesinos y a las instituciones de investigación, hicieron posible conocer diferentes opiniones y posiciones, conocer los resultados posibles a alcanzar y que otras posibilidades se pueden dar (con sus pros y contras) , dependiendo de algunos cambios en los supuestos hechos.

Posterior a la realización del Taller, se discutió la pertinencia de iniciar un ejercicio utilizando la **medida absoluta**, puesto que en el primer taller solo se presentaron dos alternativas, sin embargo, los escenarios generados por el SIRTPLAN corresponden a más de cuatrocientos.

Es por eso que en esta última parte del documento se hace necesario y relevante profundizar en este tema.

Como se mencionó anteriormente, existen dos clases de medida de aplicación del AHP: relativa y absoluta. Hasta el momento, se presentaron en el documento aplicaciones con medida relativa (el caso del Taller en cuestión). Cuando las alternativas se comparan también entre sí, se dice que se aplica el AHP con la medida relativa (como fue el caso del Taller en Concordia, donde los participantes evaluaron el modelo por medio de comparaciones entre criterios, subcriterios y alternativas). En este caso, las alternativas correspondían a dos escenarios del uso de la tierra.

Cuando se debe evaluar un gran número de alternativas, las cuales pueden ir apareciendo en el futuro (como es el caso de escenarios nuevos del uso de las tierras que puede ir generando el SIRTPLAN porque surgen del interés de la comunidad y/o instituciones) , es más apropiado comparar las alternativas con respecto a un estándar, en lugar de compararlas entre sí.

De esta forma, la generación de nuevos escenarios en el futuro requerirá solamente evaluar dicho escenario, frente al estándar, mientras que en la medida relativa, la aparición de cada nuevo escenario, significaría tener que realizar nuevas comparaciones para evaluar el modelo.

Para aplicar la medida absoluta en la experiencia de la Microcuenca de Arroio do Tigre se tuvo especial cuidado en los siguientes puntos:

(i) Definición exacta de cada uno de los conceptos involucrados en el modelo.

- Se determinó la importancia de iniciar el análisis de cada criterio y subcriterio del modelo consolidado obtenido en el I Taller, definiendo conjuntamente (entre EPAGRI y técnicos de la región) cada uno de los términos en cuestión. Por ejemplo: qué se entenderá por riesgo económico, infraestructura, entre otros). Es importante que todos los involucrados en la toma de decisión entiendan el término de igual manera, para que al momento de evaluar no se generen confusiones o malentendidos.

(ii) Construcción de las escalas por parte de los expertos en cada tema.

Los técnicos de EPAGRI (al interior de su equipo de trabajo) construyeron las escalas para cada uno de los subcriterios del Modelo. Algunas escalas se refieren a datos meramente técnicos; es el caso de las escalas para subcriterios como erosión y renta, entre otros. Dicha información técnica se encuentra disponible dentro del SIRTPLAN o en algunas dependencias de EPAGRI .

Aquellas escalas que obedecen a subcriterios de los cuales no se tiene información y que fueron identificados por los participantes del Taller, como es el caso de : satisfacción del productor, organización, entre otros, se construyeron con la ayuda de algunos técnicos participantes en el Taller I.

Teniendo en cuenta las escalas construidas y el trabajo realizado en forma previa por la institución, basados en la información del Taller I, se inició la evaluación de las dos alternativas que se trabajaron en dicha ocasión (escenarios de usos de las tierras) con el estándar establecido.

De esta forma y mediante el uso del Módulo Ratings (componente del Expert Choice para utilización de la medida absoluta) se obtuvieron los puntajes totales para cada uno de los escenarios y se examinaron las relaciones de sensibilidad.

Seguidamente se inició la preparación y organización del Taller II, en el cual se entregarían, con mayor detalle, los resultados del ejercicio del Taller I (medida relativa) y se aplicaría un ejercicio con los participantes utilizando la Medida Absoluta mediante el Módulo Ratings del Expert Choice, pero esta vez incorporando información de nuevos escenarios de usos de las tierras.

El número de asistentes al Taller II fue superior al del Taller I. Se destacó la presencia de técnicos de diferentes municipios de la región, quienes demostraron el interés que les generó el AHP, como herramienta para la toma de decisiones por consenso en el plano municipal.

La institución presentó los resultados del ejercicio de aplicación de AHP (medida relativa) realizado en el Taller I respecto de la priorización de escenarios de usos de las tierras para la Microcuenca Arroio do Tigre y seguidamente se dió paso a la discusión.

Posteriormente se presentó el modelo para evaluar los escenarios, haciendo uso del módulo Ratings del Expert Choice, basándose en la información del Taller I. Adicionalmente se incorporaron dos nuevos escenarios, los cuales fueron seleccionados en plenaria. Ver Anexo 8.

