UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
VENEZUELA

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

LABORATORIO DE SOSTENIBILIDAD Y ECODISEÑO
SECCIÓN DE ECODISEÑO
CEFAP/LNPF

LAS TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO Y LA ECOEFICIENCIA EN LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL DE VENEZUELA

ING. FOR. M.Sc. MARÍA TERESA RONDÓN SULBARÁN

IV SEMINARIO IBEROAMERICANO DE DESARROLLO , SOSTENIBILIDAD Y ECODISEÑO
Mérida, Venezuela. 5 y 6 de Diciembre de 2012

RESUMEN

Esta investigación hace uso de las técnicas de evaluación de proyectos, tomando como ejemplo hipotético la empresa transnacional “Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A.”. Se realizó la evaluación de un proyecto de optimización del proceso Kraft más ecoeficiente para la determinación del tamaño de astillas y tiempo de cocción más adecuados para obtener pulpa para papel y cartón de esta industria. A partir de la aplicación y modelización de las Técnicas de Decisión Multicriterio Discreta (Mcdm), se logra proyectar de manera prospectiva los procesos tecnológicos que permiten definir desde el punto de vista teórico–práctico cuál es la mejor alternativa de deslignificación. Se elaboraron tres modelos de estructura jerárquica (factores, parámetros, alternativas), siendo el Modelo 3 el mejor. Éste definió 3 alternativas de deslignificación: Alternativa 1 (A1) Pulpa Tipo I (Nº Kappa 10-20); Alternativa 2 (A2) Pulpa Tipo II (Nº Kappa 20-30); Alternativa 3 (A3) Pulpa Tipo III (Nº Kappa > 30). La Alternativa 1 (A1) obtuvo la mayor puntuación de 0,573, por ser la más óptima en sus especificaciones y condiciones respecto a los factores ambientales, tecnológicos y socio económicos; cocción más adecuada para garantizar su aplicación en reformular la clasificación de astillas tomando en cuenta sus 3 dimensiones (espesor, longitud y ancho) para la obtención de un tamaño homogéneo; reducción en el consumo de químicos; mejorar la calidad del producto obtenido; maximizar el uso y aprovechamiento de energía en planta de pulpa; suministrar pulpas químicas de acuerdo a los requerimientos de formulación del molino, buscando aumentar la rentabilidad de la empresa tomando en consideración las limitaciones y las capacidades propias de las instalaciones existentes. Se determinó que las técnicas Mcdm son importantes al permitir la oportuna toma de decisiones; ahorro económico en proyectos de nuevos procesos industriales; tiempos y optimización de procesos; mayor rendimiento productivo y ganancias para la empresa Smurfit.

Palabras clave: procesos de pulpificación, proceso de jerarquización analítica - AHP, dimensiones de astillas, pulpas Kraft, ecoeficiencia.

Revista Forestal Venezolana N° 55 (2)2011: 155 – 175. Rondón, Contreras, Monterde y Owen de C.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de prog. y/o proy. se realiza con el propósito de influir en el proceso de toma de decisiones.

Por otra parte Hansson (2006), refiere que la Evaluación fue originalmente concebida como un instrumento para guiar la dirección de políticas, proyectos y programas en los años 60.

El objetivo planteado en el presente trabajo es la aplicación de la evaluación de proyectos y las técnicas de decisión multicriterio en la determinación del mejor tamaño de astillas y tiempo de cocción más adecuado para obtener pulpa para papel y cartón, tomando como ejemplo hipotético a la empresa transnacional “Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A.”

INTRODUCCIÓN

Dedicada a la fabricación de empaques en papel y cartón para los diferentes sectores económicos de Venezuela y el Caribe. Empresa que cuenta en la actualidad, con plantas ubicadas en Caracas, Valencia, Maracay, San Felipe y las divisiones de materia prima, ya sea de productos forestales e ingeniería, focalizado en Acarigua y, fibras recicladas con unidades operacionales en las principales ciudades del país.

Aplicación del procedimiento de modelización multicriterio discreta, mejor conocida como técnicas de decisión multicriterio (Mcdm), según el proceso de jerarquización analítica (Analytic Hierarchy Process, AHP), creado por Saaty (1980) y, considerado uno de los métodos discretos de mayor difusión en la actualidad.

INTRODUCCIÓN

Finalmente, es importante señalar que la IPPV, enfrenta una recesión económica, como consecuencia de la crisis social y política que atraviesa el país.

Por ello la viabilidad y pertinencia futura dependerá, del acierto en los métodos de toma de decisión, especialmente los referidos con la inversión de nuevos proyectos a fin de mantener el liderazgo de la empresa, maximizar la rentabilidad de las operaciones, etc.

