

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**



**“USO DEL CRITERIO AHP PARA LA TOMA DE  
DECISIONES”**

Presentado por:

**MARCO ANTONIO LOAIZA ALAMO**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO**

Lima – Perú

2015

# ÍNDICE

## Índice General

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1.	INVESTIGACIONES PREVIAS USANDO AHP	3
2.2.	FUNDAMENTOS DE LA TOMA DE DECISIONES	5
2.3.	TOMA DE DECISIONES EN GRUPO	6
2.4.	ANÁLISIS MULTICRITERIO	7
2.5.	MÉTODO DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO	7
2.6.	MATRIZ DE PRIORIDADES	11
2.7.	CONSISTENCIA	12
2.8.	PROYECTO: COMPRA DE LICENCIAS DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS PARA UN LABORATORIO	13
2.9.	BASE MATEMÁTICA DE AHP	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1.	MATERIALES	23
3.2.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
3.2.2.	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	25
3.2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	25
3.2.4.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	25

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. APLICACIÓN: COMPRA DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS CON EL ANÁLISIS AHP	
4.1.1. ENCUESTA	27
4.1.2. DESARROLLO DEL AHP	32
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
VIII. ANEXOS	45

## Índice de Tablas

1.	Escala fundamental de Saaty	10
2.	Tabulación del IA	16
3.	Matriz consolidada	17
4.	Promedio de fila con 12 Iteraciones	18
5.	Fila ajustada con 12 Iteraciones	19
6.	Fila normalizada con 12 Iteraciones	20
7.	Valor propio con 12 Iteraciones	20
8.	Número y nombre de expertos	27
9.	Número de criterios	28
10.	Numero de alternativas por departamento	29
11.	Matriz de comparación de criterio por pares	29
12.	Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 1	30
13.	Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 2	31
14.	Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 3	54
15.	Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 4	54
16.	Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 5	55
17.	Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Sotomayor)	32
18.	Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Soto)	56
19.	Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Fernández)	56
20.	Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Jiménez)	57
21.	<i>Consistency ratio</i> (Sotomayor)	32
22.	<i>Consistency ratio</i> (Soto)	56
23.	<i>Consistencyratio</i> (Fernández)	57
24.	<i>Consistencyratio</i> (Jiménez)	57
25.	EVM del criterio 1	33
26.	EVM del criterio 2	60
27.	EVM del criterio 3	60
28.	EVM del criterio 4	61
29.	EVM del criterio 5	61

30.	Resultado de la consistencia del criterio 1	34
31.	Resultado de la consistencia del criterio 2	62
32.	Resultado de la consistencia del criterio 3	62
33.	Resultado de la consistencia del criterio 4	62
34.	Resultado de la consistencia del criterio 5	62
35.	AHP (S*) del criterio 1	34
36.	AHP (S*) del criterio 2	63
37.	AHP (S*) del criterio 3	63
38.	AHP (S*) del criterio 4	63
39.	AHP (S*) del criterio 5	63
40.	Vector propio de RGMM (Sotomayor) para criterios	35
41.	Vector propio de RGMM (Soto) para criterios	64
42.	Vector propio de RGMM (Fernández) para criterios	64
43.	Vector propio de RGMM (Jiménez) para criterios	64
44.	Consistency ratio de criterios (Sotomayor)	35
45.	Consistency ratio de criterios (Soto)	65
46.	Consistency ratio de criterios (Fernández)	65
47.	Consistency ratio de criterios (Jiménez)	65
48.	EVM de los criterios	36
49.	Resultado de la consistencia de los criterios	36
50.	AHP (S*) de los criterios	37
51.	Matriz de criterios EVM	37
52.	Vector prioridad global	38
53.	Costo-Beneficio del AHP	38
54.	Matriz consolidación de criterios (fracciones)	52
55.	La Entropía de Shannon de la matriz consolidación de criterios	53
56.	Matriz consolidación del criterio 1 (fracciones)	58
57.	La Entropía de Shannon de la matriz consolidación del criterio 1	59

## Índice de Figuras

1. Modelo jerárquico para toma de decisiones con el AHP	9
---	---

## Índice de Anexos

1. Encuesta para los expertos o profesores	45
2. La matriz de criterios (EVM y Entropía de Shannon)	52
3. Resultado de las matrices de comparación de alternativas por pares (Profesor Sotomayor)	54
4. RGMM y CR del criterio 1	56
5. La matriz del criterio 1 (EVM y Entropía de Shannon)	58
6. EVM por cada criterio	60
7. La consistencia por cada criterio	62
8. Los resultado del AHP ( $S^*$ ) por cada criterio	63
9. RGMM de las matriz de comparación de criterios por pares	64
10. Alfa y CR de la matriz de comparación de criterios por pares	65
11. Plantilla en Excel del Analytic Hierarchy Process (EVM Multiple inputs - Goepel, KD version 26.07.2014)	66

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar la mejor selección de los siete programas especializados para la implementación de un laboratorio mediante la aplicación del Análisis de Proceso Jerárquico (*AHP*). Con esta técnica se logró un consenso para identificar cuáles son los criterios y las alternativas más relevantes para la toma de decisiones. Para validar el *AHP* se necesitó los Índices de Consistencia: el Cociente de Resistencia (*CR*) para la matriz de comparación de criterios y alternativas por pares, el Índice de Consistencia Geométrica (*GCI*) y el Indicador de Consenso *AHP* ( $S^*$ ) para la matriz consolidada. Con el desarrollo del algoritmo de *AHP* se optó por cinco criterios y cuatro alternativas para la toma de decisión. Se concluyó que la alternativa A, conformada por los programas informáticos *Minitab*, *SPSS*, *SQL*, *Eviews* y *Microsoft Project*, fue la más importante. No obstante, no hubo diferencia significativa considerable con la alternativa C, conformada por los programas informáticos *Minitab*, *SPSS*, *SQL*, *Eviews* y *QlikView*. En base a los resultados obtenidos se concluye que los programas más adecuados para la implementación del laboratorio informático son: *Minitab*, *SPSS*, *SQL*, *Eviews*, *Microsoft Project* y *QlikView*.

*Palabras Clave: AHP, Toma de decisión, inconsistencia, CR, GCI, AHP (S\*).*

## ABSTRACT

This research applies the analytic hierarchy process (AHP) to determine five suit programs to equip a statistic computer laboratory. This methodology allow to make a consensus agreement about the most significant features and alternatives for making decisions. The AHP was validated by three indicators denominated consistency indices: The consistency ratio (CR) for the matrix of comparisons in pairs alternatives, the geometric consistency index (GCI) and The AHP consensus indicator  $S^*$  for consolidated decision matrix. This research presents as a result that the AHP algorithm determines, assuming five criteria's and comparing four alternatives, that alternative A is the most suitable. However, this research does not find significant difference between the alternatives A and C. In conclusion, the programs that adjust better to the requirements of the informatics laboratory are: Minitab, SPSS, SQL, Eviews, Microsoft Project y QlikView.

*Keywords: AHP, Decision Making, Inconsistency, CR, GCI, AHP ( $S^*$ ).*



## I. INTRODUCCIÓN

El Análisis de Procesos Jerárquico (*AHP*) es un método matemático que está creado para evaluar alternativas teniendo en consideración varios criterios. Se encuentra basado en el principio de la experiencia y el conocimiento de los actores, donde los actores son tan importantes como los datos utilizados en el proceso.

Debido al éxito que tienen las investigaciones en la toma de decisiones del AHP, en el sector público y privado, es importante en estos campos; en Proyectos de Inversión, de Planificación y Desarrollo, el cual la gerencia son los que deben tomar las decisiones para estas áreas.

En el área de proyectos no se suele aplicar un análisis estadístico. Por tal motivo, el uso de esta metodología puede aportar al proceso de la toma de decisiones de los funcionarios de altos cargos públicos al abordar un problema en base a un modelo estadístico. De esta forma, se podrían obtener repercusiones rentables.

La búsqueda de la eficiencia, la productividad y la competitividad es muy importante para las empresas por lo cual cada vez existen más metodologías de apoyo para la toma de decisiones. Estos métodos buscan eliminar las conjeturas improvisadas, el pensamiento no explicado, injustificado e intuitivo para solucionar problemas complejos.

En la práctica la toma de decisiones se relaciona con aspectos subjetivos e intangibles dado que existen actores (individuos) que evaluarán la decisión. En estos tiempos ya no existe “una sola verdad” sino “muchas verdades” para la resolución de un problema.

Moreno [20] mencionó que “es necesario que la metodología multicriterio permita combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia clásica con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano. En este sentido, se puede conseguir un tratamiento objetivo de lo subjetivo, y con ello, alcanzar un tratamiento racional de lo emocional”.

Es por ello que el Análisis de Procesos Jerárquicos está considerado como un modelo para la toma de decisiones, el cual ayuda y guía a tomar la mejor decisión en el mundo complejo que vivimos.

Por lo cual se plantea la pregunta: ¿Cuál es el mejor paquete informático para seleccionar los cinco programas especializados y modernos?

Objetivo General:

- Seleccionar los cinco programas especializados para la implementación de un laboratorio informático mediante la aplicación del AHP, donde se identifica los criterios más relevantes para la toma de decisión.

Objetivos específicos:

- Determinar la consistencia de las matrices de comparación por pares, donde el cociente de resistencia ( $CR$ ) identifica los posibles errores en los juicios.

- Evaluar si es óptimo el Índice de consistencia geométrica ( $GCI$ ), donde este índice es la variancia de la matriz consolidada.

- Evaluar si existe un acuerdo en el indicador de consenso  $AHP$  ( $S^*$ ), donde es el índice relativo de homogeneidad para los tomadores de decisiones.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS USANDO AHP**

Según Rodríguez [24], existe más de 150 aplicaciones con la técnica AHP desde la década del 80, en países como: India, Taiwán, México, Chile, Italia, Japón, Alemania y entre otros. Los campos de mayor aplicabilidad fueron: ingeniería, campo personal, parte social y gobierno.

Entre las aplicaciones del Modelo Multicriterio de la AHP, vemos que Ospina [21] se vale de este modelo con Metodologías AHP y GP para la Valoración Económica de los Activos Ambientales, cuyo objetivo es la estimación Económica del Ecoparque los Yarumos, Manizales, Caldas.

Asimismo, Arango [3] aplica la selección de los agentes reductores más eficientes para el tratamiento de agua residuales industriales en una PTR de cromado utilizando la metodología AHP y ANP.

También Gonzales [16] realiza el análisis del Impacto en la red eléctrica al adicionar nueva capacidad en la CNLV, cuyo objetivo es seleccionar el mejor reactor para el problema de la nueva capacidad que se instalará en la central nucleoelectrica de Laguna Verde desde el punto de vista eléctrico y económico.

De igual manera, Delgado [8] utiliza la aplicación del método de jerarquías analíticas (AHP) a la gestión de pérdidas de agua en redes de abastecimiento, cuyo objetivo es proporcionar una herramienta de utilidad para los gestores de abastecimientos de agua potable que permita tomar una decisión respecto a la política de gestión de fugas que debe ser aplicada.

A su vez, Giner [11] realiza una propuesta metodológica para la aplicación de AHP y ANP al proceso de toma de decisiones asociado a la evaluación de la autorización ambiental integrada, cuyo objetivo es proponer una nueva metodología para la evaluación de la autorización ambiental integrada (EAAI).

Encontramos también que Toskano [29] utiliza la técnica AHP para la selección de proveedor en una empresa gráfica, cuyo objetivo es encontrar el mejor proveedor para tener productos estandarizados y de calidad.

Asimismo, Villegas [30] describe el uso de valorar redes de carreteras en áreas rurales en montaña. Este modelo de AHP, evalúa los aspectos que tienen directa influencia en la construcción de una carretera en condiciones de montaña en Japón, y que generalmente se encuentran en conflicto con el medio ambiente.

Este autor también describe la aplicación del análisis multicriterio con AHP, la cual se aplicó para seleccionar el mejor trazado de una carretera en Tailandia, cuya alternativa más óptima fue con menor costo y socialmente prioritaria.