Una vez asignados los pesos o contribuciones de los criterios y subcriterios para con el objetivo, explicadas y comprendidas las escalas y medida su importancia o preferencia, se procedió a evaluar cada una de las alternativas (escenarios de usos de las tierras) contra el estándar.

Foto 2. Plenaria en el Taller II en Concordia

El resultado consolidado se presenta mediante un análisis económico de las alternativas (escenarios), destacando la relación costo/beneficio. Como se puede apreciar en el Anexo 9, las alternativas son cuatro: escenarios 1,2,3 y 4, a las cuales les fueron evaluados sus beneficios y costos respectivamente.

El valor registrado en la columna beneficios de la planilla es el resultado total de la evaluación de beneficios de cada alternativa medidos a través de las escalas creadas para los criterios (ambiental, económico, comercialización, ser humano, infraestructura) y subcriterios (aprovechamiento de la capacidad de suelos, degradación ambiental, canales de comercialización, entre otros) del modelo.

El valor registrado en la columna costos es un valor monetario, que corresponde a los costos requeridos por cada alternativa.

La columna B/C es el resultado de la relación Beneficio Costo, que entrega la priorización (ranking) de las alternativas desde la mejor hasta la peor.

La medida absoluta , al igual que la medida relativa , entrega un único resultado consolidado de la priorización de alternativas y adicionalmente entrega los resultados de priorización obtenidos por cada grupo . Esta situación permite identificar y analizar las diferencias o similitudes presentadas en los resultados de los diferentes grupos.

En este caso se presenta el resultado consolidado del ejercicio: la mejor alternativa es el escenario 3, la segunda mejor alternativa es el escenario 2, la tercera mejor el escenario 4 y la peor, el escenario 1. Ver Anexo 9.

Como se mencionó anteriormente, la ventaja del módulo Ratings, es que una vez determinado el estándar (como en este caso), cualquier nueva alternativa que aparezca en el futuro, será evaluada de forma individual contra dicho estándar y el programa automáticamente entregará una nueva priorización (ranking).

Actualmente la institución se encuentra evaluando los demás escenarios generados por el SIRTPLAN frente al estándar logrado en el trabajo participativo con los técnicos y ampliando la aplicación del AHP a otros asuntos de interés para las comunidades.

Los resultados obtenidos con el AHP permiten ampliar e incorporar una nueva información y fortalecer la existente en el SIRTPLAN. En este mismo sentido, los resultados de la evaluación y priorización de los escenarios podrá ser especializada.

En el último segmento del Taller II, y con el ánimo de atender las solicitudes expresadas en el Taller I, se realizó un ejercicio de aplicación de la metodología AHP (medida absoluta) para priorizar acciones para un Plan de Desarrollo Municipal. El municipio seleccionado fue Lindoia do Sul, el cual pertenece a la región administrativa de Concordia.

Para desarrollar el ejercicio se siguió el marco de trabajo del Taller I, a través de utilización de técnicas del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) con la coordinación general de un facilitador.

El trabajo se inició con la definición del objetivo del Plan de Desarrollo Municipal y se continuó con la identificación de criterios y subcriterios para evaluar las acciones identificadas.

Una vez definido el modelo consolidado, se hicieron las comparaciones y se dieron los pesos para los componentes del modelo.

En general, la escala de los subcriterios quedó definida en forma cualitativa: alto, medio y bajo. Como ejemplo para el auditorio, para algunos subcriterios se adoptaron medidas cuantitativas para el nivel de beneficio de la acción, por ejemplo: número de beneficiarios.

Con el objetivo de agilizar y facilitar el ejercicio se utilizaron planillas de excel impresas con las listas de las acciones previas identificadas y priorizadas por las comunidades del municipio de Lindoia do Sul. De esta forma se realizó la evaluación del modelo (ver anexo 10) y luego los datos fueron transferidos al módulo Ratings de Expert Choice.

Mediante la medida absoluta se inició la evaluación de cinco (5) alternativas (en este caso, acciones) con relación a las escalas establecidas para los criterios y subcriterios. La priorización resultante de la evaluación de las acciones fue la siguiente:

Primer lugar: brindar mayor asistencia técnica
Segundo lugar: desarrollar programa de calcario
Tercer lugar: cambiar las semillas

Cuarto Lugar: reducir costos

Quinto Lugar: subsidiar insumos

Finalmente se realizó el análisis de sensibilidad , con las opciones gráficas que permite el programa. En este caso mediante los modos gráficos performance y dinámico. Ver Anexo 11.

IV. CONCLUSIONES

Con base en la experiencia lograda en el caso de Brasil, se comprobó el amplio potencial de aplicación del AHP en diferentes situaciones, desde la identificación y priorización de problemas hasta la priorización de acciones, escenarios de usos de las tierras, etc. Por lo tanto, es posible aplicar el método AHP en las diferentes etapas de establecimiento del SIRTPLAN, para realizar evaluaciones o toma de decisión de cuestiones referentes a su diseño, implementación, validación, control y evaluación, entre otras.