Por tal razón, el uso de técnicas de toma de decisión multicriterio (Mcdm), aplicadas a un problema determinado para seleccionar de diversas alternativas la más acertada a la solución del mismo, parece ser la opción prospectiva más efectiva para lograr la eficacia y eficiencia en la evaluación de un proyecto científico o tecnológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

- Se aplica la metodología de Monterde (2010a, 2010b), referida al proceso de evaluación de proyectos.

- Puesta en práctica de técnicas**:** ***recolección de información; preparación de información para análisis***; *análisis de datos; interpretación*, y; *formulación de resultados/hallazgos*.

- Tomando en cuenta los 5 componentes o criterios básicos (CAD): **1**. Eficacia; **2**. Eficiencia; **3**. Viabilidad; **4**. Pertinencia; **5**. Impacto.

- Se recurrió a la modelización multicriterio discreta con el proceso de jerarquización analítica (AHP).

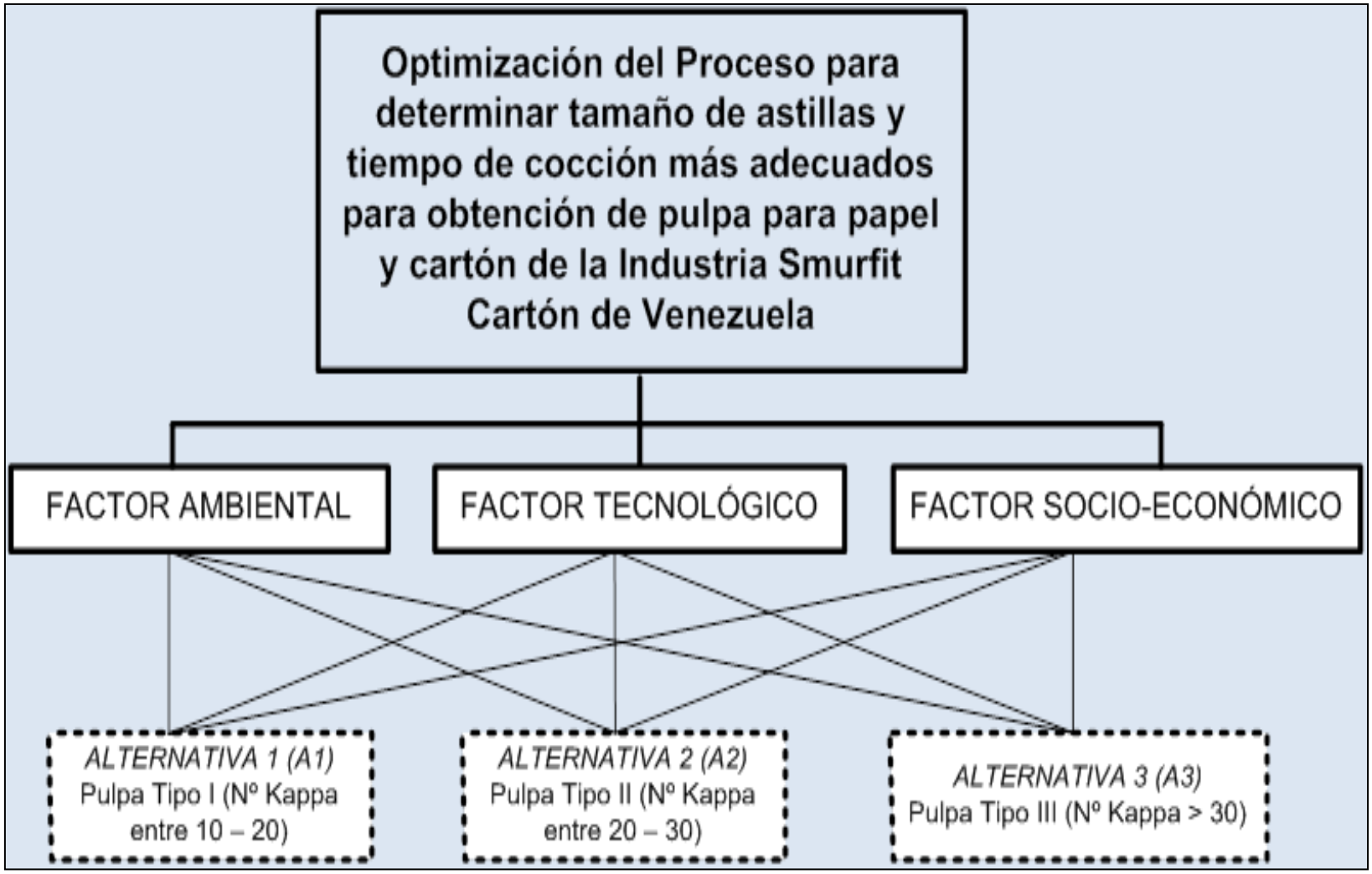
MATERIALES Y MÉTODOS

- Se elaboraron tres modelos de estructura jerárquica (factores, parámetros, alternativas).