También Martínez [18] señala que el AHP es un sistema flexible de metodología de análisis de decisión multicriterio para ayudar a la toma de decisiones complejas, donde realizó una aplicación del proceso jerárquico de análisis, para identificar la mejor localización de pyme en sector servicios.

Por último, Belén y otros [4], indican que el portafolio de inversión podría considerarse como un problema de toma de decisiones multicriterio, donde se tendrá que evaluar la decisión de inversión, realizando la Evaluación de decisiones de inversión: Aplicando el método AHP.

## 2.2 FUNDAMENTOS DE LA TOMA DE DECISIONES

Delgado [8] nos dice que la toma de decisiones consiste en un proceso de selección de alternativas con el propósito de alcanzar una meta o solucionar problemas. La toma de decisiones implica estimar diferentes posibilidades disponibles y determinar la acción que se llevará a cabo.

En todas las decisiones influyen dos elementos importantes: el valor que propone cada persona (para cada opción) y el resultado probable.

Delgado [8] también menciona que “En todo proceso de toma de decisiones, el riesgo y la incertidumbre juegan un papel fundamental: en el caso del riesgo, el decisor considera la probabilidad de ocurrencia de los resultados de tomar cada alternativa, y en lo referente a la incertidumbre, el experto se enfrenta a una situación en la que desconoce la probabilidad de ocurrencia de los posibles resultados de las alternativas disponibles.”

El modelo que se utilizará para la toma de decisiones (AHP) es un modelo con componentes de incertidumbre, ya que el experto tomará una decisión considerando que no tienen ley de probabilidad para poder evaluar cada una de las alternativas.

El decisor deberá ser una persona interesada en el problema planteado, sobre todo con conocimientos y experiencia necesaria para que sus juicios y opiniones sean útiles para el desarrollo del proceso y para justificar la decisión tomada.

Patiño [22] menciona que “Un proceso de toma de decisión comprende de manera global los siguientes pasos: (1) Análisis de la situación, (2) Identificación y formulación del problema, (3) Identificación de aspectos relevantes que permitan evaluar las posibles soluciones, (4) Identificación de las posibles soluciones, (5) Aplicación de un modelo de decisión para obtener un resultado global y (6) Realización del análisis de sensibilidad”.

La opinión de un único decisor podrá tornarse insuficiente cuando se analizan problemas complejos, especialmente aquellos cuya solución afecta a los beneficiarios directos e indirectos del proyecto evaluado, ya que aumenta la probabilidad de cometer error. Por lo tanto, es más conveniente evaluar la opinión de más de un experto.

### **2.3 TOMA DE DECISIONES EN GRUPO**

Para Saaty [26], existen dos temas importantes en la toma de decisiones en grupo: 1) cómo agregar juicios individuales de un grupo en un solo juicio representativo para todo el grupo y 2) cómo lograr una opción de grupo de las decisiones individuales.

La propiedad recíproca de los juicios desempeña un papel importante en la combinación de los juicios de varios individuos para obtener una sola sentencia para el grupo.

Los juicios deben combinarse de modo que el recíproco de los juicios sintetizados sea igual a la síntesis de los inversos de estos juicios. Se ha demostrado que la media geométrica, no la media aritmética de uso frecuente, es la única manera de hacer el análisis.

Si los individuos son expertos, es posible que no deseen combinar sus juicios. En ese caso, se toma la media geométrica de los resultados finales. Si los individuos tienen diferentes prioridades de importancia, sus juicios (resultados finales) son elevados a la potencia de sus prioridades y luego se forma la media geométrica.

Según Goepel [15] es necesario analizar juicios individuales y encontrar una medida de consenso. Eso sirve para el juicio grupal donde se utilizará la entropía de Shannon, la diversidad de Alfa y Beta, donde a su vez se concluirá con el nuevo indicador de consenso AHP que estudiará la distribución de prioridad de criterios entre los diferentes tomadores de decisiones.

## **2.4 ANÁLISIS MULTICRITERIO**

Respecto al análisis multicriterio, Villegas [30] menciona que es un método que permite orientar la toma de decisiones en varios criterios comunes, donde los decisores pueden integrar, en un contexto prospectivo o retrospectivo, la diversidad de las opiniones relativas a los proyectos para emitir un juicio.

Este método implica la participación de los distintos actores (decisores, técnicos, beneficiarios) y conduce a la obtención de consejos operativos y recomendaciones. Su objetivo es alcanzar una solución mediante la simplificación del problema, respetando en todo momento las preferencias de los actores.

Finalmente, descomponiendo y estructurando el problema, el análisis multicriterio permite avanzar paso a paso hacia la búsqueda de una solución objetiva y razonada.

## **2.5 MÉTODO DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP- THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)**

Delgado [8] menciona que el propósito del método AHP, es permitir que el tomador de decisiones pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo jerárquico que básicamente contiene tres niveles: 1) meta u objetivo, 2) criterios y 3) alternativas.

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizan comparaciones por pares entre dichos elementos (criterios y alternativas), formando matrices cuadradas, cuyos coeficientes son valores numéricos atribuidos a las preferencias señaladas por las personas. El proceso finaliza proporcionando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales.

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

Para Patiño [22] los pasos a seguir para la estructura del modelo jerárquico son:

- Identificación del problema

Es la situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas, comparando unas con otras mediante la evaluación de los criterios que permitan conocer los “pros” y los “contras” de cada una de las alternativas a considerar.

- Definición del objetivo general

El objetivo servirá para mejorar la situación planteada, y está conformado por un conjunto de elementos que serán los sub objetivos o criterios, sub criterios y alternativas para la obtención de la meta misma.

- Identificación de criterios

Son los aspectos o características relevantes que afectan significativamente a los objetivos y deben expresar las preferencias en la toma de decisiones. Es indiferente si se incluyen aspectos cuantitativos y/o cualitativos.

- Identificación de alternativas

Son las respuestas factibles que permitirán el logro del objetivo general. Cuando se construye la jerarquía, se puede hacer de arriba hacia abajo o viceversa. La alternativa con mayor probabilidad será la óptima.

Cada criterio debe tener una descripción significativa. Los criterios pueden dividirse en sub criterios y estos también se pueden desprender jerárquicamente. Como se muestra a continuación:



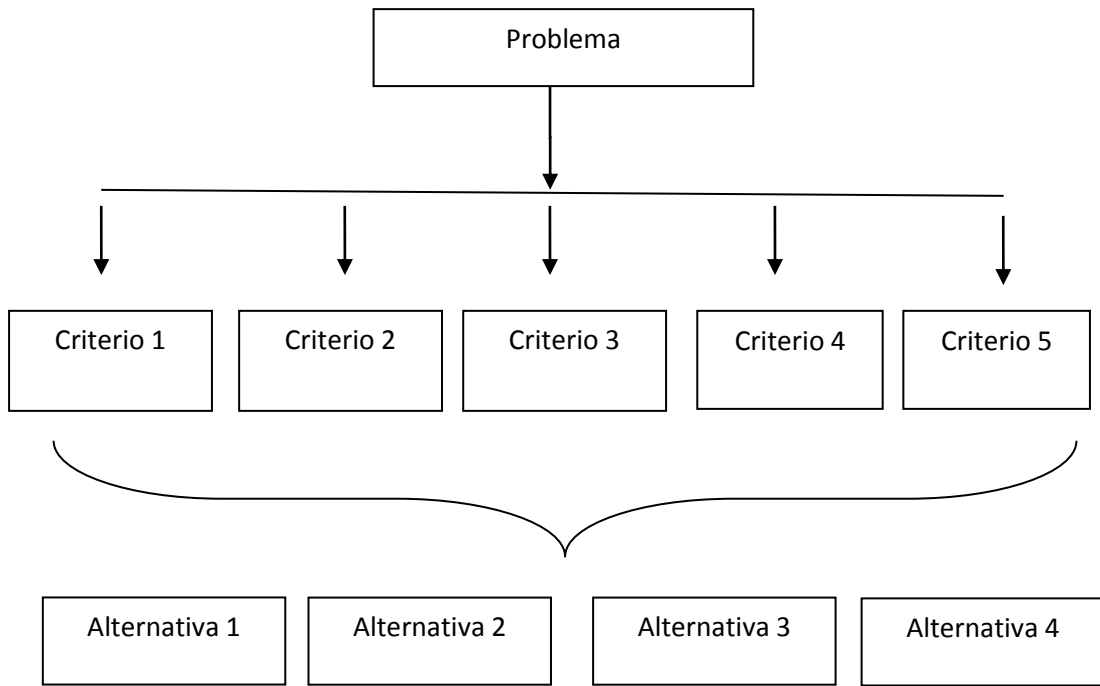


Figura 1: Modelo jerárquico para toma de decisiones con el AHP

Patiño [22] menciona que la escala sugerida de Saaty, asigna 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 que están entre 1 y 9.

**Cuadro 1: Escala fundamental de Saaty**

Escala fundamental para comparaciones de pares		
Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento de objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2, 4, 6, 8	Para transar entre los valores anteriores	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	Si la actividad se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad $j$ , entonces $j$ tiene el valor recíproco cuando se la compara con $i$ ( $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ).	Hipótesis del método

FUENTE: Saaty y Vargas [25]

Concluimos que el AHP integra aspectos cualitativos y cuantitativos en un proceso único de decisión, donde se incorpora simultáneamente valores personales y pensamiento lógico en una estructura de análisis, en el cual convertimos el proceso que ocurre naturalmente en nuestra mente en un proceso explícito, facilitando y promoviendo la toma de decisiones bajo escenarios multicriterios.

## 2.6 MATRIZ DE PRIORIDADES

Según González y otros [16], las prioridades de cada criterio respecto a la meta global se presentan en el vector columna denominado vector de prioridades de los criterios, donde este vector se construye de las matrices de comparación pareadas.

$$\begin{array}{r}
 \text{criterio 1} \\
 \text{criterio 2} \\
 \vdots \\
 \text{criterio } m
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Meta global} \\
 P_1 \\
 P_2 \\
 \vdots \\
 P_m
 \end{array}$$

Donde  $m$  es el número de criterios y  $P_j$  es la prioridad del criterio  $i$  con respecto a la meta global, para  $j = 1, 2, \dots, m$ .

La matriz de prioridades es aquella que resume las prioridades para cada alternativa en términos de cada criterio. Para  $m$  criterios y  $n$  alternativas se tiene:

$$\begin{array}{r}
 \text{alternativa 1} \\
 \text{alternativa 2} \\
 \vdots \\
 \text{alternativa } n
 \end{array}
 \begin{array}{cccc}
 \text{criterio 1} & \text{criterio 2} & \dots & \text{criterio } m \\
 P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\
 P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm}
 \end{array}$$

Donde  $P_{ij}$  es la prioridad de la alternativa  $i$  con respecto al criterio  $j$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$ ; y  $j = 1, 2, \dots, m$ .

La prioridad global para cada alternativa es un vector columna que resulta de multiplicar la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios.

$$\begin{array}{cccccc}
 P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} & P_1 & P g_1 \\
 P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} & P_2 & P g_2 \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} & P_m & P g_k
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 P g_1 \\
 P g_2 \\
 \vdots \\
 P g_k
 \end{array}$$

Donde  $P g_k$  es la prioridad global (respecto a la meta global) de la alternativa  $i$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$ .

## 2.7 CONSISTENCIA

Según González y otros [16], para que la toma de decisión sea lo más objetiva posible, las preferencias hechas por el grupo decisor en las comparaciones pareadas deben ser lo más consistentes posibles. Sin embargo, la consistencia perfecta es muy difícil de lograr, por lo que siempre existirá un cierto grado de inconsistencia en cualquier matriz de comparaciones pareadas.

El AHP ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las prioridades dadas por el grupo decisor. Si el grado de consistencia es aceptable, se continúa con el proceso de decisión. Si es inaceptable, quien toma las decisiones debe reconsiderar y modificar sus preferencias sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.

Una matriz cuadrada de comparaciones pareadas  $A$  es consistente si:

$$a_{ji} \cdot a_{ij} = 1 \quad \text{para } i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Es decir, se requiere que todas las columnas (y renglones) de  $A$  sean linealmente dependientes. En particular, las columnas de cualquier matriz de comparaciones pareadas 2x2 son linealmente dependientes y, por lo tanto una matriz cuadrada 2x2 siempre será consistente.

Una matriz cuadrada, también llamada sistema de ecuaciones lineales, es inconsistente si no tiene solución, y si tiene al menos una solución es consistente.

## 2.8 PROYECTO: COMPRA DE LICENCIAS DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS PARA UN LABORATORIO

El objetivo central del proyecto fue el “Acceso a los servicios de informática y de espacio físico para un adecuado desarrollo de actividades teórico – práctica de los alumnos de la Facultad de Economía y Planificación de la UNALM”.

Uno de los problemas del proyecto evaluado fue la compra de las licencias de los programas que necesitan estar instalados en la computadora, durante el periodo del profesor Luis Alberto Jiménez Díaz, Decano de la facultad de Economía y Planificación. El profesor Jiménez planteó un modelo para la toma de decisiones, en el cual aplicó la metodología *AHP*.

Se identificaron los objetivos, los criterios y las alternativas que corresponden a las propuestas factibles para alcanzar el objetivo general que es la adquisición de cinco licencias de programas especializados.

## 2.9 BASE MATEMÁTICA DE AHP

### 1. Matriz de comparación de pares (MCP)

Según González y otros [16] la matriz de comparación de pares es una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios.

Sea  $\mathbf{A}$  una matriz  $n \times n$  donde  $n \in \mathbb{Z}^+$  (solo valores enteros positivos). Sea  $a_{ij}$  el elemento  $(i, j)$  de  $\mathbf{A}$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$ ; y  $j = 1, 2, \dots, n$ . Decimos que  $\mathbf{A}$  es una matriz de comparaciones pareadas de  $n$  alternativas, si  $a_{ij}$  es la medida de preferencia de la alternativa en el renglón  $i$  comparada con la alternativa de la columna  $j$ . Cuando  $i = j$  el valor de  $a_{ij}$  será igual a 1, pues se está comparando la alternativa  $i$  consigo misma.

$$\mathbf{A} = \begin{matrix} & 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{matrix}$$

13

El AHP sustenta esto con los axiomas referidos a cada una de las condiciones siguientes:

Axioma 1. Condición de juicios recíprocos. Si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que:  $a_{ji} = 1/a_{ij}$

Axioma 2. Condición de homogeneidad de los elementos. Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud o jerarquía.

Axioma 3. Condición de independencia. Cuando se expresan preferencias, se asume que los criterios son independientes de las propiedades de las alternativas.

Axioma 4. Condición de expectativas de orden de rango. Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

## 2. Método de la Media Geométrica por Filas (RGMM)

Según Goepel [12], luego de tener las matrices de comparaciones de pares  $n \times n$  desarrollamos el método de la media geométrica por filas (RGMM).

$$r_i = \exp \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln a_{ij} = \prod_{i=1}^n a_{ij}^{1/n}$$

Para normalizar

$$p_i = r_i / \sum_{i=1}^n r_i$$

$p_i$  es el vector propio de RGMM para cada matriz de comparación de pares.

### 3. Inconsistencia

Goepel [12] señala que los coeficientes de consistencia se calculan para la matriz de comparación de pares y para la matriz consolidada ( $C$ ).

$$\lambda_{max}(\varepsilon_{ij} = a_{ij} \frac{p_j}{p_i})$$

El  $\lambda_{max}$  es el valor propio calculado del vector propio de  $RGMM$  y vector propio ( $EVM$ ) de la matriz consolidada.

Donde el Índice de Consistencia ( $CI$ ) es:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

El cociente de resistencia ( $CR$ ) es el cociente del  $CI$  entre el Índice Aleatorio ( $IA$ ) de consistencia, si el  $CR < 0.1$  es considerado aceptable y cuando un  $CR > 0.1$ , las opiniones y juicios deben ser reconsiderados.

De acuerdo a Giner [11], este indicador se utiliza para mejorar la consistencia de los juicios y donde se identifican los posibles errores en los juicios.

$$CR = \frac{CI}{IA}$$

González [16] utiliza el Índice Aleatorio de consistencia ( $IA$ ) de  $\mathbf{A}$ , que es el Índice de Consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria. Se puede mostrar que el  $IA$  depende del número de elementos que se comparan y asume los valores mostrados en el Cuadro 2:

**Cuadro 2: Tabulación del IA**

N° de Alternativas (n)	Índice Aleatorio (IA)
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,89
5	1,11
6	1,24
7	1,32
8	1,40
9	1,45
10	1,49

FUENTE: Toskano [29]

Para Alonson y Lamata (2006) el *CR* es el siguiente:

$$CR = \frac{\lambda_{max} - n}{2.7699n - 4.3513 - n}$$

Otro indicador importante de consistencia es el Índice de Consistencia Geométrica (*GCI*), donde primero se calcula la matriz de decisión consolidada que combina las medidas de preferencias de los participantes (*k*) para obtener el resultado grupal.

Según Aguaron y otros [1], este índice se obtuvo mediante el modelo de optimización en el que se minimiza la distancia log-cuadrática de los errores.



Goepel [12] indica que la matriz consolidada es la siguiente:

$$c_{ij} = \exp \frac{\sum_{k=1}^n w_k \ln a_{ij(k)}}{\sum_{k=1}^n w_k}$$

$$C = \begin{matrix} & 1 & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & 1 & & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & & 1 \end{matrix}$$

Según Aguaron y otros [1], en la matriz consolidada ( $C$ ) se define el Índice de Consistencia Geométrico ( $GCI$ ).

$$GCI = \frac{\sum_{i < j}^n \ln c_{ij} - \ln \frac{p_i}{p_j}}{\frac{n-1(n-2)}{2}}$$

Cuanto menor es  $GCI$ , menor es la distancia entre los juicios  $a_{ij}$  y las razones  $p_i/p_j$  (enfoque determinístico) y menor es la varianza de los errores  $e_{ij}$  (enfoque estocástico), lo que supone un mejor ajuste entre los juicios y el vector de prioridades estimado. Donde los errores son:

$$\text{Min } S = \sum_{i \neq j}^n \ln c_{ij} - \ln \frac{p_i}{p_j} = \sum_{i=1}^n e_{ij}^2$$

Por ejemplo, en el cuadro 3 se muestra la matriz consolidada de cinco criterios y a continuación se presenta el algoritmo del método de potencias en los siguientes cuadros.

**Cuadro 3: Matriz consolidada**

	1	2	3	4	5
1	1,00	1,00	0,25	0,33	0,50
2	1,00	1,00	0,20	0,50	0,33
3	4,00	5,00	1,00	3,00	2,00
4	3,00	2,00	0,33	1,00	3,00
5	2,00	3,00	0,50	0,33	1,00

FUENTE: Plantilla de *AHP* (página web BPMSG)

En el Cuadro 4 se muestran las 12 iteraciones del promedio de cada fila de la matriz consolidada.

**Cuadro 4: Promedio de fila con 12 Iteraciones**

<b>Iterations</b>												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,31	1,64	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
0,30	1,61	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
1,50	8,42	5,30	5,24	5,25	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26
0,93	5,02	3,06	3,04	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05
0,68	3,27	2,05	2,04	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
0,10	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

FUENTE: Plantilla de BPMSG

En el Cuadro 5 se observan los ajustes de las 12 iteraciones, dividiendo cada valor entre el valor máximo de cada columna.

**Cuadro 5: Fila ajustada con 12 Iteraciones**

Scaling												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,21	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,62	0,60	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
0,46	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,82	2,43	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36

FUENTE: Plantilla de BPMSG

En el Cuadro 6 se presenta la normalización de las 12 iteraciones, dividiendo cada valor ajustado entre la suma total de cada columna.

**Cuadro 6: Fila normalizada con 12 Iteraciones**

Normalization												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,0729	0,0802	0,0822	0,0827	0,0827	0,0827	0,0827	0,0827	0,0827	0,0827	0,0827	0,0827	0,082729
0,0717	0,0785	0,0810	0,0812	0,0812	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,081258
0,3547	0,4116	0,4235	0,4242	0,4243	0,4244	0,4245	0,4245	0,4245	0,4245	0,4245	0,4245	0,424459
0,2207	0,2453	0,2447	0,2458	0,2462	0,2463	0,2462	0,2463	0,2463	0,2463	0,2463	0,2463	0,246253
0,1616	0,1600	0,1638	0,1652	0,1653	0,1653	0,1653	0,1653	0,1653	0,1653	0,1653	0,1653	0,165301
0,0236	0,0049	0,0009	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,93E-11
0,0236	0,0049	0,0009	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,93E-11
0,0236	0,0049	0,0009	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,93E-11
0,0236	0,0049	0,0009	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,93E-11
0,0236	0,0049	0,0009	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,93E-11

FUENTE: Plantilla de BPSMG

En el Cuadro 7 se muestra el Eigenvalue (el valor propio de un vector es el factor de escala por el que ha sido multiplicado y por tanto no varía la dirección del vector) que es la multiplicación de cada valor de la normalización por la suma total de la columna de la matriz consolidada, en la iteración 12 converge, y ese valor es el  $\lambda_{max}$ .

**Cuadro 7: Valor propio con 12 Iteraciones**

Eigenvalue:	...	5	6	7	8	9	10	11	12
5,12456	5,227021	5,251645	5,255436	5,255965	5,256119	5,256155	5,256159	5,256159	5,25616

FUENTE: Plantilla de BPSMG

Para que el valor propio sea óptimo desarrollamos la proposición  $A - \lambda I x$ ,  
 dónde:

$A$  = es la matriz consolidada ( $C$ )

$I$  = es la matriz de Identidad  $n \times n$

$\lambda$  = es el valor propio obtenido demostrado como  $\lambda_{\max}$

$X$  = es la columna normalizada de la iteración 12 ( $EVM$ )

Se concluyó que la suma de los valores de  $A - \lambda I x$  es igual a  $2,01E-07$ , este valor se llama *EVM check*.

El valor *EVM check* es cercano a cero. Por ende, el *GCI* será mínimo, donde se utilizó (anteriormente) el algoritmo método de la potencia con 12 iteraciones para desarrollar el valor propio.

Para poder desarrollar el Indicador de Consenso *AHP* ( $S^*$ ), primero se halló la entropía de Shannon de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ . Se concluyó que si este indicador oscila entre 0% (no hay consenso entre los responsables de las decisiones) y 100% (existe un consenso pleno entre los tomadores de decisiones).

Goepel [15] define la entropía de Shannon como el índice de diversidad para la distribución de las prioridades entre los criterios.

Entropía de Shannon  $\alpha$

$$H_{\alpha} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{i=i}^n -p_{ij} \ln p_{ij}$$

Entropía de Shannon  $\gamma$

$$H_{\gamma} = \sum_{j=1}^k -p_j \ln p_j$$

Con  $p_{ij}$  = valores de la matriz media geométrica fila (RGM)

$p_j$  = promedio de  $p_j$

$$H_\gamma = \sum_{j=1}^k -p_j \ln p_j$$

Entropía de Shannon  $\beta$

$$H_\beta = H_\gamma - H_\alpha$$

Se tiene que ajustar la  $C_{max}$  que es la puntuación máxima de la escala utilizada en el AHP

$$H_{\alpha \min} = - \frac{C_{max}}{N + C_{max} - 1} \ln \frac{C_{max}}{N + C_{max} - 1} - N - 1 \frac{1}{N + C_{max} - 1} \ln \frac{1}{N + C_{max} - 1}$$

$$H_{\gamma \max} = N - K - \frac{1}{N + C_{max} - 1} \ln \frac{C_{max}}{N + C_{max} - 1} - \frac{K + C_{max} - 1}{N + C_{max} - 1} \ln \frac{1}{K} \times \frac{K + C_{max} - 1}{N + C_{max} - 1}$$

$C_{max} = 9$  (constante)

$N$  = número de criterios

$K$  = número de participantes

y finalmente el Indicador de consenso AHP ( $S^*$ ) es

$$S^* = \frac{M - \frac{\exp H_{\alpha \min}}{\exp H_{\gamma \min}}}{1 - \frac{\exp H_{\alpha \min}}{\exp H_{\gamma \max}}}$$

$$M = \frac{1}{\exp H_\beta}$$

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

Los materiales y equipos que se utilizaron para la elaboración en la presente tesis son los siguientes:

a. Una computadora laptop marca DELL, con un procesador Intel® Core (TM) i3 CPU M370 @ 2.40GHz 2.39GHz, con una memoria RAM de 2.96 GB y un sistema operativo Windows 7 Professional de 32 bits.

b. El programa Windows, MS Office.

c. Una memoria USB de 8Gb, para el almacenamiento de la información.

d. Una plantilla de AHP en Excel obtenido de la página web <http://bpmsg.com>.

e. Una impresora Canon PIXMA iP1900.

f. Dos millares de papel bond tamaño A4.

## 3.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue descriptiva transversal. Es descriptivo porque busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de las opiniones de los expertos para la compra de los programas. Es transversal porque la recopilación de la información se describió en un momento determinado. Tomando en consideración lo señalado por Hernández y otros [17].

La información recopilada fue en base a seis matrices que llenaron los expertos para la toma de decisiones.

### 3.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables que se utilizaron en este análisis:

- **Criterio:** Variable de tipo cualitativa nominal que registra las características más importantes para la compra de los programas.
- **Programa estadístico:** Es una variable de tipo cualitativa nominal que registra los nombres de los programas informáticos para la compra.
- **Experto:** Es una variable de tipo cualitativa nominal que registra los nombres de los profesores que llenaron la encuesta realizada.



### 3.2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de este análisis estuvo compuesta por todos los programas informáticos que figuran en la base datos de la facultad de Economía y Planificación de la UNALM. Como parte de la implementación de la facultad, se tenía la necesidad de determinar un paquete de programas óptimos de acuerdo a los fines de la facultad.

De esta forma, los expertos eligieron una muestra de siete programas, quienes consideraron que este paquete confirmado por este número y combinaciones de programas es el óptimo para el funcionamiento del laboratorio.

### 3.2.4 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Los pasos que se realizaron para poder contrastar la hipótesis de la presente investigación son:

- I. Determinar el número de expertos para la toma de decisiones grupal. Esta metodología precisa que el número de expertos debe ser más de dos, cuyos integrantes deben estar altamente motivados y tener paciencia.
- II. Determinar el número de criterios para la toma de decisión. Esta metodología precisa que el número de criterios no debe exceder de siete más menos dos. En caso que exceda, se sugiere la composición de conglomerados.
- III. Determinar el número de alternativas ( $m$ ) con mayor probabilidad aceptada para la toma de decisión. El método *REGIME* indica que solo utiliza variables ordinales con la limitación que  $m$  es menor de 20.
- IV. Llenar las matrices de comparación de pares, mediante los juicios de los expertos.

- V. Evaluar el cociente de resistencia para las matrices de comparación de pares, siendo el primer índice de consistencia que se evalúa.
- VI. Evaluar el índice de consistencia geométrica (CGI) de las matrices consolidadas. Este valor debe ser lo más pequeño posible y se considera como una medida de la bondad del ajuste.
- VII. Evaluar si existe consenso en el Indicador de AHP ( $S^*$ ), donde la entropía de Shannon es el índice de diversidad para la distribución de las prioridades entre los criterios, el cual es el porcentaje de consenso de la alta aceptación del resultado del grupo.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 APLICACIÓN: COMPRA DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS CON EL ANÁLISIS AHP

#### 4.1.1 ENCUESTA

Se recolectó la opinión de los expertos mediante las matrices de comparación por pares. Se escogió cuatro expertos para aplicar el AHP para toma de decisiones grupal, tomando en cuenta que se requiere a más de un experto para validar dicho análisis.

El profesor Jiménez, encargado del proyecto, planteó a los profesores de la Facultad de Economía y Planificación, quienes están especializados en programas informáticos. Se hizo la consulta aleatoriamente a varios profesores de la facultad y solo aceptaron estos profesores mencionados.

En el Cuadro 8 está la lista de los profesores expertos que evaluaron la encuesta. Éstos son llamados “expertos” debido a la familiaridad que tienen con los programas informáticos a comprar.

**Cuadro 8: Número y nombre de expertos**

Nº	Expertos	Departamento
1	Luis Alberto Jiménez Díaz	Economía
2	Rino Nicanor Sotomayor Ruiz	Estadística
3	Iván Soto Rodríguez	Estadística
4	Leoncio Hertz Fernández Jeri	Gestión Empresarial

FUENTE: Elaboración propia

En el Cuadro 9 se describen los cinco criterios seleccionados para la aplicación. El número de criterios no debe exceder de siete más menos dos, porque si no se produciría fácilmente una inconsistencia.

Los expertos propusieron 16 criterios, de los cuales cinco fueron seleccionados para la toma de decisión. Dichos criterios fueron los que calzaron mejor a los objetivos del proyecto.

**Cuadro 9: Número de Criterios**

<b>Criterio</b>	<b>Concepto</b>
Criterio 1	Programas que demandan las empresas nacionales e internacionales.
Criterio 2	Amigabilidad y facilidad de manejo de los alumnos y profesores.
Criterio 3	Programas que va a potenciar el rendimiento de los alumnos.
Criterio 4	Programas que son aplicables principalmente en el procesamiento de datos.
Criterio 5	Número de beneficiarios que utilizaran los programas.

FUENTE: Elaboración propia

El Cuadro 10 detalla las cuatro alternativas (los programas) seleccionadas para evaluar la toma de decisión.

Los expertos aceptaron las alternativas que fueron buenas y rechazaron aquellas que resultaron malas, donde se realizó un consenso de los profesores, para determinar el número de alternativas propuestas. Cada propuesta consta de cinco programas informáticos.

**Cuadro 10: Número de alternativas por departamento**

A	B	C	D	DEPARTAMENTO
Minitab	Minitab	Minitab	Minitab	ESTADÍSTICA
SPSS	SPSS	SPSS	SPSS	ESTADÍSTICA
SQL	SQL	SQL	SQL	BASE DE DATOS
Eviews	@risk	Eviews	@risk	ECONOMÍA
Microsoft Project	Microsoft Project	QlikView	QlikView	GESTIÓN EMPRESARIAL

FUENTE: Elaboración propia

El Cuadro 11 muestra la matriz de comparación de criterios por pares, donde se evaluó con la escala de Saaty.

A continuación se presentan las matrices desarrolladas por el profesor Sotomayor y que cada experto evaluó la matriz de comparación de criterios por pares.

**Cuadro 11: Matriz de comparación de Criterio por pares**

Comparación de criterios

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5
Criterio 1	<b>1</b>	1	1/4	1/3	1/2
Criterio 2		<b>1</b>	1/5	1/2	1/3
Criterio 3			<b>1</b>	3	2
Criterio 4				<b>1</b>	3
Criterio 5					<b>1</b>

FUENTE: Elaboración propia

El Cuadro 12 presenta la matriz de comparación por pares de alternativa para el criterio 1, donde se evaluó con la escala de Saaty.

Esta matriz y cada experto evaluaron la matriz de comparación por pares de alternativas.

**Cuadro 12: Matriz de comparación por pares de alternativas para el criterio 1**

Criterio 1: Se refiere a los programas que demandan las empresas nacionales e internacionales				
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>1</b>	2	1/2	1
<b>B</b>		<b>1</b>	1/3	1/2
<b>C</b>			<b>1</b>	1/2
<b>D</b>				<b>1</b>

FUENTE: Elaboración propia

El Cuadro 13 desarrolla la matriz de comparación por pares de alternativa para el criterio 2, donde se evaluó con la escala de Saaty.

Esta matriz y cada experto evaluaron la matriz de comparación de comparación por pares de alternativas.

**Cuadro 13: Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 2**

**Criterio 2: Se refiere a la amigabilidad y facilidad de manejo de los alumnos y profesores**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>1</b>	1/3	1	1/2
<b>B</b>		<b>1</b>	1	3
<b>C</b>			<b>1</b>	2
<b>D</b>				<b>1</b>

FUENTE: Elaboración propia

Los Cuadros 14, 15 y 16 son las matrices de comparación por pares de alternativa para el criterio 3, 4 y 5 respectivamente (Anexo 3). Donde se evaluó con la escala de Saaty.

#### 4.1.2 DESARROLLO DEL AHP

Se desarrolló el vector del profesor Sotomayor, donde la alternativa D fue la más importante con 33%, luego la alternativa C con 31%, la alternativa A con 23% y la alternativa B con 13%, según se observa en el cuadro 17 con el vector propio de *RGMM* del criterio 1, donde cada matriz de comparación por pares de alternativas tiene su vector propio de *RGMM*.

**Cuadro 17: Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Sotomayor)**

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1	A	23%
2	Criterion 2	B	13%
3	Criterion 3	C	31%
4	Criterion 4	D	33%
5			0%
6			0%
7			0%
8			0%
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0%
10		question section ("+" in row 66)	0%

FUENTE: Plantilla de BPMSG

Los Cuadros 18, 19 y 20 muestran los vectores propios de *RGMM* de los profesores o expertos: Soto, Fernández y Jiménez respectivamente (Anexo 4).

El Cuadro 21 presenta el número del participante o experto, la fecha de evaluación y el nivel de consistencia necesaria ( $\alpha$ ); que se definió anteriormente. Se recomienda que  $\alpha$  varíe entre 0.1 y 0.2, y el *CR* (debe ser menor al  $\alpha$ ) de las matrices de comparación por pares.

**Cuadro 21: Consistency ratio (Sotomayor)**

Participant 1	1		$\alpha$ :	0,15	CR:	9%	1
Name	Weight	Date			Consistency Ratio		Scale

FUENTE: Plantilla de BPMSG



Los Cuadros 22, 23 y 24 muestran las *consistency ratio* del cuadro anterior de los profesores o expertos: Soto, Fernández y Jiménez respectivamente (Anexo 4).

En el Cuadro 25 se observa vector propio (*EVM*) de la matriz consolidada de todos los juicios del criterio 1 y el valor de *EVM check* es cero.

Se desarrolló el vector *EVM*, donde la alternativa C fue la más importante con 37,4%, luego la alternativa A con 35,1%, seguido de la alternativa B con 14,3% y por último la alternativa D con 13,1%.

**Cuadro 25: EVM del criterio 1**

<b>Author</b>				
<b>Date</b>		Thresh: 1E-07	Iterations: 6	EVM check: 2,1E-08
<b>Table</b>	<b>Criterion</b>	<b>Comment</b>	<b>Weights</b>	<b>Rk</b>
1	Criterion 1	A	35,1%	2
2	Criterion 2	B	14,3%	3
3	Criterion 3	C	37,4%	1
4	Criterion 4	D	13,1%	4
5			0,0%	
6			0,0%	
7			0,0%	
8			0,0%	
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0,0%	
10		questionsection ("+" in row 66)	0,0%	

FUENTE: Plantilla de BPMSG

Los Cuadros 26, 27, 28 y 29 resumen los *EVM* de los criterios 2, 3, 4 y 5 respectivamente (Anexo 6).

El Cuadro 30 nos brinda el valor propio principal (*lambda*) y los Consistency Ratio de la matriz consolidada, el Índice de Consistencia Geométrica (*CGI*) y el Cociente de Resistencia (*CR*).

**Cuadro 30: Resultado de la consistencia del criterio 1**

<b>Result</b>	<b>Eigenvalue</b>	lambda:	<b>4,027</b>
	<b>Consistency Ratio</b>	0,37 GCI:	<b>0,04</b> CR: <b>1,1%</b>

FUENTE: Plantilla de BPMSG

Los Cuadros 31, 32, 33 y 34 especifican los resultados de consistencia de los criterios 2, 3, 4 y 5 respectivamente (Anexo 7).

El Cuadro 35 señala el indicador de consenso *AHP* ( $S^*$ ) para cada matriz consolidada. Este indicador es para el criterio 1, donde el consenso fue más de 55%.

**Cuadro 35: *AHP* ( $S^*$ ) del criterio 1**

<b>n=</b>	<b>4</b>	Number of criteria (3 to 10)	Scale:	<b>1</b>	Linear
<b>N=</b>	<b>4</b>	Number of Participants (1 to 20)	$\square$ :	<b>0,1</b>	Consensus: <b>55,6%</b>
<b>p=</b>	<b>0</b>	selectedParticipant (0=consol.)	2	7	<b>Consolidated</b>

FUENTE: Plantilla de BPMSG

Los Cuadros 36, 37, 38 y 39 presentan los resultados *de AHP* ( $S^*$ ) de los criterio 2, 3, 4 y 5 respectivamente (Anexo 8).

El Cuadro 40 muestra el vector propio de (*RGMM*) de la matriz de comparación de criterios por pares.

Se desarrolló el vector del profesor Sotomayor, donde el criterio 3 fue el más importante con 43%, luego el criterio 4 con 24%, seguido del criterio 5 con 16%, después el criterio 1 con 9% y finalmente, el criterio 2 con 8%.

**Cuadro 40: Vector propio de RGMM (Sotomayor) para criterios**

Criteria	Comment	RGMM
Criterion 1		9%
Criterion 2		8%
Criterion 3		43%
Criterion 4		24%
Criterion 5		16%
		0%
		0%
		0%
	for 9&10 unprotect the input sheets and expand the questionsection ("+" in row 66)	0%
		0%

FUENTE: Plantilla de BPMSG

Los Cuadros 41, 42 y 43 detallan los vectores propios de *RGMM* de los profesores (o expertos): Soto, Fernández y Jiménez respectivamente (Anexo 9).

El Cuadro 44 ilustra el número del participante o experto, la fecha de evaluación y el nivel de consistencia necesaria ( $\alpha$ ), definido anteriormente. Se recomienda que  $\alpha$  varíe entre 0.1 y 0.2, y el *CR* (debe ser menor al  $\alpha$ ) de las matrices de comparación por pares.

**Cuadro 44: Consistency ratio de criterios (Sotomayor)**

Participant 1	1		$\alpha$ : 0,15	CR: 6%	1
Name	Weight	Date		Consistency Ratio	Scale

FUENTE: Plantilla de BPMSG

Los Cuadros 45, 46 y 47 muestran las *consistency ratio*, del cuadro anterior, de los profesores (o expertos): Soto, Fernández y Jiménez respectivamente (Anexo 10).

El Cuadro 48 especifica el vector propio (*EVM*) de la matriz consolidada de todos los juicios de la comparación de criterios, y el valor de *EVM check* es cero.

Se desarrolló el vector *EVM*, donde el criterio 5 fue el más importante con 36,6%, luego el criterio 4 con 21,4%, seguido del criterio 1 con 16,6%, después el criterio 3 con 15,1% y por último, el criterio 2 con 10,2%.

**Cuadro 48: EVM de los criterios**

<b>Date</b>		Thresh:	1E-07	Iterations:	5	EVM check:	1,8E-08
<b>Table</b>	<b>Criterion</b>	<b>Comment</b>	<b>Weights</b>	<b>Rk</b>			
1	Criterion 1		16,6%	3			
2	Criterion 2		10,2%	5			
3	Criterion 3		15,1%	4			
4	Criterion 4		21,4%	2			
5	Criterion 5		36,6%	1			
6			0,0%				
7			0,0%				
8			0,0%				
9		for 9&10 unprotectthe input sheets and expandthe	0,0%				
10		questionsection ("+" in row 66)	0,0%				

FUENTE: Plantilla de BPMSG

El Cuadro 49 muestra el valor propio principal (*lambda*), y los *Consistency Ratio* de la matriz consolidada, el Índice de Consistencia Geométrica (*GCI*) y el Cociente de Resistencia (*CR*).

**Cuadro 49: Resultado de la consistencia de los criterios**

<b>Result</b>	<b>Eigenvalue</b>	lambda:	5,081
	<b>Consistency Ratio</b>	0,37 GCI:	0,07
		CR:	1,8%

FUENTE: Plantilla de BPMSG

En el Cuadro 50 se observa el Indicador de consenso *AHP* ( $S^*$ ) para la matriz consolidada de criterios, donde el consenso fue más de 32%. Dicho consenso es bajo porque la preferencia de cada experto fue de criterios distintos.

**Cuadro 50: AHP ( $S^*$ ) de los criterios**

n=	5	Number of criteria (3 to 10)	Scale:	1	Linear
N=	4	Number of Participants (1 to 20)	□:	0,15	Consensus: <b>32,9%</b>
p=	0	selectedParticipant (0=consol.)	2	7	<b>Consolidated</b>

FUENTE: Plantilla de BPMSG

El Cuadro 51 detalla la matriz de criterios *EVM*, cuyas columnas son los vectores propios (*EVM*) de cada criterio. Se observa que la alternativa A tiene el mayor promedio de probabilidad de los criterios, luego la alternativa C, seguido de la alternativa B y por último, la alternativa D.

**Cuadro 51: Matriz de criterios EVM**

	C1	C2	C3	C4	C5
<b>A</b>	0.36037193	0.35568079	0.323948433	0.34460923	0.45418425
<b>B</b>	0.14308783	0.20143187	0.137308142	0.14392912	0.26514307
<b>C</b>	0.36531358	0.34913695	0.394188594	0.36321425	0.19794692
<b>D</b>	0.13122665	0.09375038	0.144554816	0.14824738	0.08272575

FUENTE: Elaboración propia

El Cuadro 52 presenta el resultado final del problema jerárquico para la toma de decisión, donde el vector de prioridad global de alternativas es la multiplicación de la matriz *EVM* de criterios por el vector propio *EVM* de criterios.

**Cuadro 52: Vector prioridad global**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>VECTOR-PRIORIDAD GLOBAL</b>
A	0.35615608
B	0.1657585
C	0.34807257
D	0.13001283

FUENTE: Elaboración propia

En una toma de decisión tradicional ocurre una de las siguientes situaciones:

- La decisión queda a criterio de una persona, por lo cual no puede ser la mejor, ya que una sola persona no puede tener la información completa al no incluir en su razonamiento todos los puntos de vista acerca del problema.
- La toma de decisiones se realiza en base al intercambio de opiniones de dos o más personas que no son procesadas sistemáticamente y por lo tanto no produce indicadores para decidir acerca de la mejor opción.

En contraste, el método AHP toma en cuenta la opinión de más de dos expertos y sistemáticamente produce indicadores de consistencia, dando como resultado una metodología para seleccionar la mejor alternativa. Por tal motivo, se espera que este método produzca una selección más adecuada que otros métodos no probabilísticos.

**Cuadro 53: Costo – Beneficio del AHP.**

	<b>Método Tradicional</b>	<b>AHP</b>
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal encargado Actual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal capacitado para esa técnica.</li> </ul>
<b>Beneficios o Perjuicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección no necesariamente óptima del programa.</li> <li>• Laboratorio no hace uso frecuente del programa adquirido.</li> <li>• Es más probable que el laboratorio no cuente con los programas informáticos necesarios para los planes de estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección óptima del programa.</li> <li>• Laboratorio hace uso óptimo del programa adquirido</li> <li>• Es menos probable que el laboratorio no cuente con los programas informáticos necesarios para los planes de estudio.</li> </ul>

## V. CONCLUSIONES

1. Con la aplicación del AHP se logró determinar que la alternativa A como el mejor paquete de cinco programas especializados (Minitab, SPSS, SQL, Eviews, Microsoft Project), para la implementación del laboratorio informático.
2. Los Cocientes de Resistencia (CR) fueron mínimos en todas las matrices de comparación por pares. De esta manera, se encontró consistencia de los juicios.
3. Los Índices de Consistencia Geométrica (GCI) calculados para las matrices consolidadas fueron óptimos. Siendo la varianza de las matrices pequeñas.
4. Existió un acuerdo significativo en los Indicadores de Consenso AHP ( $S^*$ ) para las matrices consolidadas. Siendo esto aceptable por los expertos.
5. De acuerdo a lo expuesto, se logrará contar con programas que soporten de manera más eficiente los requerimientos informáticos de los programas de estudios de las carreras que brinda la Facultad de Economía Y Planificación, contribuyendo a una mejor formación profesional.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que los valores numéricos de los juicios dados sean óptimos y diferenciar apropiadamente las alternativas para las matrices de comparación por pares.
2. El proceso requiere que de la concentración y buena predisposición de los expertos al momento de resolver la encuesta. De esta manera, se evita una posible necesidad de rejuiciar las matrices de comparación pareadas.
3. Se sugiere que los expertos se reúnan más de una vez (si es necesario) para poder realizar un consenso mayor para las matrices de comparación de criterios por pares.
4. En el proceso de toma de decisiones, la alternativa A fue la más óptima con un 36% y la alternativa C con un 35%. Por tal motivo, además de los programas informáticos del paquete A también se podrían adquirir los del paquete C (Minitab, SPSS, SQL, Eviews, Microsoft Project y QlikView), debido a que la significancia es similar en ambos.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguaron Joven, J; Escobar Umeneta, M; Jimenez, J; Moreno Jimenez, JM. 2000. Robustez del índice de consistencia geométrico, ES, Universidad de Zaragoza.
2. Arancibia, S; Contreras, E; Mella, S; Torres, P; Villablanca, I. 2003. Evaluación Multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva. Chile. Consultado 17 en jul. 2014. Disponible en <http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges48.pdf>
3. Arango Garcés, AA. 2012. Selección de los agentes reductores más eficientes para el tratamiento de agua residuales industriales en una PTR de cromado utilizando la metodología AHP y ANP. Tesis Mag. Bogotá, CO, Universidad de la Sabana.
4. Baraba Romero, S. 1987. Panorámica actual de la decisión multicriterio discreta. Investigaciones económicas, ES, Universidad de Alcalá de Henares.
5. Belén Rivitti, M; Sánchez MA; Milanesi, G; Brufman, A. 2008. Evaluación de Decisiones de Inversión: Aplicación del Método AHP. Consultado 17 en jul. 2014 Disponible en <http://www.inf.utfsm.cl/~mcriff/IA-avanzada/lista-papers/44135.pdf>
6. Bojj, JJ; Rodríguez. , RR; Alfaro, JJ. 2009. Revisión Bibliográfica de la utilización de la Técnica Multicriterio AHP en el Campo del Capital Intelectual. Consultado 17 en jul. 2014. Disponible en <http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2009/180-188.pdf>
7. Cruz Chaves, MA. Valores y vectores propios. Consultado 17 en jul. 2014. Disponible en <http://www.gridmorelos.uaem.mx/~mcruez//cursos/mn/eigen.pdf>

8. Delgado Galván, XV.2011. Aplicación del método de jerarquías analíticas (AHP) a la gestión de pérdidas de agua en redes de abastecimiento. Tesis Doctoral. Valencia, ES, UPV.121 p.
9. Ferriol Molina, M; Merle Farinos, H. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Consultado 17 jul. 2014. Disponible en:  
<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16285/Microsoft%20Word%20-%20articulo%20docente%20def.pdf?sequence=1>
10. García Cascales, M. comp. Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”. Tesis doctoral, Cartagena, CO, UPCT.
11. Giner Santonja, G. 2010. Propuesta metodológica para la aplicación de AHP y ANP al proceso de toma de decisiones asociado a la evaluación de la Autorización Ambiental Integrada. Tesis doctoral, Valencia, ES, UPV.
12. Goepel, KD. 2013. BPMSG AHP Excel Template with multiple Inputs, SG. Consultado 31 Ago. 2013. Disponible en: <http://bpmsg.com>
13. Goepel, KD. 2013. Business Performance Management: Analytic Hierarchy Process. SG. Consultado 31 Ago. 2013. Disponible en: <http://bpmsg.com>
14. Goepel, KD. 2013. Business Performance Management: Videos; Here you find information and links to my collection of videos about business performance management and other topics. SG. Consultado 31 Ago. 2013. Disponible en <http://www.youtube.com/bpmsg>
15. Goepel, KD. 2013. Implementing the analytic hierarchy process as a standard method for multi-criteria decision making in corporate enterprises—a new

- AHPexcel template with multiple inputs. Consultado 31 Ago. 2013. Disponible en [http://bpmsg.com/wp-content/uploads/2013/06/ISAHP\\_2013-13.03.13.Goepel.pdf](http://bpmsg.com/wp-content/uploads/2013/06/ISAHP_2013-13.03.13.Goepel.pdf)
16. González Serrano, A; Ordoñez Octavo, RI. 2011. Análisis del impacto en la red eléctrica al adicionar nueva capacidad en la CNLV, Tesis Ing. UNAM. p. 111-129.
  17. Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. 2010. Metodología de la investigación. MX. Consultado 21 May. 2014 <https://www.u-cursos.cl/fau/2013/2/DGH>  
[406/1/foro/r/Metodologia de la investigacion, 5ta Edicion - Sampieri.pdf](https://www.u-cursos.cl/fau/2013/2/DGH/406/1/foro/r/Metodologia_de_la_investigacion_5ta_Edicion_-_Sampieri.pdf)
  18. Martínez Rodríguez, E. 2007. Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de una locación de una PYME. Consultado 17 en jul. 2014. Disponible en [http://www.rcumariacristina.com/wp-content/uploads/2010/12/Elena\\_martinez\\_red.pdf](http://www.rcumariacristina.com/wp-content/uploads/2010/12/Elena_martinez_red.pdf)
  19. Moreno Jiménez, JM. 2002. El proceso analítico jerárquico (AHP). fundamentos, metodología y aplicaciones. Dpto. Métodos Estadísticos. Facultad de Económicas. ES, Universidad de Zaragoza.
  20. Moreno, CE. 2001. Método para medir la biodiversidad. Consultado 17 en jul. 2014. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
  21. Ospina Blandón. MJ. 2012. Aplicación del Modelo Multicriterio Metodologías AHP Y GP para la Valoración Económica de los Activos Ambientales. Tesis de Maestría. Manizales, CO, UN.
  22. Patiño Rodríguez, A. 2008. Análisis del modelo SCOR y su aplicación a una cadena de suministro del sector del automóvil. Tesis Mag. Valencia, ES, UPV. 24 p.
  23. Roche, H; Vejo, C. 2005. Métodos Cuantitativo Aplicados a la Administración: Material de Apoyo análisis multicriterio: modelo del proceso analítico jerárquico

- (AHP, Tomas Saaty – [www.expertchoice.com](http://www.expertchoice.com)). Consultado 31 Ago. 2013.  
Disponible en <http://www.youtube.com/bpmsg>
24. Rodríguez Bello, S. 2007. Toma Decisión Multicriteria con AHP, ANP y Lógica Difusa. Bogotá, CO. UNAL.
  25. Romero. C. 1996, Análisis de las decisiones multicriterio. Madrid, ES. Consultado 31 Ago. 2013. <http://www.sistemas.edu.bo/jorellana/ISDEFE/14%20Analisis%20de%20las%20Desiciones%20Multicriterio.PDF>
  26. Saaty, TL; Vargas, LG. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh. Pittsburgh, PA 15260, USA.
  27. Saaty, TL. 2012. Decision making for leaders: the analytical hierarchy process for decisions in a complex world. University of Pittsburgh, US. p. 263-273.
  28. Saaty, TL; Vargas, LG. 2014. Toma de decisiones para líderes. University of Pittsburgh, US.
  29. Toskano Hurtado, GB. 2005. El proceso de análisis jerárquico (AHP) para toma de decisiones en la selección de proveedores. Tesis Lic. En investigación operativa, PR, UNMSM.
  30. Villegas Flores, N. 2009. Análisis de valor en la toma de decisiones aplicado a carreteras. Tesis doctoral, Barcelona, ES, UPC.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: ENCUESTA PARA LOS EXPERTOS O PROFESORES

PROFESOR:

FACULTAD:

*RESOLVER: las matrices de comparación pareadas.*

Comparación de criterios
--------------------------

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5
Criterio 1	1				
Criterio 2		1			
Criterio 3			1		
Criterio 4				1	
Criterio 5					1

Criterio 1: Se refiere a los programas que demandan las empresas nacionales e internacionales
---

	A	B	C	D
A	1			
B		1		
C			1	
D				1

**Criterio 2: Se refiere a la amigabilidad y facilidad de manejo de los alumnos y profesores**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>1</b>			
<b>B</b>		<b>1</b>		
<b>C</b>			<b>1</b>	
<b>D</b>				<b>1</b>

**Criterio 3: Se refiere a los programas que va a potenciar el rendimiento de los alumnos**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>1</b>			
<b>B</b>		<b>1</b>		
<b>C</b>			<b>1</b>	
<b>D</b>				<b>1</b>

Criterio 4: Se refiere a los programas que son aplicable principalmente en el procesamiento de datos

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>1</b>			
<b>B</b>		<b>1</b>		
<b>C</b>			<b>1</b>	
<b>D</b>				<b>1</b>

Criterio 5: Se refiere al número de beneficiarios que utilizaran el programa

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>1</b>			
<b>B</b>		<b>1</b>		
<b>C</b>			<b>1</b>	
<b>D</b>				<b>1</b>

## *Descripción de los programas que se evaluaron*

**Minitab 17** ofrece importar sus datos desde Excel y bases de datos, de modo que pueda iniciar rápidamente su análisis.

Explore sus datos: Estadísticas básicas, Regresión y ANOVA, Herramientas de calidad, Diseño de experimentos, Gráficas de control, Confiabilidad y supervivencia y entre otros.

**SPSS 22** ofrece los procedimientos estadísticos principales que los gestores y los analistas necesitan para tratar las cuestiones empresariales y de investigación básicas. Este programa proporciona herramientas que permiten a los usuarios consultar datos y formular hipótesis para pruebas adicionales de forma rápida, así como ejecutar procedimientos para ayudar a aclarar las relaciones entre variables, crear clústeres, identificar tendencias y realizar predicciones.

Las tablas personalizadas permiten a los usuarios comprender fácilmente sus datos y a resumir los resultados de forma rápida en diferentes estilos y para diferentes públicos.

### **SQL Server: Business Intelligence para toda la organización con Office**

Una organización moderna necesita una plataforma BI flexible y segura capaz de ofrecer funcionalidad autoservicio a los usuarios finales, así como herramientas de TI eficaces preparadas para ocuparse de datos y requisitos empresariales tan variables. A través de Excel, ofrecemos nuevas funciones para detectar, analizar y visualizar datos, descubrir información privilegiada oculta y compartirla a través de SharePoint y Office 365. Con SQL Server, los profesionales de TI disponen de poderosas herramientas para compilar soluciones de datos modernas escalables en toda la organización, manteniendo la credibilidad y seguridad de los datos.

**QlikView** le permite entender a fondo su negocio de una manera completamente nueva: Consolidando datos útiles procedentes de múltiples fuentes en una sola aplicación. Explorando las asociaciones entre los datos.

Permitiendo una toma de decisiones social a través de una colaboración segura y en tiempo real. Visualizando los datos con unos gráficos atractivos y tecnológicamente avanzados.



Buscando en la totalidad de datos, de forma directa e indirecta. Interactuando con aplicaciones, cuadros de mando y análisis interactivos. Accediendo, analizando y capturando datos de dispositivos móviles.

**Microsoft Project** le ayuda a planificar proyectos y a colaborar con otras personas fácilmente. Tenga todo organizado y realice el seguimiento de los proyectos con el único sistema de administración de proyectos diseñado para trabajar sin ningún problema con otras aplicaciones de Microsoft y servicios en la nube.

El nuevo Project permite a su organización empezar proyectos rápidamente, priorizar la inversión de la cartera de proyectos y entregar resultados con el valor empresarial intencionado. Es la solución en línea flexible para la administración de la cartera de proyectos (PPM) y el trabajo de cada día, entregado a través de Office 365. El nuevo Project también está disponible para la instalación local.

**EViews** es un paquete estadístico para Microsoft Windows, usado principalmente para análisis econométrico. La versión más actualizada del EViews es la 8 que fue lanzada en Junio de 2013.

Este software combina la tecnología de hoja de cálculo con tareas tradicionales encontradas en software estadístico tradicional, empleando una interfaz de usuario gráfica. Estas características se combinan con un poderoso lenguaje de programación.

EViews puede ser empleado para análisis estadístico general, pero es especialmente útil para realizar análisis econométrico, como modelos de corte transversal, datos en panel y estimación y predicción con modelos de series de tiempo.

**@RISK (se pronuncia “at risk”)** realiza análisis de riesgo utilizando la simulación para mostrar múltiples resultados posibles en un modelo de hoja de cálculo, y le indica qué probabilidad hay de que se produzcan. Computa y controla matemática y objetivamente gran número de escenarios futuros posibles, y luego le indica las probabilidades y riesgos asociados con cada uno. Esto quiere decir que usted podrá decidir qué riesgos desea tomar y cuáles prefiere evitar, tomando la mejor decisión en situaciones de incertidumbre.

@RISK también le ayuda a planificar las mejores estrategias de administración de riesgo mediante la integración de RISK Optimizer, que combina la simulación Monte Carlo con lo último en tecnología de resolución de problemas para optimizar cualquier hoja de cálculo que contenga valores inciertos. Usando algoritmos genéticos u OptQuest, junto con las funciones de @RISK, RISK Optimizer puede determinar la mejor asignación de recursos, la distribución óptima de activos, el calendario más eficiente y mucho más.

EJEMPLO:

Criterio 1: Se refiere a los software que demandan las empresas nacionales e internacionales				
	A	B	C	
A	1	5	3	9
B		1	1/8	2
C			1	4
D				1

5 La alternativa **A** (el paquete de los software de A) es fuertemente más importante que la alternativa **B** (el paquete de los software de B).

9 La alternativa **A** (el paquete de los software de A) es extremadamente más importante que la alternativa **D** (el paquete de los software de D).

1/8 La alternativa **C** (el paquete de los software de A) es entre muy fuertemente y extrema más importante que la alternativa **B** (el paquete de los software de B).

Criterio	Concepto
Criterio 1	Se refiere a los <i>software</i> que demandan las empresas nacionales e internacionales
Criterio 2	Se refiere a la amigabilidad y facilidad de manejo de los alumnos y profesores
Criterio 3	Se refiere a los <i>software</i> que va a potenciar el rendimiento de los alumnos
Criterio 4	se refiere a los software que son aplicable principalmente en el procesamiento de datos
Criterio 5	se refiere al número de beneficiarios que utilizaran el <i>software</i>

A	B	C	D	
---	---	---	---	--

Minitab	Minitab	Minitab	Minitab	Estadística
SPSS	SPSS	SPSS	SPSS	Estadística
SQL	SQL	SQL	SQL	Base de datos
Eviews	@risk	Eviews	@risk	Economía
Microsoft Project	Microsoft Project	QlikView	QlikView	Gestión

Escala fundamental para comparaciones de pares		
Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento de objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la practica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2, 4, 6, 8	Para transar entre los valores anteriores	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	Si la actividad se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad <i>j</i> . entonces <i>j</i> tiene el valor recíproco cuando se la compara con <i>i</i> ( $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ).	Hipótesis del método

## ANEXO 2: LA MATRIZ DE CRITERIOS (EVM Y ENTROPÍA DE SHANNON)

**Cuadro 54: Matriz consolidada de criterios (fracciones)**

<b>Matrix</b>	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	<b>normalized principal Eigenvector</b>
	1	2	3	4	5	
Criterion 1	1	1	1/4	1/3	1/2	8,27%
Criterion 2	1	1	1/5	1/2	1/3	8,13%
Criterion 3	4	5	1	3	2	42,45%
Criterion 4	3	2	1/3	1	3	24,63%
Criterion 5	2	3	1/2	1/3	1	16,53%

**Cuadro 55: La Entropía de Shannon de la matriz consolidada de criterios**

Calculation of Consensus Indicator based on RGGM results														
<b>RGGM results</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<b>1,364</b>	$\beta$	
	1	9%	8%	43%	24%	16%	0%	0%	0%	0%	0%			
	2	13%	3%	5%	25%	54%	0%	0%	0%	0%	0%			
	3	3%	4%	11%	26%	55%	0%	0%	0%	0%	0%			
	4	59%	25%	5%	3%	9%	0%	0%	0%	0%	0%			
	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	8	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	9	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	10	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	11	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	13	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	14	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	15	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	16	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	17	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	18	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	19	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
20	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
<b>Shannon Entropy</b>												<b>3,4107</b>	$\alpha$	$D\alpha$
	1	0,213	0,207	0,363	0,341	0,297	0	0	0	0	0	1,42066		4,1
	2	0,261	0,103	0,159	0,348	0,334	0	0	0	0	0	1,20522		3,3
	3	0,098	0,137	0,247	0,351	0,328	0	0	0	0	0	1,16211		3,2
	4	0,311	0,345	0,146	0,108	0,21	0	0	0	0	0	1,11971		3,1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0	
												<b>4,6521</b>	$\gamma$	

**ANEXO 3: RESULTADO DE LAS MATRICES DE COMPARACION DE ALTERNATIVAS POR PARES (PROFESOR SOTOMAYOR)**

**Cuadro 14: Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 3**

Criterio 3: Se refiere a los software que va a potenciar el rendimiento de los alumnos

	A	B	C	D
A	1			
B		1		
C			1	
D				1

**Cuadro 15: Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 4**

Criterio 4: Se refiere a los software que son aplicable principalmente en el procesamiento de datos

	A	B	C	D
A	1			
B		1		
C			1	
D				1

**Cuadro 16: Matriz de comparación de alternativas por pares para el criterio 5**

Criterio 5: Se refiere al número de beneficiarios que utilizaran el software

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>1</b>			
<b>B</b>		<b>1</b>		
<b>C</b>			<b>1</b>	
<b>D</b>				<b>1</b>

## ANEXO 4: RGMM Y CR DEL CRITERIO 1

**Cuadro 18: Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Soto)**

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1	A	22%
2	Criterion 2	B	4%
3	Criterion 3	C	63%
4	Criterion 4	D	11%
5			0%
6			0%
7			0%
8			0%
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0%
10		questionsection ("+" in row 66)	0%

**Cuadro 22: Consistency ratio (Soto)**

Participant 2	1		$\alpha$ : 0,15	CR: 13%	1
Name	Weight	Date		Consistency Ratio	Scale

**Cuadro 19: Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Jeri)**

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1	A	21%
2	Criterion 2	B	53%
3	Criterion 3	C	16%
4	Criterion 4	D	10%
5			0%
6			0%
7			0%
8			0%
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0%
10		questionsection ("+" in row 66)	0%



**Cuadro 23: Consistency ratio (Fernández)**

Participant 3	1		$\alpha$ : 0,15	CR: 13%	1
Name	Weight	Date		Consistency Ratio	Scale

**Cuadro 20: Vector propio de RGMM para el criterio 1 (Jiménez)**

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1	A	60%
2	Criterion 2	B	7%
3	Criterion 3	C	29%
4	Criterion 4	D	4%
5			0%
6			0%
7			0%
8			0%
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0%
10		questionsection ("+" in row 66)	0%

**Cuadro 24: Consistency ratio (Jiménez)**

Participant 4	1		$\alpha$ : 0,15	CR: 15%	1
Name	Weight	Date		Consistency Ratio	Scale

**ANEXO 5: LA MATRIZ DEL CRITERIO 1 (EVM Y ENTROPÍA DE SHANNON)**

**Cuadro 56: Matriz consolidad del criterio 1 (fracciones)**

Matrix	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	0	0	0	0	0	0	normalized principal Eigenvector
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Criterion 1	1	2	1	3 2/9	0	0	0	0	0	0	35,13%
Criterion 2	1/2	0	1/3	1	0	0	0	0	0	0	14,28%
Criterion 3	1	3	0	2 5/8	0	0	0	0	0	0	37,44%
Criterion 4	1/3	1	3/8	0	0	0	0	0	0	0	13,14%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%

Se desarrolló igual para los Vector propio de RGMM de los criterios 2, 3, 4 y 5 por cada experto.

Se desarrolló igual también para la Matriz consolidad de los criterios 2, 3 4 y 5.

**Cuadro 57: La Entropía de Shannon de la matriz consolidada del criterio 1**

Calculation of Consensus Indicator based on RGM results														
<b>RGM results</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<b>1,2304</b>	$\beta$	
	1	23%	13%	31%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	2	22%	4%	63%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	3	21%	53%	16%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	4	60%	7%	29%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	8	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	9	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	10	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	11	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	13	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	14	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	15	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	16	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	17	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	18	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	19	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
20	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
<b>Shannon Entropy</b>	$p_{avg}$	0,318	0,191	0,347	0,144	0	0	0	0	0	0	<b>3,0628</b>	$\alpha$	$D\alpha$
	1	0,34	0,261	0,363	0,366	0	0	0	0	0	0	1,32971		3,8
	2	0,334	0,129	0,289	0,237	0	0	0	0	0	0	0,98973		2,7
	3	0,33	0,336	0,29	0,23	0	0	0	0	0	0	1,1855		3,3
	4	0,306	0,183	0,359	0,125	0	0	0	0	0	0	0,97237		2,6
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1,0	
	$p_{avg} \cdot \ln(p_{avg})$	0,364	0,316	0,367	0,279	0	0	0	0	0	0	<b>3,7683</b>	$\gamma$	

## ANEXO 6: EVM POR CADA CRITERIO

**Cuadro 26: EVM del criterio 2**

<b>Author</b>				
<b>Date</b>		Thresh: 1E-07	Iterations: 6	EVM check: 1,4E-08
<b>Table</b>	<b>Criterion</b>	<b>Comment</b>	<b>Weights</b>	<b>Rk</b>
	1 Criterion 1	A	35,6%	1
	2 Criterion 2	B	20,1%	3
	3 Criterion 3	C	34,9%	2
	4 Criterion 4	D	9,4%	4
	5		0,0%	
	6		0,0%	
	7		0,0%	
	8		0,0%	
	9	for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0,0%	
10	questionsection ("+" in row 66)	0,0%		

**Cuadro 27: EVM del criterio 3**

<b>Author</b>				
<b>Date</b>		Thresh: 1E-07	Iterations: 6	EVM check: 1,9E-08
<b>Table</b>	<b>Criterion</b>	<b>Comment</b>	<b>Weights</b>	<b>Rk</b>
	1 Criterion 1	A	32,4%	2
	2 Criterion 2	B	13,7%	4
	3 Criterion 3	C	39,4%	1
	4 Criterion 4	D	14,5%	3
	5		0,0%	
	6		0,0%	
	7		0,0%	
	8		0,0%	
	9	for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0,0%	
10	questionsection ("+" in row 66)	0,0%		

**Cuadro 28: EVM del criterio 4**

<b>Author</b>				
<b>Date</b>		Thresh: 1E-07	Iterations: 6	EVM check: 1,9E-08
<b>Table</b>	<b>Criterion</b>	<b>Comment</b>	<b>Weights</b>	<b>Rk</b>
	1 Criterion 1	A	34,5%	2
	2 Criterion 2	B	14,4%	4
	3 Criterion 3	C	36,3%	1
	4 Criterion 4	D	14,8%	3
	5		0,0%	
	6		0,0%	
	7		0,0%	
	8		0,0%	
	9	for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0,0%	
10	questionsection ("+" in row 66)	0,0%		

**Cuadro 29: EVM del criterio 5**

<b>Author</b>				
<b>Date</b>		Thresh: 1E-07	Iterations: 6	EVM check: 1,3E-08
<b>Table</b>	<b>Criterion</b>	<b>Comment</b>	<b>Weights</b>	<b>Rk</b>
	1 Criterion 1	A	45,4%	1
	2 Criterion 2	B	26,5%	2
	3 Criterion 3	C	19,8%	3
	4 Criterion 4	D	8,3%	4
	5		0,0%	
	6		0,0%	
	7		0,0%	
	8		0,0%	
	9	for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0,0%	
10	questionsection ("+" in row 66)	0,0%		

## ANEXO 7: LA CONSISTENCIA POR CADA CRITERIO

**Cuadro 31: Resultado de la consistencia del criterio 2**

Result	<b>Eigenvalue</b>	lambda:	<b>4,108</b>
	<b>Consistency Ratio</b> 0,37	GCI:	<b>0,14</b> CR: <b>4,0%</b>

**Cuadro 32: Resultado de la consistencia del criterio 3**

Result	<b>Eigenvalue</b>	lambda:	<b>4,077</b>
	<b>Consistency Ratio</b> 0,37	GCI:	<b>0,10</b> CR: <b>2,8%</b>

**Cuadro 33: Resultado de la consistencia del criterio 4**

Result	<b>Eigenvalue</b>	lambda:	<b>4,077</b>
	<b>Consistency Ratio</b> 0,37	GCI:	<b>0,10</b> CR: <b>2,8%</b>

**Cuadro 34: Resultado de la consistencia del criterio 5**

Result	<b>Eigenvalue</b>	lambda:	<b>4,091</b>
	<b>Consistency Ratio</b> 0,37	GCI:	<b>0,12</b> CR: <b>3,3%</b>

## ANEXO 8: LOS RESULTADOS DEL AHP (S\*) POR CADA CRITERIO

**Cuadro 36: AHP (S\*) del criterio 2**

n= 4	Number of criteria (3 to 10)	Scale: 1	Linear
N= 4	Number of Participants (1 to 20)	$\alpha$ : 0,15	Consensus: 71,7%
p= 0	selectedParticipant (0=consol.)	2 7	<b>Consolidated</b>

**Cuadro 37: AHP (S\*) del criterio 3**

n= 4	Number of criteria (3 to 10)	Scale: 1	Linear
N= 4	Number of Participants (1 to 20)	$\alpha$ : 0,15	Consensus: 61,4%
p= 0	selectedParticipant (0=consol.)	2 7	<b>Consolidated</b>

**Cuadro 38: AHP (S\*) del criterio 4**

n= 4	Number of criteria (3 to 10)	Scale: 1	Linear
N= 4	Number of Participants (1 to 20)	$\alpha$ : 0,15	Consensus: 56,3%
p= 0	selectedParticipant (0=consol.)	2 7	<b>Consolidated</b>

**Cuadro 39: AHP (S\*) del criterio 5**

n= 4	Number of criteria (3 to 10)	Scale: 1	Linear
N= 4	Number of Participants (1 to 20)	$\alpha$ : 0,15	Consensus: 77,6%
p= 0	selectedParticipant (0=consol.)	2 7	<b>Consolidated</b>

**ANEXO 9: RGMM DE LA MATRIZ DE COMPARACION DE CRITERIOS  
POR PARES**

**Cuadro 41: Vector propio de RGMM (Soto) para criterios**

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1		13%
2	Criterion 2		3%
3	Criterion 3		5%
4	Criterion 4		25%
5	Criterion 5		54%
6			0%
7			0%
8			0%
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0%
10		questionsection ("+" in row 66)	0%

**Cuadro 42: Vector propio de RGMM (Fernández) para criterios**

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1		3%
2	Criterion 2		4%
3	Criterion 3		11%
4	Criterion 4		26%
5	Criterion 5		55%
6			0%
7			0%
8			0%
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0%
10		questionsection ("+" in row 66)	0%

**Cuadro 43: Vector propio de RGMM (Jiménez) para criterios**

n	Criteria	Comment	RGMM
1	Criterion 1		59%
2	Criterion 2		25%
3	Criterion 3		5%
4	Criterion 4		3%
5	Criterion 5		9%
6			0%
7			0%
8			0%
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0%
10		questionsection ("+" in row 66)	0%



**ANEXO 10: ALFA y CR DE LA MATRIZ DE COMPARACION DE CRITERIOS POR PARES**

**Cuadro 45: Consistency ratio de criterios (Soto)**

Participant 2	1		$\alpha$ : 0,15	CR: 17%	1
Name	Weight	Date		Consistency Ratio	Scale

**Cuadro 46: Consistency ratio de criterios (Fernández)**

Participant 3	1		$\alpha$ : 0,15	CR: 16%	1
Name	Weight	Date		Consistency Ratio	Scale

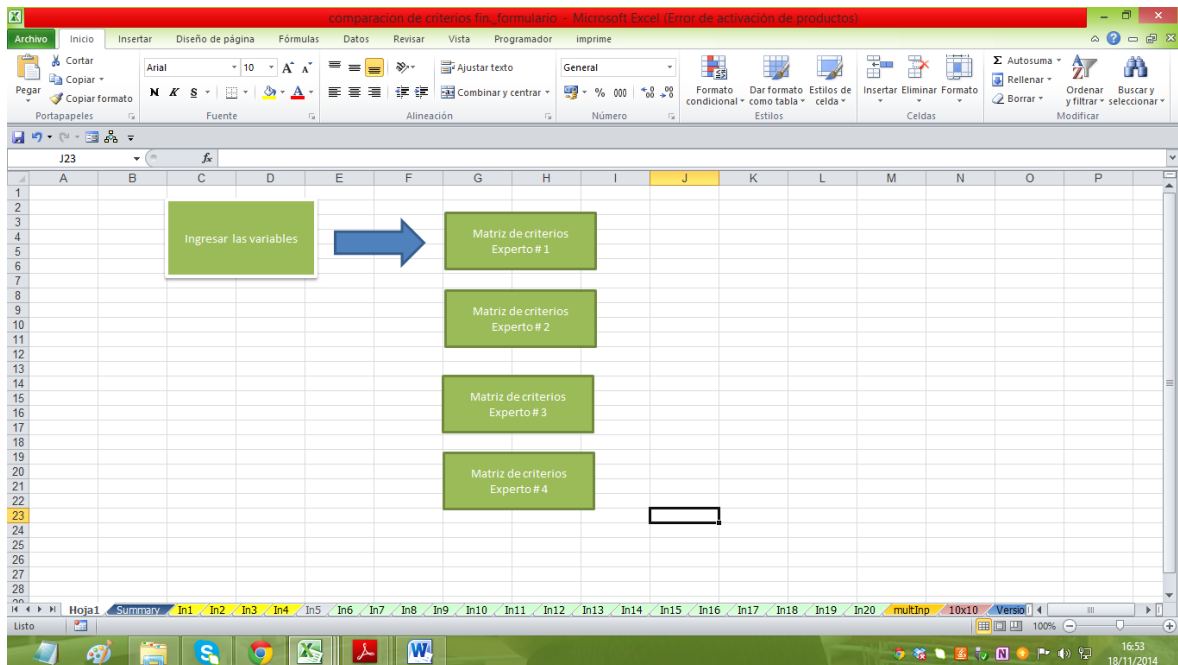
**Cuadro 47: Consistency ratio de criterios (Jiménez)**

Participant 4	1		$\alpha$ : 0,15	CR: 17%	1
Name	Weight	Date		Consistency Ratio	Scale

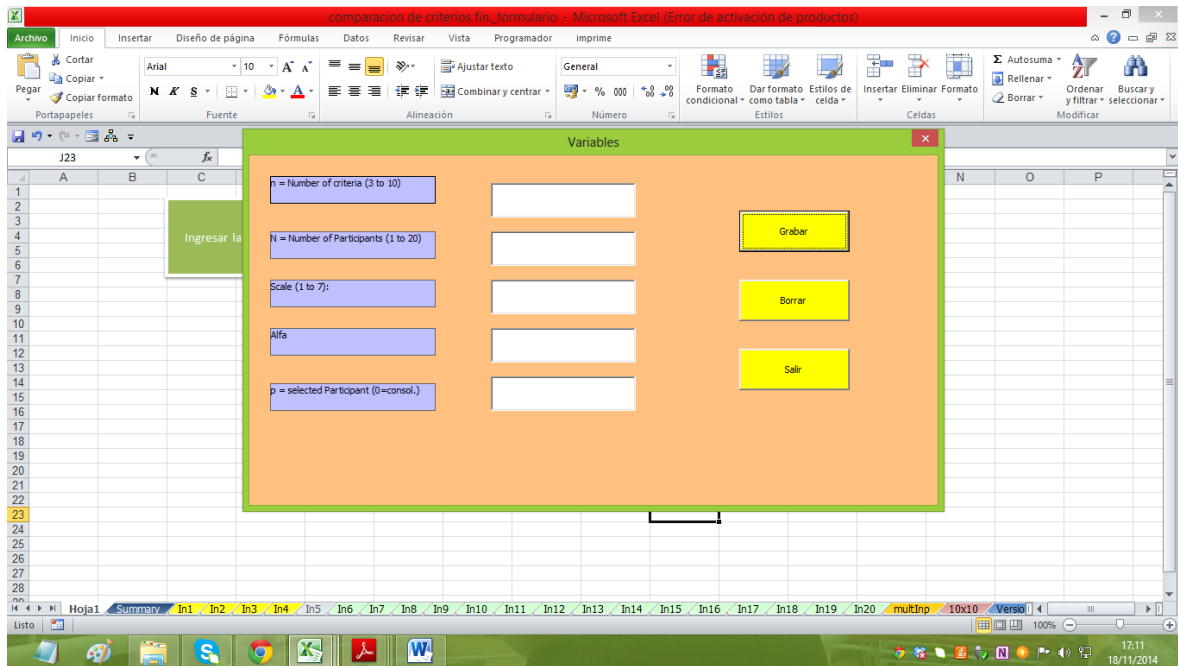
# ANEXO 11: PLANTILLA EN EXCEL DEL AHP ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (EVM MULTIPLE INPUTS - GOEPEL, KD VERSION 26.07.2014)



## Paso 1: Abrir el Excel de la plantilla (GOEPEL, KD VERSION 26.07.2014)



## Paso 2: Ingresar las variables



### Formulario: Proyecto - VBAProyect

```
Private Sub alfa_Change()  
End Sub  
  
Private Sub Borrar_Click()  
  
ncriterio = ""  
nparticipante = ""  
escala = ""  
alfa = ""  
pseleccion = ""  
  
End Sub  
  
Private Sub escala_Change()  
End Sub  
  
Private Sub Grabar_Click()  
  
Sheets("Summary").Activate  
Range("a5").Activate  
ActiveCell.Offset(0, 1) = ncriterio.Value  
ActiveCell.Offset(2, 1) = nparticipante.Value  
ActiveCell.Offset(0, 10) = escala.Value  
ActiveCell.Offset(2, 10) = alfa.Value  
ActiveCell.Offset(4, 1) = pseleccion.Value  
End Sub
```

```
Private Sub ncriteria_Change()  
End Sub
```

```
Private Sub nparticipante_Change()  
End Sub
```

```
Private Sub pseleccion_Change()  
End Sub
```

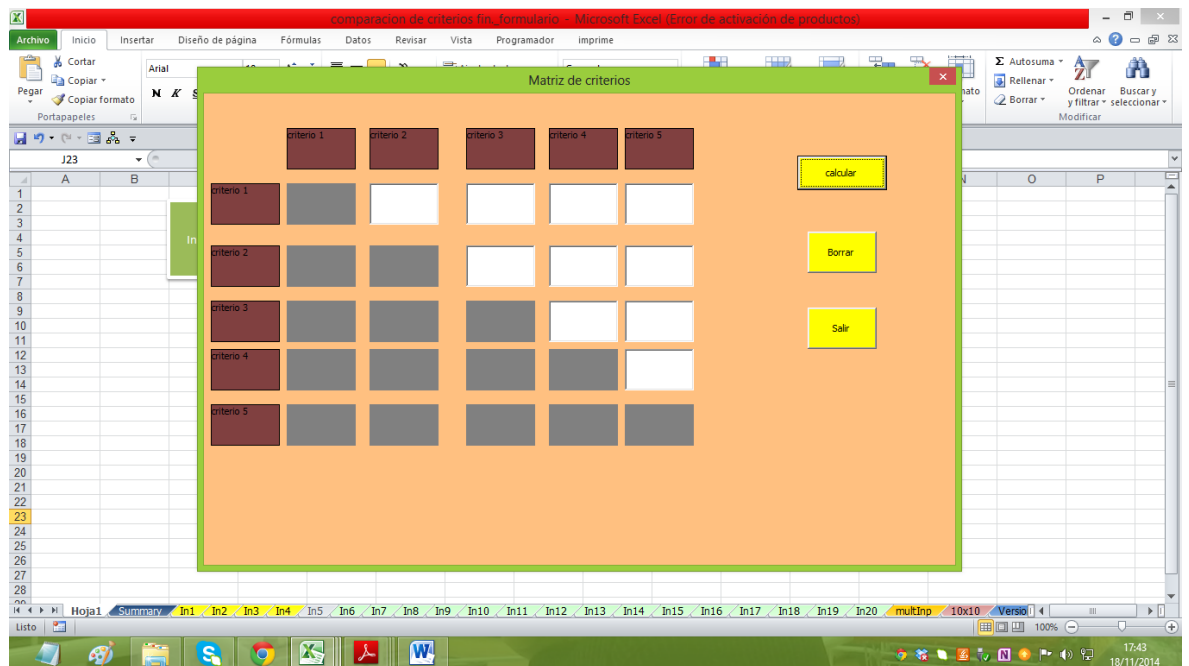
```
Private Sub Salir_Click()  
End  
End Sub
```

```
Sub variables()  
End Sub
```

```
UserForm1.variables.Show
```

```
End Sub
```

### Paso 3: Ingresar las variables



Formulario: Proyecto - VBAProyect

```
Private Sub Borrار_Click()

crit12 = ""
crit13 = ""
crit14 = ""
crit15 = ""
crit23 = ""
crit24 = ""
crit25 = ""
crit34 = ""
crit35 = ""
crit45 = ""

End Sub

Private Sub calcular_Click()

Dim criterio As Double
'criterio 12
Sheets("In1").Activate
Range("l21").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit12.Value
If Val(crit12) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit12.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit12))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If
'criterio 13
```

```

Range("l22").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit13.Value
If Val(crit13) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit13.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit13))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If
'criterio 14
Range("l23").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit14.Value
If Val(crit14) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit14.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit14))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If
'criterio 15
Range("l24").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit15.Value
If Val(crit15) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit15.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit15))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If

```

```
'criterio 23
Range("l28").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit23.Value
If Val(crit23) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit23.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit23))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If
'criterio 24
Range("l29").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit24.Value
If Val(crit24) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit24.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit24))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If
'criterio 25
Range("l30").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit25.Value
If Val(crit12) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit25.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit25))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
```

```

End If
'criterio 34
Range("l34").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit34.Value
If Val(crit34) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit34.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit34))
ActiveCell.Offset(1, 1) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If
'criterio 35
Range("l35").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit35.Value
If Val(crit35) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit35.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit35))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
End If
'criterio 45
Range("l39").Activate
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit45.Value
If Val(crit45) > 1 Then
ActiveCell.Offset(0, 0) = crit45.Value
ActiveCell.Offset(0, -1) = "A"
Else
criterio = Int(1 / Val(crit45))
ActiveCell.Offset(0, 0) = criterio

```



```
ActiveCell.Offset(0, -1) = "B"
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub crit24_Change()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub crit34_Change()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub crit13_Change()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub crit26_Change()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label10_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label2_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label5_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label6_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label7_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label9_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub crit12()_Change()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Salir_Click()
```

```
End
```

```
End Sub
```