El método es simple y flexible, lo cual facilita entender la situación problema en cuestión y llevar a cabo un adecuado proceso de toma de decisión. Usualmente hay dificultad cuando se va a tomar una decisión y se deben manejar muchos criterios o aspectos de un problema a la vez y se requiere la participación de varios actores en las diferentes etapas, como es el caso de priorizar escenarios de usos de las tierras. En este sentido, el método permitió organizar, visualizar el problema por medio del modelo, analizarlo sistemáticamente y obtener una síntesis.

El AHP permitió analizar por separado la contribución de cada componente del modelo al objetivo general. El análisis de sensibilidad y los mismos resultados parciales de cada grupo de actores se convierten ahora, en potenciales escenarios a ser analizados. Esta información permitirá a los planificadores, tomadores de decisión u otros actores profundizar su conocimiento de la realidad de la Microcuenca, analizar y emprender acciones, teniendo en cuenta las necesidades e intereses de la comunidad y la visión que tienen de su propio futuro en lo concerniente a los usos de las tierras, incluidas las amenazas y oportunidades a las que conllevaría cada posible solución.

En este sentido, es necesario determinar la vigencia de los resultados del AHP, pues seguramente en un plazo que debe preverse, se requiere incorporar nuevos aspectos relevantes a tener en cuenta, debido a las condiciones cambiantes del macro y microentorno de la situación en cuestión (cambios en los entornos biofísico, social, económico, político y tecnológico).

No obstante todo lo anterior, la sola aplicación del AHP no garantiza la mejor decisión. Esta, es simplemente una técnica de análisis que permite que la decisión que se recomiende o se adopte, esté basada en el análisis minucioso de un problema y en la síntesis de la información relevante, formada por el conocimiento, experiencia, opiniones y preferencias de los diferentes actores que se hayan involucrado en el proceso de toma de decisión.

BIBLIOGRAFÍA

ANTOINE, J., GÜNTHER, F. y MAKOWSKI, M. 1998. Multiple Criteria Land Use Analysis. Pp 197-215.

BARBA-ROMERO CASILLAS, SERGIO. 1998. Conceptos y Soportes Informáticos de la Decisión Multicriterio Discreta. EN: Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias. Editado por Eduardo Martínez y Mauricio Escudey. Editorial Universidad de Santiago. Pp 47-68.

EPAGRI BRASIL. 2000. Resumen Carta de Acuerdo III. Desarrollo Sustentable en Microcuencas Hidrográficas: "Desarrollo de un Sistema de Información del Recurso Tierra: Proyecto Piloto de la Microcuenca Hidrográfica "Arroio do Tigre", Concórdia, Estado de Santa Catarina, Brasil". EN: Taller Técnico y Comité Asesor 2000. Proyecto Regional FAO GCP/RLA/126/JPN. Santiago, Chile, septiembre del 2000.

FAO. 1999. The Future of our Land. Guidelines for Integrated Planning for Sustainable Management of Land Resources. Roma. 71 p.

FULCRUM INGENIERIA LTDA. Ingeniería en Toma de Decisiones. S.f. Tutorial de Expert Choice. Santiago de Chile. 130 p.

FULCRUM INGENIERIA LTDA. Ingeniería en Toma de Decisiones. 2000. El Proceso Analítico Jerárquico. EN: Taller Internacional Planificación Estratégica y Territorial mediante el uso de Métodos Multicriterio, Santiago, Chile, mayo del 2000.

MARTINEZ, EDUARDO. 1998. Evaluación y Decisión Multicriterio: Una Perspectiva. EN: Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias. Editado por Eduardo Martínez y Mauricio Escudey. Editorial Universidad de Santiago. Pp 10-16.

SAATY, THOMAS. 1998. Método Analítico Jerárquico (AHP): Principios Básicos. EN: Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias. Editado por Eduardo Martínez y Mauricio Escudey. Editorial Universidad de Santiago. Pp 17-46.

SAATY, THOMAS. 1997. Toma de Decisiones para Líderes; El Proceso Analítico Jerárquico. La Toma de Decisiones en un Mundo Complejo. Estados Unidos de América. RWS Publications. Pittsburgh, PA 15213. 424 p.

TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA. SECRETARIA PRO-TEMPORE CARACAS, VENEZUELA. 1998. Zonificación Ecológica-Económica: Una Propuesta Metodológica Para la Amazonía. 272 p.