- Para el desarrollo del proyecto se requirió la participación de 5 expertos en la materia, reunidos en mesas de trabajo: un experto en el área de pulpa y papel por la Universidad de Los Andes; un asesor externo experto en el área de pulpa y papel; dos expertos por la industria privada y un experto en el área de metodología de técnicas de decisión multicriterio (Mcdm).

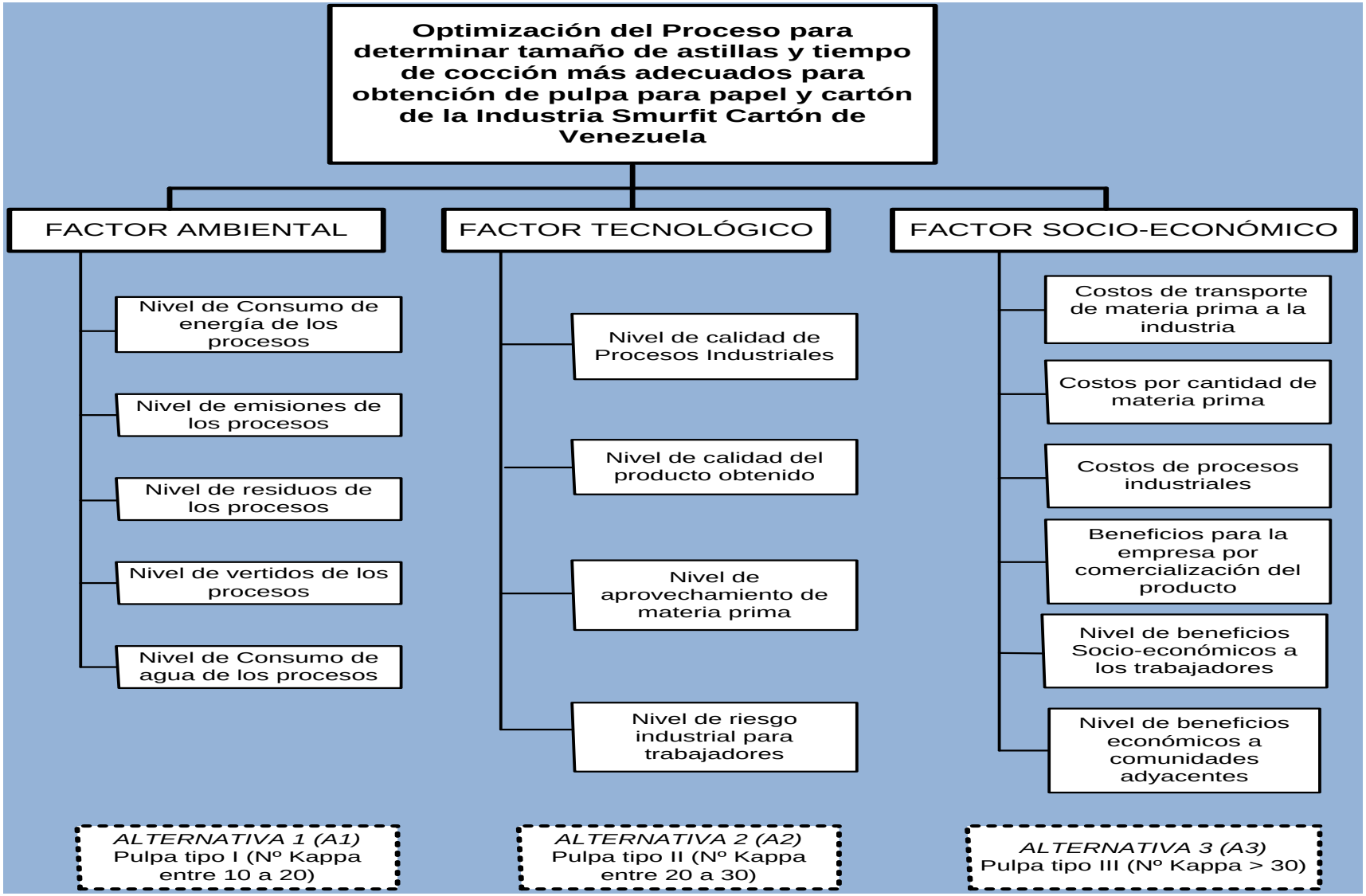
- Se procede a la aplicación de la metodología de las técnicas de decisión multicriterio (Mcdm), seleccionando el método AHP, y cuya aplicación se realizó por medio del uso del Software Expert Choice 2000.

MATERIALES Y MÉTODOS



Modelo 3 básico, para la Optimización del Proceso para determinar tamaño de astillas y tiempo de cocción más adecuados para obtención de pulpa para papel y cartón de la Industria Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A., utilizando las técnicas de decisión multicriterio (Mcdm).

MATERIALES Y MÉTODOS



Modelo 3 detallado, con sus factores (criterios)/aspectos requeridos para la Optimización del Proceso para determinar tamaño de astillas y tiempo de cocción más adecuados y posterior obtención de pulpa para papel y cartón de la Industria Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A., utilizando las técnicas de decisión multicriterio (Mcdm).