Anexo 1. Município de Concordia, Estado de Santa Catarina, Brasil

Escenario 1

Tipos de Usos de las Tierras:

Total Alho Nobre (ha)	Total Feijão CM (ha)	Total Milho CM (ha)	Total Citros cons (ha)	Total Eucalipto (ha)
108,70	2,86	322,17	80,50	160,80

Escenario 2

Tipos de Usos de las Tierras:

Total Alho Nobre (ha)	Total Feijão CM (ha)	Total Milho CM (ha)	Total Citros cons (ha)	Total Eucalipto (ha)	Total Bov.L/past (ha)	Total Aves corte/Aviário(s)
93,57	2,86	322,17	31,40	2,80	31,40	27,25

Alho: Ajo
Feijão: Feijoa
Milho: Maíz
Citros: Cítricos
Eucalipto: Eucalipto
Bov. L: Bovinos Leche
Aves: Aves

Anexo 2. Alternativas (Escenarios de Usos de las Tierras generados por el SIRTPLAN, utilizados en el I Taller en Concordia)

Anexo 3. Modelo Jerárquico Construido por Consenso

AMBIENTE	:	Criterio Ambiental	Subcriterios: Solos: Degr_Amb.:	Aprovechamiento de Suelos Degradación Ambiental
ECONOM	:	Criterio Económico	Subcriterios: Capital: Freq_Rec: Retorno: Investim.: Risco. Ecom.: Renda:	Disponibilidad de Capital Flujo de Renta Retorno del Capital Necesidades de Inversión Riesgo Económico Rentabilidad de las actividades
COMERC	:	Criterio de Comercialización	Subcriterios: Mercado: Agro. Com.: Comprov.: Agroind.:	Demanda de Mercado Existencia de Canales de Comercialización Estabilidad Comercial Necesidades de Agroindustria
INFRAEST	:	Criterio de Infraestructura	Subcriterio: Infra. Ex.:	Necesidades de Infraestructura
SER H.	:	Criterio Ser Humano	Subcriterios: Org_ Prod.: Satisf.: MO: Con_Tec.:	Organización del Productor Satisfacción del Productor Disponibilidad de Mano de Obra Conocimiento Tecnológico

Anexo 4 Árbol de decisión evaluado por los productor

Anexo 5 Árbol de decisión evaluado por los extensionis

Anexo 6 Árbol de decisión evaluado por los inves

Anexo 7. Priorización de Criterios y Alternativas (escenarios) del Modelo Consolidado

Escenario 3

Tipos de Usos de la Tierras:

Feijão CM (ha)	Milho CM (ha)	Aviário(s)	Suinos CC(mz)
2,86	322,17	19,97	234,49

Escenario 4

Tipos de Usos de las Tierras:

Alho Nobre (ha)	Feijão CM (ha)	Milho CM (ha)	Citros cons (ha)	Bov.L/past (ha)	Aviário(s)	Suinos CC(mz)
167,01	2,86	550,66	80,50	19,97	172,70	107,29

Alho: Ajo

Feijão: Feijoa

Milho: Maiz

Citros: Cítricos

Bov. L: Bovinos Leche

Suinos: Cerdos

Aviarios: Aves

Anexo 8. Alternativas (escenarios de usos de las tierras generados por el SIRTPLAN) adicionales a las dos primeras utilizadas en el I Taller en Concordia.

Anexo 9. Resultado de la Evaluación de cuatro (4) escenarios de tipos de usos de las tierras mediante Módulo Ratings.

Anexo 10. Modelo Consolidado para Priorización de Acciones para el Plan de Desarrollo Municipal de Lindoia do Sul

Cult/Edu	:	Criterio Cultura-Educación	
		Subcriterios:	Genero: Género Part. Jov: Participación de los Jóvenes Gr. Esc: Grado de Escolaridad Conc: Concientización
Economic	:	Criterio Económico	
		Subcriterios:	Aum_ Rend: Aumento de la Renta Dis_ Rend : Distribución de Ingresos Geracao: Generación de Renta Fq_ Renda: Frecuencia de la Renta Comerc: Comercio Risco : Riesgo
Ambienta	:	Criterio Ambiental	
		Subcriterios:	Solo: Suelo Agua: Agua Ar: Aire Vegetal: Vegetal
Pol/Soc	:	Criterio Político/Social	
		Subcriterios:	Organiz: Organización #Benef: Número de Beneficiarios Ben_Perf: Beneficiarios de la Periferia Lazer : Ocio
Saude	:	Criterio Salud	
		Subcriterios:	Tx_Mort: Tasa Mortalidad Exp_Vida: Expectativa de Vida

Anexo 11. Análisis de Sensibilidad de la Priorización de Acciones para el Plan de Desarrollo Municipal de Lindoia do Sul

Mais Ass: Brindar mayor asistencia técnica
Programa: Desarrollar Programa de Calcareo
Trocax T: Cambiar las semillas
Baratear: Reducir costos
Insumos: Subsidiar Insumos