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuadro 1. Definición de los cuestionamientos a partir de las técnicas Mcdm, que interrelacionan entre sí alternativas (A1; A2 y A3), criterios/Factores (ambiental; tecnológico y socio económico) y sus aspectos, para la evaluación que permita la optimización del proceso para determinar el tamaño de astillas y tiempo de cocción más adecuados para obtención de pulpa para papel y cartón de la Industria Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A.

CRITERIOS / FACTORES					
FACTOR AMBIENTAL		FACTOR TECNOLÓGICO		FACTOR SOCIO-ECONÓMICO	
ASPECTO	PREGUNTA	ASPECTO	PREGUNTA	ASPECTO	PREGUNTA
1	¿En la Alternativa (A1; A2; A3) el nivel de consumo de energía de los procesos tiene más impacto ambiental negativo que el nivel en el aspecto (Asp: emisiones; residuos; vertidos y consumo de agua)?	1	¿En la Alternativa (A1; A2; A3) el nivel de calidad de procesos industriales desde el punto de vista tecnológico es más importante que el nivel en el aspecto (Asp: calidad del producto obtenido; aprovechamiento de materia prima y riesgo industrial para trabajadores)?	1	¿En la Alternativa (A1; A2; A3) los costos de transporte de materia prima a la industria son más importantes desde el punto de vista socio-económico respecto a los aspectos (Asp: costos por cantidad de materia prima; costos de procesos industriales; beneficios para la empresa por comercialización del producto; nivel de beneficios socio-económicos a los trabajadores y nivel de beneficios económicos a comunidades adyacentes)?
2	¿En la Alternativa (A1; A2; A3) el nivel de emisiones de los procesos tiene más impacto ambiental negativo que el nivel en el aspecto (Asp: consumo de energía; residuos; vertidos y consumo de agua)?	2	¿En la Alternativa (A1; A2; A3) el nivel de calidad del producto obtenido desde el punto de vista tecnológico es más importante que el nivel en el aspecto (Asp: calidad de procesos industriales; aprovechamiento de materia prima y riesgo industrial para trabajadores)?	2	¿En la Alternativa (A1; A2; A3) los costos por cantidad de materia prima son más importantes desde el punto de vista socio-económico respecto a los aspectos (Asp: costos de transporte de materia prima a la industria; costos de procesos industriales; beneficios para la empresa por comercialización del producto; nivel de beneficios socio-económicos a los trabajadores y nivel de beneficios económicos a comunidades adyacentes)?
3,4…n	IDEM a la pregunta 1 y 2 sólo cambia la comparación de pesos entre aspectos.	3,4…n	IDEM a la pregunta 1 y 2 sólo cambia la comparación de pesos entre aspectos.	3,4…n	IDEM a la pregunta 1 y 2 sólo cambia la comparación de pesos entre aspectos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuadro 2. Condiciones de cocción fijadas para cada una de las posibles alternativas obtenidas a partir de las técnicas de Mcdm, para la evaluación que permita la optimización del proceso mediante la determinación del tamaño de astillas y tiempo de cocción más adecuados para obtención de pulpa para papel y cartón de la Industria Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A.

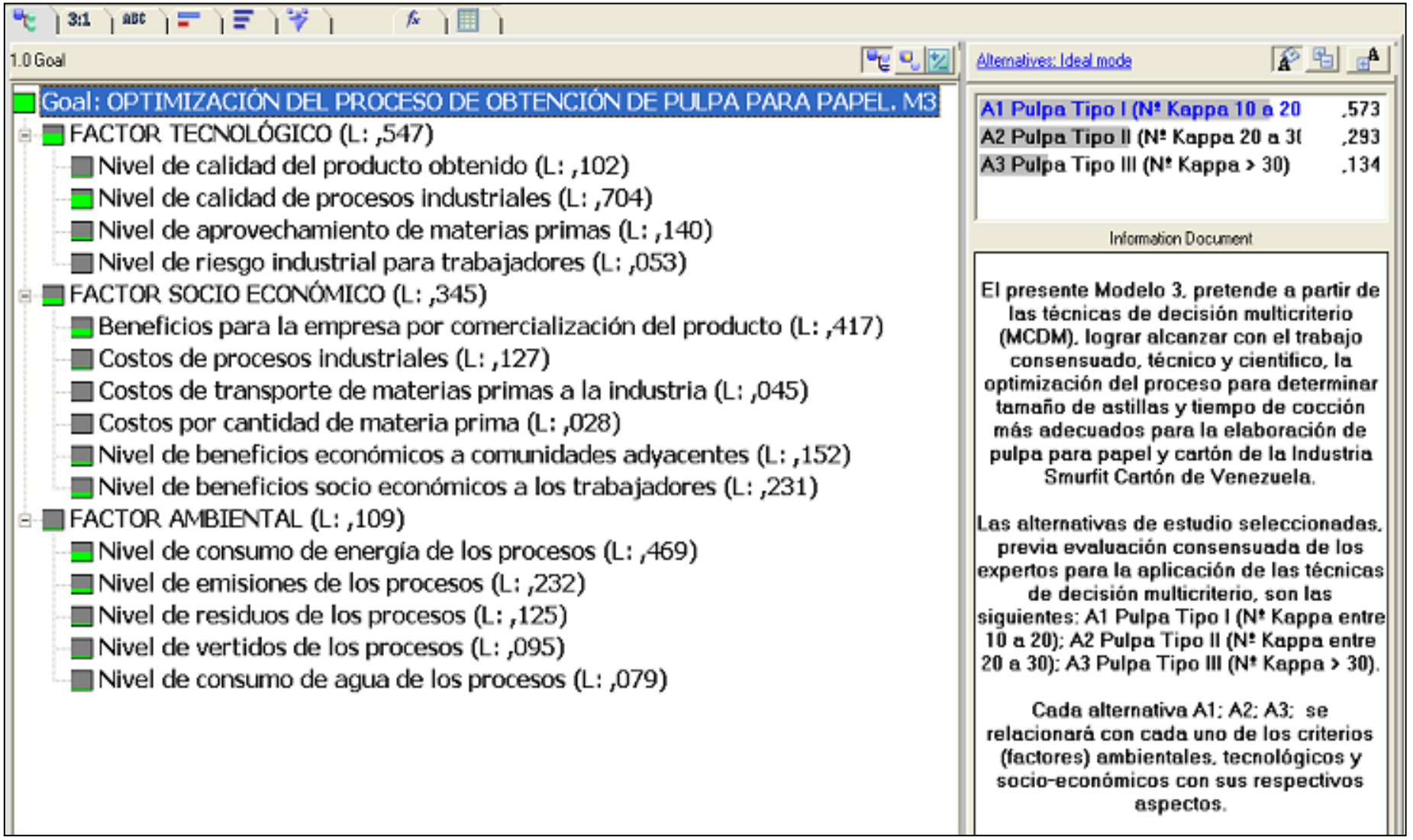
ALTERNATIVA 1 (A1) **PULPA TIPO I** **Nº KAPPA ENTRE 10 - 20**	ALTERNATIVA 2 (A2) PULPA TIPO II Nº KAPPA ENTRE 20 - 30	ALTERNATIVA 3 (A3) PULPA TIPO III Nº KAPPA > 30
Nº KAPPA: nos indica o permite conocer indirectamente la cantidad de lignina residual y el grado de cocción de la pulpa. Donde: 1. Nº KAPPA bajo, mayor grado de deslignificación; 2. Nº KAPPA alto, menor grado de deslignificación.		
Pulpas con excelentes propiedades, que pueden utilizarse individualmente o en mezclas, blanqueables, de color promedio, con propiedades de resistencia por encima del promedio y rendimientos promedios. **Condiciones de Cocción** **Materia prima: selección homogénea de astillas según: largo, espesor y ancho, óptimos.** **Alcalí Activo: 18% como Na_2O** **Sulfidez: 25%** **Temperatura máxima: 170ºC** **Hidromódulo: 1:5** **Tiempo a temperatura máxima: 45 min.**	Pulpas con propiedades medianamente excelentes, pueden utilizarse individualmente o en mezclas, blanqueables, con propiedades de resistencia en el promedio y rendimientos por encima del promedio. Condiciones de Cocción Materia prima: selección tomando en cuenta tamaño por espesor de astillas. Alcalí Activo: 18% como Na_2O Sulfidez: 25% Temperatura máxima: 170ºC Hidromódulo: 1:5 Tiempo a temperatura máxima: 30 min.	Pulpas con propiedades intermedias a bajas, aunque pueden ser utilizadas en mezclas; más difíciles de blanquear, de color oscuro, debido al mayor contenido de lignina; con propiedades de resistencia bajas, pero rendimientos aceptables. Condiciones de Cocción Materia prima: selección tomando en cuenta tamaño por longitud de astillas. Alcalí Activo: 18% como Na_2O Sulfidez: 25% Temperatura máxima: 170ºC Hidromódulo: 1:5 Tiempo a temperatura máxima: 60 min.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Se procedió igualmente a la aplicación de la metodología expuesta por Monterde (2010a; 2010b), referida a las 3 fases restantes, definidas como: ***análisis de datos; interpretación; y formulación de resultados/hallazgos***.

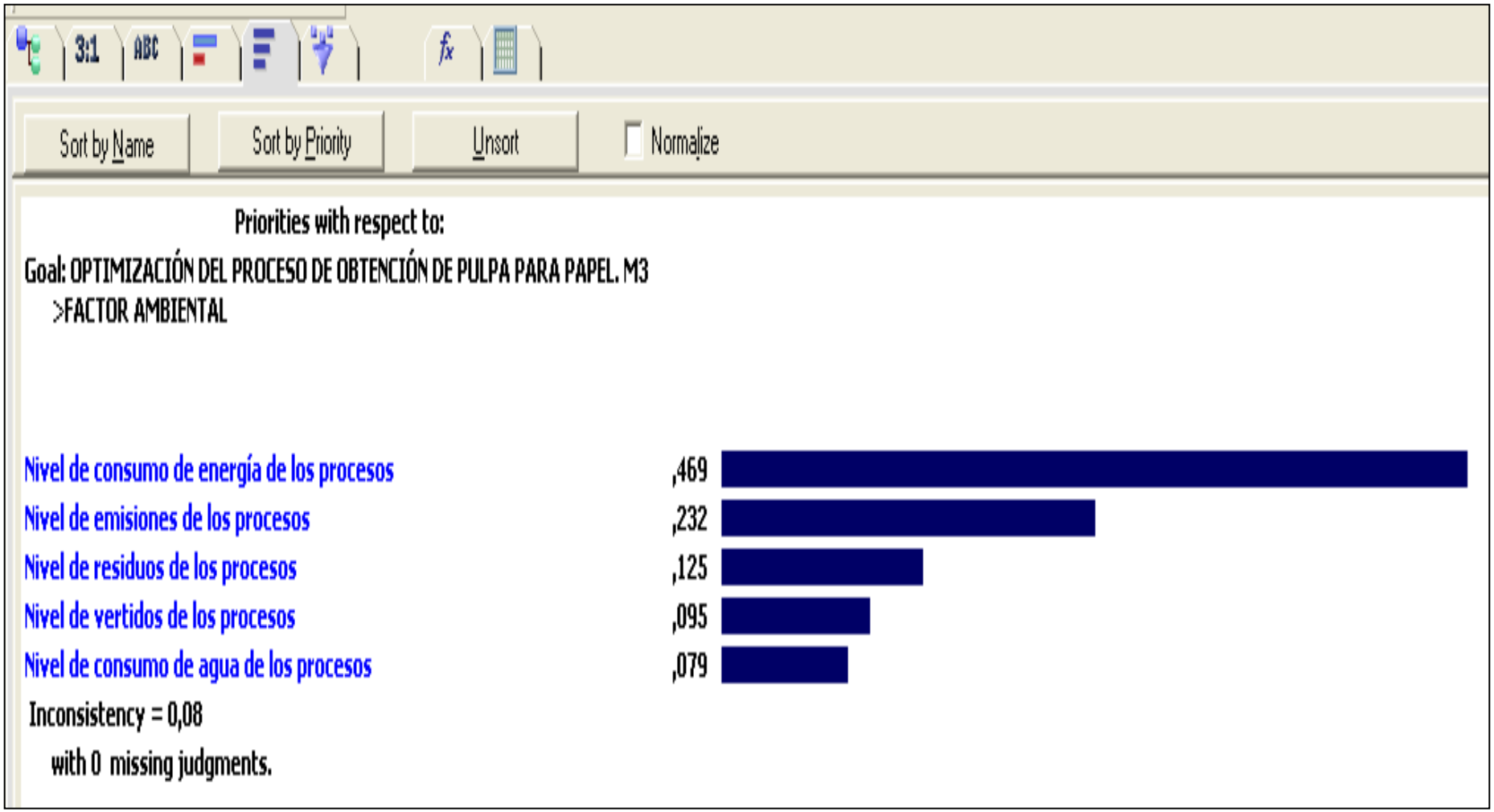
- Analizar la realidad actual de la IPP. Investigaciones realizadas por Zanuttini *et al.* (2000); Paz *et al.* (2004), Inalbon *et al*.(2006), García *et al*. (2008), etc.

FORMULACIÓN DE RESULTADOS/HALLAZGOS



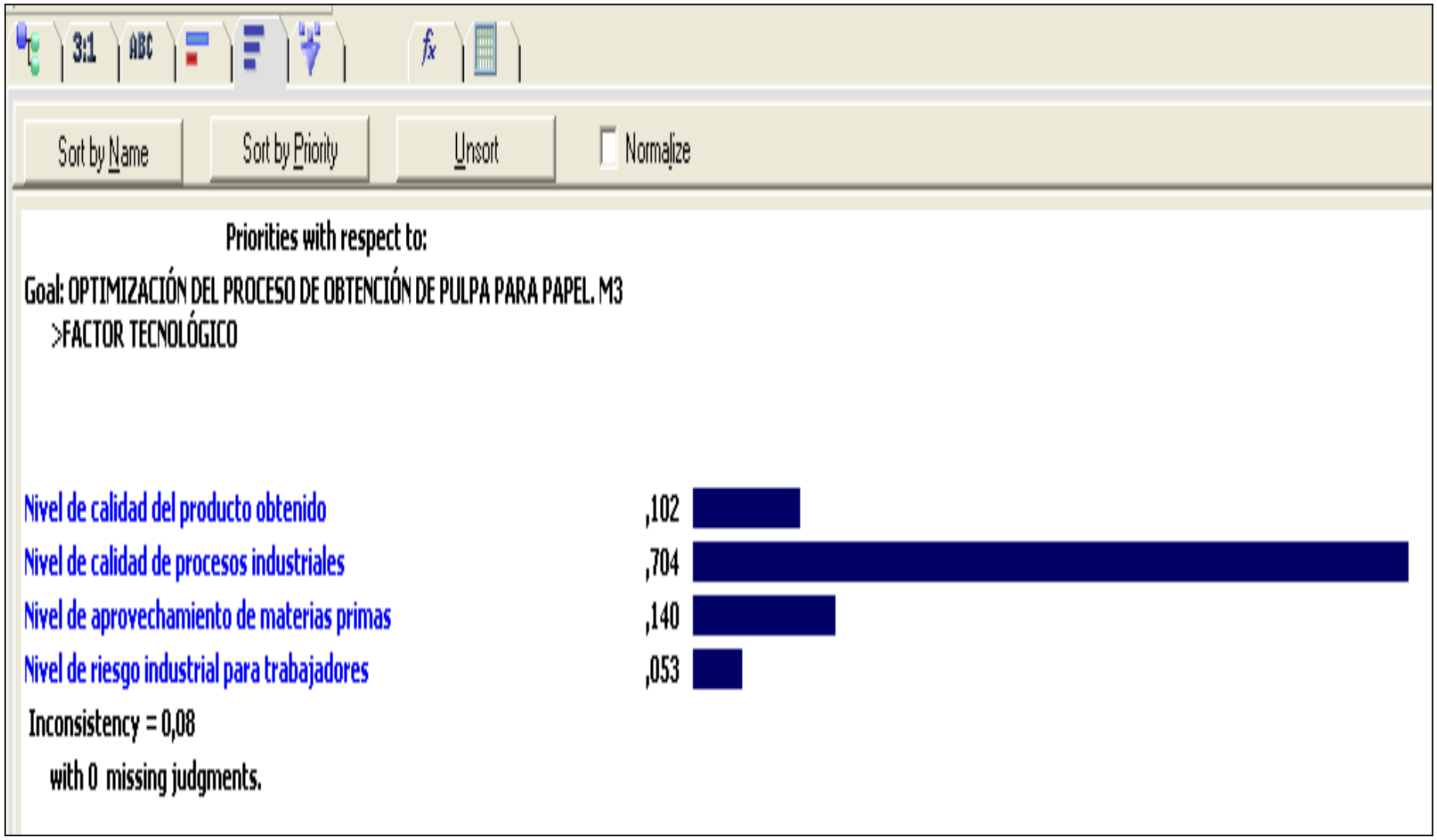
Vista general del Modelo 3 desarrollado en el software Expert Choice de técnicas de decisión multicriterio (Mcdm), donde se presentan los diferentes valores obtenidos, para la selección de la mejor alternativa para la optimización del proceso de obtención de pulpa para papel y cartón, definido según los expertos, de los criterios y aspectos más importantes de cada uno de ellos, con sus respectivos pesos de importancia.

FORMULACIÓN DE RESULTADOS/HALLAZGOS



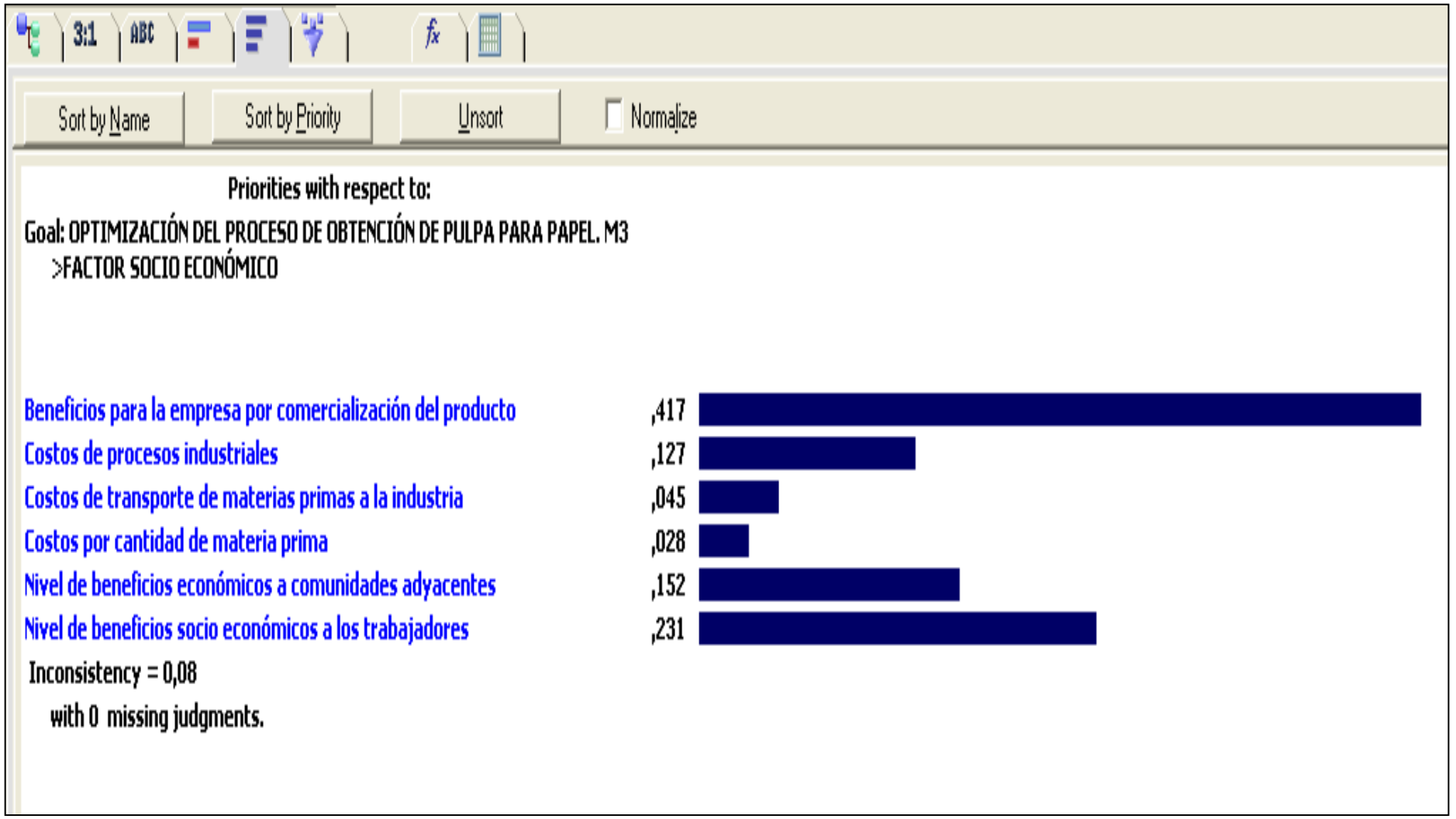
Definición de los diferentes valores obtenidos y nivel de importancia de cada alternativa para la optimización del proceso de obtención de pulpa para papel y cartón, con respecto al factor ambiental con su respectiva inconsistencia, a partir del uso del software Expert Choice.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



Definición de los diferentes valores obtenidos y nivel de importancia de cada alternativa para la optimización del proceso para obtención de pulpa para papel y cartón, con respecto al factor tecnológico y su respectiva inconsistencia, a partir del uso del software Expert Choice.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



Definición de los diferentes valores obtenidos y nivel de importancia de cada alternativa para la optimización del proceso para obtención de pulpa para papel y cartón, con respecto al factor socio-económico, a partir del uso del software Expert Choice.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se pudo comprobar que mediante la aplicación del método AHP, como Técnica Mcdm, se cuenta con una herramienta útil, sobre todo para establecer prioridades dentro de un determinado problema de toma de decisión.
- El software Expert Choise, también es un programa que se ha transformado en una de las herramientas de mayor difusión del método matemático proceso de jerarquización analítica (AHP), para analizar decisiones complejas a partir de criterios múltiples; ya que se basa en mediciones matemáticas con fundamentos psicológicos.
- Al realizar la evaluación de un proyecto, es que se pueden detectar posibles fallas o beneficios en el proyecto, sin tener que esperar resultados finales por su ejecución de largo plazo; y por otra parte ayuda a explicar cómo y por qué ocurren los efectos del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se pudo llegar a definir con fundamento tecnológico que la aplicación de las técnicas Mcdm, arrojó como resultado que la alternativa de mayor consenso de los diferentes planteamientos propuestos fue la Alternativa 1 (A1) definida como Pulpa Tipo I con Nº Kappa entre 10-20 (peso de importancia 0,573).
- Se pudo determinar que la aplicación de técnicas Mcdm, para la evaluación de proyectos; nos permite tomar decisiones más acertadas acerca de la puesta en marcha de un determinado proceso en planta de pulpa, como en cualquier otra división de la industria, para lograr optimizar los procesos operativos y de esta manera lograr mayores rendimientos en la producción, lo que se traduciría en ganancias para la empresa.

DIRECCIÓN DE CONTACTO

Nombre: María Teresa Rondón Sulbarán
E-mail: mariat@ula.ve
Institución: Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Sección de Ecodiseño (CEFAP/LNPF). Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes.