

MODELO ALTERNATIVO PARA CALCULAR EL COSTO DE LOS RECURSOS PROPIOS



Autor

Martha Lucía Pachón Palacios



Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN

**Modelo alternativo para calcular el costo de los recursos propios
(1994-2004)**

[Recurso Electrónico] / Pachón Palacios Martha Lucía --
Bogotá : Universidad EAN, 2013. -- (Cuaderno de Investigación)

152 p.

ISBN: 978-7958-756-200-2

1. Administración de empresas 2. Planificación 3. Costos de
producción

658.408 CDD



Edición

Dirección Gestión del Conocimiento

Revisor de Estilo

Jhony Caicedo

Diseño de carátula

Leonel Guerrero C.

Diagramación

Leonel Guerrero C

Publicado por Ediciones EAN 2013.

Todos los derechos reservados.

© Universidad EAN, Carrera 11 No. 78-47 Bogotá D.C., Colombia, 2013

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad EAN®

Contenido

1.	Introducción.....	5
2.	Marco teórico.....	11
3.	Metodología.....	61
4.	Conclusiones.....	105
	Bibliografía.....	121
	Apéndice.....	127

ACERCA DEL AUTOR

Martha Lucia Pachon P.

Administradora de Empresas (U. Externado de Colombia), Especialista en Finanzas (U. del Rosario, Colombia), Magíster en Economía (U. Javeriana, Colombia).

Profesor Asociado de la Facultad de Postgrados de la Universidad EAN, Coordinadora de la Maestría en Gestión Financiera de la misma Universidad. Durante muchos años sus áreas de interés han sido los aspectos tanto aplicados como teóricos de las finanzas corporativas, en la creación de modelos financieros para la solución de problemas empresariales, el cálculo de la prima de riesgos y la medición del costo de los recursos propios, así mismo cuenta con una amplia experiencia en la enseñanza a todos los niveles de las finanzas corporativas. La Profesora Pachón ha publicado varios artículos sobre temas financieros, ha sido Ponente en eventos como: el XII Internacional Finance Conference 2012, el Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2012 y un artículo aceptado para el XL VII Asamblea Anual - CLADEA 2012.

Con experiencia como Docente en la Universidad del Rosario, la Universidad Javeriana, la Universidad Externado de Colombia y la Universidad EAN, en asignaturas del área financiera. Autora del artículo titulado “El cálculo del costo de los recursos propios. Una metodología alterna para compañías que no cotizan en Bolsa” publicado en las Memorias del evento Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2012. Coautora del artículo titulado “La creación de un mercado Alternativo Bursátil. Una posibilidad para la financiación de medianas y pequeñas empresas en Colombia”, publicado en las Memorias del evento International Finance Conference 2012. Autora de artículos publicados en la Revista Coyuntura Pyme (ANIF), edición 38 y 40, del año 2012. Coautora del libro titulado, “Una aproximación

a los estudios de futuro”, publicado por la Universidad Externado de Colombia en el año 2004.

Adicionalmente, con amplia experiencia en el sector financiero en entidades como: Banco de Bogotá, Banco GNB Banco Sudameris, Central de Inversiones (CISA), Fondo Nacional de Garantías, Banco Agrario, entre otras.

Agradecimientos

Agradezco a los investigadores de la Universidad EAN por sus comentarios y sugerencias con el fin de lograr con éxito la publicación de esta investigación.

Muy especialmente agradezco a las siguientes personas:

Doctor Ignacio Vélez, Profesor – Investigador, Universidad Tecnológica de Bolívar, por su, revisión, corrección, apreciación, enseñanzas y visto bueno sobre el contenido total de la investigación.

Doctor Rafael Camargo, Coordinador de Investigación y Desarrollo, Centro de Gestión de Información y Finanzas, Facultad de Administración de Empresas, Universidad Externado de Colombia, por sus comentarios, revisión y visto bueno para la publicación.

Doctor Hernán Quintanilla, Profesor – Investigador, Facultad de Administración, Universidad del Rosario, por la revisión de la metodología AHP.

Ingeniero Mauricio Pachón Palacios, por la revisión de la metodología AHP.

Doctor David Londoño, Director de la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad Javeriana, por su colaboración y consejos para la terminación de este trabajo.

Doctor Jorge Rosillo, Profesor – Investigador, Facultad de Administración, Universidad de Javeriana, por la iniciativa de desarrollar una investigación referente al cálculo del costo de los recursos propios.

Doctor Alejandro Vivas, Director de Investigaciones de la Universidad Javeriana, por sus comentarios, enseñanzas y el enriquecimiento al trabajo.

De igual manera, agradezco a las 30 empresas que participaron contestando la encuesta que permitió la aplicación de la metodología propuesta en esta investigación y a las cuales se les conserva el anonimato.

Y principalmente agradezco a mi madre, Lucía Palacios Mora, por su dedicación, entrega y apoyo incondicional para llevar a cabo este proyecto.

Quedo en deuda con todos aquellos que de una u otra forma pusieron su voluntad y paciencia a mi servicio.

CAPÍTULO 1

Introducción

Este libro es producto de la investigación realizada durante varios años sobre el costo de los recursos propios. El objetivo del estudio es encontrar una metodología que de manera práctica, aplicada y con bases teóricas facilite de forma acertada, el cálculo del costo de estos recursos.

En el texto se resume el resultado de la investigación. Se describe el planteamiento de una metodología para calcular el costo de los recursos de los accionistas (también llamado rentabilidad exigida a las acciones), sin apalancamiento financiero (sin deuda), incorporando los principales factores de riesgo, sistemáticos y no sistemáticos, que tienen en cuenta los Gerentes Financieros, de Proyectos y de Estrategia de las empresas al momento de tomar decisiones.

Actualmente, el modelo más utilizado para estimar el riesgo del inversionista o tasa esperada por él, es el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), formulado por Sharpe (1964), que basa su estimación en el comportamiento de las rentabilidades de las empresas con respecto a la rentabilidad del mercado, condición que limita su uso a empresas cotizantes en bolsas de valores.

La metodología alterna planteada en este documento, corrige la limitación del CAPM, lo que permite que cualquier empresa en el mercado pueda utilizarlo independiente de cotizar en bolsa, lo importante para ser utilizado es cuantificar los riesgos de la empresa para establecer la prima mínima de riesgo requerida que permita cubrir estos riesgos y obtener una ganancia, que es la rentabilidad exigida por el accionista (costo de los recursos propios).

La metodología propuesta parte de retomar la ecuación definida por el *Capital Assets Pricing Model CAPM*, $K_u = R_f + \text{Prima de riesgo}$, teniendo en cuenta los factores de riesgo de las empresas directamente tomados del mercado (vía encuestas), y utilizando la herramienta de Análisis Jerárquico con estos factores, calcular la prima de riesgo para sumarla a la tasa libre de riesgo y obtener como resultado el costo de los recursos propios, sin apalancamiento financiero.

En el marco teórico se explican brevemente las teorías existentes alrededor de la medición del costo de los recursos de los accionistas, con apalancamiento financiero (K_e) y sin apalancamiento financiero (K_u), y la herramienta utilizada en este estudio denominada Análisis Jerárquico. Al analizar las teorías se concluye que uno de los componentes para medir dicho costo es la prima que solicita el inversionista o accionista por el riesgo que asume al participar en un proyecto o empresa determinados, por consiguiente se explica en la simulación y resultados el significado de riesgo y la categorización de los riesgos empresariales que hacen parte de este estudio.

Con las diferentes teorías desarrolladas y teniendo en cuenta el modelo CAPM (Sharpe 1964), que es el más utilizado debido a que genera datos confiables tomados del comportamiento del mercado bursátil, se diseña un modelo que puede ser utilizado por cualquier empresa pero principalmente por aquellas que no cotizan en bolsa, ya que es un modelo que no toma las variables del comportamiento de las rentabilidades del mercado, sino que toma las variables de riesgo directamente de los procesos y operación de las empresas.

Dentro de las variables de riesgos que se incluyeron para la realización de la encuesta y en la aplicación del Análisis Jerárquico, no se incluyeron variables para medir el endeudamiento, por tal razón la metodología implementada en esta investigación corresponde

al cálculo de los recursos propios sin apalancamiento financiero K_u (sin deuda). Sería importante para próximas investigaciones incluir la variable deuda para medir el costo de los recursos propios con apalancamiento financiero, K_e (con deuda).

El proceso y la metodología utilizada en esta investigación, Análisis Jerárquico, Analytical Hierarchical Process (AHP), así como su aplicación a varios estudios a nivel mundial, se describe en el marco teórico, con el fin de que en la simulación y resultados se comprenda cada uno de los pasos utilizados para calcular la prima de riesgo.

Para establecer los factores de riesgo que tienen en cuenta las empresas al momento de tomar sus decisiones se desarrolla una encuesta dirigida a las organizaciones y aplicada directamente a personas del nivel directivo de las áreas Financiera, de Proyectos y de Estrategia, quienes son considerados como las personas dentro de la organización que toman decisiones principalmente de inversión y financiación, teniendo en cuenta los riesgos que los afecta, de esta manera se conoce, en su concepto, cuál es la cuantificación de los riesgos y la importancia de cada uno de ellos dentro de la organización.

Tomar como partida el desarrollo de una encuesta dirigida a expertos (Gerentes Financieros, de Proyectos y/o Riesgos de cada una de las compañías a las que se les aplicó la metodología) como lo hace el Análisis Jerárquico, no es tan ilógico ya que una de las técnicas más utilizadas en los estudios prospectivos es el Método Delphi (ver Apéndice A), una técnica subjetiva basada en la opinión de expertos para sondear la evolución del entorno de las empresas y en algunos casos de países.

El nombre de este método de prospección viene del oráculo de Delphos, ubicado en la antigua Grecia, al que se acudía para hacer preguntas al dios a través de una sacerdotisa. Aunque las

respuestas tienen un carácter ambiguo, el oráculo de Delphos era el que tenía mejor reputación por la certeza de sus predicciones.

Esa misma excelencia de prospección es la que pretende el Método Delphi y el Análisis Jerárquico, la consulta, a través de cuestionarios, para buscar un consenso en un grupo de entre 25 y 30 expertos que presupone una forma óptima y contrastada de evaluación.

En el capítulo de la metodología con los resultados de la encuesta y mediante una metodología multicriterio, Analytical Hierarchical Process (AHP), se integran los elementos que constituyen la medición del riesgo privado, se establece la prima de riesgo y posteriormente se hace el cálculo del costo de los recursos de los accionistas, disminuyendo las limitaciones que presenta el modelo CAPM, ya que este nuevo modelo supera que la empresa no este cotizando en bolsa.

Actualmente, según información pública de la Bolsa de Valores de Colombia¹ se encuentran inscritas 134 empresas de las cuales sólo cotizan 55, quienes podrían utilizar el modelo de CAPM, si se tiene en cuenta que en Colombia existen más de 1.000.000² de empresas a nivel nacional se evidencia la necesidad de diseñar una nueva alternativa para que dichas empresas puedan establecer el costo de sus recursos propios teniendo en cuenta sus riesgos.

En las conclusiones se explican los resultados obtenidos, se realiza una comparación entre la estimación de la prima de

¹ www.bolsadevalores.gov.co consultada el 22 de marzo 2011

² www.camaradecomercio.gov.co consultada el 22 de marzo 2011

riesgo calculada de modo tradicional, para aquellas empresas que de las 30 encuestadas se encuentran cotizando en bolsa, y la metodología utilizada en esta investigación AHP, se definen cuáles son los riesgos más influyentes en el momento de tomar decisiones y se hace una breve descripción de algunas de los aportes realizados por las empresas encuestadas, más allá de lo académico.

La importancia de establecer el valor del costo de los recursos propios ha sido un tema importante en las finanzas, investigadores han formulado teorías y realizado pruebas empíricas para tratar de expresar en modelos, metodologías y formulas matemáticas diferentes formas de llegar al cálculo de estos recursos.

Para entender con precisión la importancia de medir el costo de los recursos propios, con apalancamiento financiero (K_e) y sin apalancamiento financiero (K_u), se debe explicar primero de dónde viene y para qué sirve el concepto: costo de los recursos propios.

El costo de los recursos propios hace parte del *costo promedio de capital* (CPC) o *weight average capital cost* (WACC) que es el cálculo que permite determinar cuánto valen los fondos utilizados para desarrollar un proyecto, inversión o empresa, teniendo en cuenta que los recursos pueden ser provistos por dos fuentes de financiación; **deudas**, que sería una fuente externa (terceros), y **recursos propios**, fuente interna (socios).

Una de las grandes preocupaciones en finanzas es la medición del costo promedio de capital para establecer la forma óptima de financiar la ejecución de proyectos, o determinar la generación de valor de futuras inversiones o de empresas.

Una forma de medir el costo promedio de capital es por medio de la suma de los costos involucrados en la financiación, ya sean deudas o recursos propios. Para establecer la suma se debe

conocer el porcentaje de participación de las fuentes en el total de la estructura financiera para ser multiplicados por cada uno de sus costos o rendimientos esperados.

$$WACC = \left(\frac{E}{D + E}\right)K_e + \left(\frac{D}{D + E}\right)(1 - T)(K_d) \quad (1)$$

WACC : Costo de capital promedio ponderado

K_e : Costo o tasa de interés de los recursos propios

K_d : Costo o tasa de interés de la deuda

T: Tasa de impuestos

E: Valor del patrimonio

D: Valor total del pasivo

$(E/D+E)$: Porcentaje de participación del patrimonio en el total de la estructura financiera.

$(D/D+E)$: Porcentaje de participación de las deudas (pasivo) en el total de la estructura financiera.

Esta fórmula conocida como el WACC (costo de capital promedio ponderado) mide el promedio ponderado de los costos de las fuentes de financiación, como una aproximación a la tasa de interés de oportunidad o a la rentabilidad mínima requerida por un inversionista específico.

El WACC es la tasa de interés de descuento que se utiliza para traer al valor presente los flujos de caja libre esperados de un proyecto con el fin de establecer si existe un remanente, es decir si con el desarrollo de un proyecto específico hay generación de valor.

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{FCL_t}{(1 + WACC)^t} \quad (2)$$

VPN: Valor presente neto

FCL: Flujos de caja libre esperados en el periodo *t*

n: Tiempo de duración del proyecto, desde hasta

En otras palabras para saber si un proyecto es viable o no, se deben descontar sus flujos esperados con la tasa de interés denominada WACC, dentro de esta tasa hay un componente de costo generado por deudas K_d , fuentes de recursos externos que pueden ser originados por créditos del sistema financiero o emisión de títulos de deuda, y otro componente que es el costo de los recursos propios, K_e o K_u que es el costo que se pretende mediante una metodología multicriterio, Analytical Hierarchical Process (AHP), calcular y aplicar a 30 empresas de Colombia, tomadas del listado de las 3.000 empresas más grandes del país, en términos del total de activos, según la base de datos de la Superintendencia de Sociedades del año 2009.

1.1

Planteamiento del problema

Si las empresas para calcular la viabilidad de un proyecto o inversión miden equivocadamente el costo de los recursos propios, sea por encima de su valor real o por debajo, pueden descartar proyectos que en definitiva eran viables, proyectos que pueden contribuir a la generación de rentabilidades dentro de la organización y a su vez al crecimiento del país.

Adicionalmente, el cálculo equivocado del costo de los recursos propios puede originar la exigencia inadecuada, por parte de los inversionistas, de rentabilidades en empresas y proyectos en donde no son posibles los niveles de rentabilidad exigidos. Es decir que el inadecuado cálculo de los recursos propios puede ocasionar que el inversionista exija rentabilidades por encima o por debajo de las que puede cumplir un determinado proyecto o empresa, ocasionando el desperdicio de recursos o sobrecostos.

1.2 Hipótesis

Si se calcula el costo de los recursos propios teniendo en cuenta los riesgos sistemáticos y no sistemáticos, por medio de la identificación de las principales categorías de riesgos inherentes a las empresas, capturando la información directamente de las empresas por medio de la elaboración de una encuesta, es de esperarse que la toma de decisiones para la viabilidad o no de proyectos y empresas sea más acertada que simplemente aplicando el modelo Capital Assets Pricing Model CAPM, debido a que basa su estimación en el comportamiento de las rentabilidades de las empresas con respecto a la rentabilidad del mercado y no con relación a los riesgos de la organización.

CAPÍTULO 2

Marco teórico

En el marco teórico se explican brevemente las teorías existentes alrededor de la medición del costo de los recursos de los accionistas, con apalancamiento financiero (K_e) y sin apalancamiento financiero (K_u), de igual manera se pretende explicar la herramienta utilizada en este estudio para el cálculo de la prima de riesgo, denominada Análisis Jerárquico.

2.1 Gordon y Shapiro (1956)

En 1956, Gordon y Shapiro definen un modelo que permite determinar el precio de las acciones basado en las expectativas futuras de dividendos, consideran dos posibilidades, que los dividendos crezcan o que permanezcan constantes.

El cálculo del costo de los recursos propios se realiza considerando los pagos a los accionistas como una perpetuidad.

a. Si los dividendos son constantes se tiene:

$$K_e = \frac{D}{P} \quad (3)$$

K_e : Costo contable del capital

D : Dividendo común al final del año o periodo

P : Precio de las acciones

b. Con dividendos crecientes a una tasa constante g :

$$K_e = \frac{D_l}{P_o} + g \quad (4)$$

K_e : Costo del capital contable

D_l : Dividendo común al final del año o periodo

P_o : Precio de las acciones

g : Tasa de crecimiento del dividendo

Como concluye Rosillo (2009), en un estudio realizado sobre el costo de capital, el valor del cálculo de los recursos propios de este modelo depende de cómo se calcule g (el crecimiento de los dividendos).

Rosillo (2009) comprueba por medio del siguiente ejercicio, que el crecimiento de g cambia dependiendo de la serie histórica que se tome, adicionalmente el modelo solo se podría aplicar a empresas que coticen en bolsa y que distribuyan dividendos. El ejemplo aplicado se realiza con una serie de tiempo de pagos de dividendos de forma anual de una empresa determinada.

Tabla 1. Dividendos por período Textiles ABC

Período	Dividendos por acción textiles ABC	% de crecimiento de los dividendos por periodo
Dic-90	345	
Dic-91	360	4,35%
Dic-92	360	0,00%
Dic-93	365	1,39%
Dic-94	370	1,37%
Dic-95	376	1,62%
Dic-96	382	1,60%
Dic-97	396	3,66%
Dic-98	402	1,52%
Dic-99	410	1,99%
Dic-00	415	1,22%
Dic-01	413	-0,48%
Dic-02	423	2,42%
Dic-03	418	-1,18%
Dic-04	418	0,00%

Fuente. Rosillo (2009)

Si para calcular el valor de “g” se toman todos los datos de la serie histórica desde diciembre del año 90, el resultado es el siguiente:

$$418 = 345 * (1+g)^{14}$$

$$\frac{418}{345} = (1+g)^{14}$$

$$g = 1,38\%$$

Mientras que si se toma la información desde diciembre del año 2.000, el valor del “g” sería el siguiente:

$$415 = 345 * (1+g)^4$$

$$\frac{415}{345} = (1+g)^4$$

$$g = 0,18\%$$

Lo que hace concluir que dependiendo desde donde se tome la serie el valor de g cambia, si se toman todos los datos de la serie desde el año 1990 a 2004 el crecimiento de g es de 1,38%, mientras que si se toman los último cinco años el g daría solo el 0,18%, esto ocasiona que el cálculo de los recursos propios también sea diferente.

El argumento de los defensores de este método es que el K_e es la rentabilidad exigida al mercado (a una cartera diversificada), y debe coincidir con la rentabilidad esperada por el mercado:

$$K_e = E(R_M) = R_f + P_M \quad (5)$$

$$\text{Por consiguiente: } P_M = \frac{D_l}{P_o} + g - R_f \quad (6)$$

K_e : Costo de los recursos propios

R_M : Rentabilidad del mercado

$E(R_M)$: Rentabilidad esperada por el mercado

R_f : Tasa de rentabilidad del activo libre de riesgos

P_M : Prima de riesgo

Aplicando esta última expresión al mercado en su conjunto, D_l/P_o es la rentabilidad por dividendos media de la bolsa, g es el crecimiento esperados de los dividendos por el mercado y R_f es la tasa sin

riesgo. Bastaría con estimar el crecimiento de los dividendos esperado por el mercado para calcular la prima de riesgo del mercado.

Para que estos cálculos tengan sentido es preciso suponer que el precio de las acciones coincide con su valor y que existe un crecimiento de los dividendos esperado por el mercado.

El problema de este método es pretender que las expectativas de los inversionistas son homogéneas. Por otro lado si las expectativas fueran homogéneas, tendría sentido hablar de la prima de riesgo del mercado, porque todos los inversionistas tendrían la misma cartera de mercado, y las mismas expectativas sobre esa cartera. Pero al no ser homogéneas, es de suponer que cada inversionista tendrá una prima de riesgo diferente, el inversor que espere un mayor crecimiento obtendrá una prima de riesgo de mercado superior. Por otro lado, no todos los inversionistas esperan que los dividendos crezcan geométricamente a una tasa constante (Fernández y Carabias 2006) y como se evidenció en el ejemplo dependiendo desde donde se tome la serie el valor de g cambia.

2.2

Modigliani y Miller (1958)

Modigliani y Miller (1958), hacen dos proposiciones. En la primera, llegan a la conclusión que el valor de la empresa no se ve afectada por la estructura de capital. Es decir, que los activos de cualquier empresa deben generar por sí mismos un rendimiento, independiente si fueron adquiridos con recursos propios o por deuda, por consiguiente los cambios en la estructura de capital no aumentan el valor de la empresa.

En el caso de ausencia de impuestos, Modigliani y Miller exponen una empresa sin crecimiento y sin nuevas inversiones netas,

concluyendo que el valor de tal empresa estaría dado por:

$$V = \frac{\overline{NOI}}{k} = \frac{\overline{X}}{k} \quad (7)$$

V : Valor de la empresa

$\overline{NOI} = \overline{X}$: Ingreso neto

k : Costo de capital

Es decir que el valor de la empresa V es igual a los flujos de caja a perpetuidad NOI del proyecto, empresa o actividad, divididos por su costo de capital k .

Esta proposición I, de Modigliani y Miller (MM) los lleva a concluir que las empresas que se encontraban en una clase determinada de riesgo, tendrían la misma tasa de descuento aplicable, lo que significa que dos empresas que tienen los mismos flujos de caja futuros con igual riesgo tienen el mismo valor, la medición de k depende del grado de riesgo de la empresa, proyecto o actividad.

Con influencia del apalancamiento, es decir agregando deuda, la expresión del valor de la empresa no se vería afectada. Modigliani y Miller comprueban que el valor de la empresa apalancada es igual al valor de la empresa no apalancada, es decir que el costo de capital de cualquier empresa es independiente de su estructura de capital.

Cruz (2002) destaca lo siguiente:

De igual manera, mostraron que el valor de un flujo de caja apalancado de un proyecto es igual al valor de mercado si el flujo fuera no apalancado, más el valor de mercado del flujo de ahorro de impuestos sobre pagos de intereses asociados con la deuda empleada para financiar el proyecto. Especificaron el valor del componente no apalancado como el valor presente de los flujos de caja no apalancados descontados a un costo de

capital apropiadamente ajustado al riesgo no apalancado, y especificaron el valor del componente de ahorro de impuestos como el valor presente neto del ahorro tributario debido a los intereses financieros descontado al costo de la deuda.

$$NI = (X - K_d D) - (X - K_d) T \quad (8)$$

NI : Ingreso neto
 $X = NOI$: Ingreso operativo neto
 D : Deuda
 K_d : Costo de la deuda
 T : Tasa de impuesto

Al deducir el costo del capital contable sería:

$$K_e = K_u + (K_u - K_d) (1 - T) \frac{D}{E} \quad (9)$$

K_u : Costos de capital sin apalancamiento financiero
 K_e : Costo del capital propio
 K_d : Costo de la deuda
 D : Valor de la deuda
 E : Valor del capital propio

Aplica cuando la tasa de descuento del ahorro en impuestos es K_d y además se trata de perpetuidades.

El costo de capital de la firma sería:

$$K_o = K_d (1 - T) \frac{D}{V} + K_e \frac{E}{V} \quad (10)$$

K_o : Costo de capital de la firma
 V : Valor de los activos

Se concluye que en un mundo sin impuestos corporativos, el promedio del costo de capital es una constante bajo los supuestos dados. Con impuestos, el promedio del costo del capital disminuye a media que aumenta la razón deuda-capital contable hasta cierto punto, donde el riesgo aumenta para los dueños de los recursos propios y se incrementa el costo promedio de capital (Rosillo, 2009). Esta afirmación explica la proposición II, de MM que dice que el costo de capital contable, después de incluir el apalancamiento, aumenta con la razón de deudas a capital contable D/E de una manera lineal debido a que un mayor grado de apalancamiento financiero ocasiona que los accionistas se encuentren expuestos a un mayor riesgo.

$$K_e = K_u + (K_u - K_d) \frac{D}{E} \quad (11)$$

K_u : Costos de capital sin apalancamiento financiero

K_e : Costo del capital propio

K_d : Costo de la deuda

D : Valor de la deuda

E : Valor del capital propio

Aplica cuando la tasa de descuento del ahorro en impuestos es K_u y además para flujos finitos y perpetuidades.

Esto significa que cualquier intento por sustituir deuda barata por un patrimonio caro reduce el costo de capital, pero el patrimonio restante más caro, es lo suficientemente más caro, que origina que el costo de capital se mantenga constante.

Sin embargo, en la ecuación (10), Modigliani y Miller (1963) proponen calcular la estructura de financiación de la empresa, $K_d(1 - T)D/V$ y $K_e E/V$, utilizando valores contables de D y E, en lugar de valores de mercado, lo que es un error, debido a que los valores contables generados por una compañía son diferentes a los valores originados del mercado.

2.3 Sharpe (1964)

Más tarde en 1964 William F. Sharpe calcula el rendimiento requerido sobre las acciones por medio del enfoque denominado modelo de valoración de los activos de capital (CAPM), sus siglas se derivan del nombre en inglés Capital Assets Pricing Model. La ecuación explica el comportamiento de un activo financiero en función del mercado y define su rendimiento esperado como la suma del rendimiento de un instrumento libre de riesgo R_f más una prima de riesgo $\beta(E(R_m) - R_f)$ que equivale a la diferencia entre la rentabilidad del mercado y la rentabilidad de un instrumento libre de riesgo multiplicada por el coeficiente de variabilidad del activo financiero β ; este último muestra cómo varía el rendimiento del activo financiero ante cambios en el rendimiento del mercado $\beta_e = \frac{\sigma_{em}}{\sigma_m^2}$;

que es la relación entre la covarianza del rendimiento de la acción y el rendimiento del portafolio de mercado con la varianza del rendimiento del portafolio de mercado, si el Beta para el patrimonio de una empresa es estimado, la fórmula del costo del patrimonio será el retorno requerido:

$$K_e = R_f + \beta_{\text{patrimonio}}(E(R_m) - R_f) \quad (12)$$

La principal contribución de Sharpe a la teoría para determinar la prima de riesgo, es el cálculo $\beta(E(R_m) - R_f)$, sin embargo para usar el modelo es necesario que la empresa se encuentre cotizando en bolsa, el mercado sea estable y las políticas de la empresa permanezcan constantes, o de lo contrario dejará de ser válido ante estos cambios en los supuestos.

Según la conclusión fundamental que establece el modelo *Capital Assets Pricing Model* (CAPM), que el riesgo relevante de una acción es el nivel de riesgo que aporta a un portafolio bien diversificado, el criterio de este tipo de portafolio es el de mercado, es decir uno que contenga todas las acciones. Por tanto, el riesgo relevante de una acción en particular es el denominado coeficiente Beta β_j , que según el modelo es el nivel de riesgo que una acción j introduce al portafolio de mercado M .

$$Beta = \beta_j = \frac{\sigma_{jM}}{\sigma_M^2} = \frac{\sigma_j \sigma_M \rho_{jM}}{\sigma_M \sigma_M} = \left(\frac{\sigma_j}{\sigma_M} \right) \rho_{jM} \quad (13)$$

En la terminología del modelo, ρ_{jM} es la correlación entre el j -ésimo rendimiento y el del mercado, σ_j es la desviación estándar del j -ésimo rendimiento y σ_M es la desviación estándar del rendimiento de mercado.

De acuerdo con la conclusión efectuada por Burbano (1997), en donde afirma que no existe una diferencia significativa si se calcula la rentabilidad del mercado como el promedio de la rentabilidad de todas las acciones para un periodo determinado, y la cuantificación por los cambios de rentabilidad del índice de las bolsas de valores, conformado por una canasta de acciones, Rosillo (2009) por medio del desarrollo de un ejemplo, tomando la rentabilidad de la acción de siete empresas desde el año 1990 a 2004, calculando los Betas y coeficientes R^2 , concluye que el modelo presenta ciertas limitantes para su aplicabilidad, ya que al asumir el comportamiento lineal se admiten comportamientos entre la rentabilidad de la empresa y el mercado con coeficientes R^2 más cercanos a cero que a uno, lo que cuestiona la validez estadística del modelo.

Para comprobar la conclusión de Rosillo (2009) se tomó una serie mensual a partir de marzo de 2004 hasta febrero de 2008 de los rendimientos de las acciones de 12 empresas cotizantes en Bolsa,

se calcularon los Betas y coeficientes R^2 , el resultado es que 8 de las 12 empresas tuvieron el R^2 más cercano a cero que a uno (ver Apéndice B).

El modelo de Sharpe presenta ciertas limitantes para su aplicabilidad, su enfoque está dirigido a empresas que cotizan en bolsa, es decir su riesgo está medido por la variabilidad de la rentabilidad de las acciones de la empresa con respecto a la variabilidad del mercado, que es como se definen los BETAS. Por otro lado, al asumir este comportamiento lineal, se admiten comportamientos entre la rentabilidad de la empresa y el mercado con coeficientes R^2 más cercanos a cero que a uno, los cuales deben dar cercanos a uno para no cuestionar la validez estadística del modelo.

El *Capital Assets Pricing Model* (CAPM) es un modelo lógico para explicar cómo forma un inversor sensato su cartera. No obstante, como todos los inversores no son iguales, es decir no son homogéneos, el CAPM no sirve para explicar el funcionamiento del mercado en su conjunto, sus predicciones no se parecen a lo que ocurre en los mercados. A pesar de esto, muchas empresas y entidades financieras lo siguen utilizando para calcular el costo de los recursos (la rentabilidad exigida a las acciones) y para evaluar fondos de inversión.

Por otro lado se sigue enseñando el *Capital Assets Pricing Model* (CAPM), como una introducción a los conceptos fundamentales de gestión de carteras y de valoración, para construir sobre él, a pesar de su simplicidad seductora, sus problemas empíricos pueden invalidar su utilización en la práctica (Fernández y Carabias 2006).

Cuando se desea determinar el costo de los recursos propios en empresas que no participan en las bolsas de valores, Vélez (2003) hace la propuesta de utilizar el Beta de las empresas que si están en el mercado de valores y ofrecen productos y servicios similares haciéndole una simple modificación al Beta con la

siguiente formula.

$$\beta_{anb} = \beta_{ab} \left[\frac{1 + \left(\frac{D_{anb}}{P_{anb}} \right) * (1 - T)}{1 + \left(\frac{D_{ab}}{P_{ab}} \right) * (1 - T)} \right] \quad (14)$$

- β_{anb} : Beta de la empresa “a” no cotizante en bolsa
- D_{anb} : Deuda de la empresa “a” no cotizante en bolsa
- DP_{anb} : Patrimonio de la empresa “a” no cotizante en bolsa
- β_{ab} : Beta de la empresa “a” si cotizante en bolsa
- D_{ab} : Deuda de la empresa “a” si cotizante en bolsa
- P_{ab} : Patrimonio de la empresa “a” si cotizante en bolsa
- T : Tasa de impuestos sobre las utilidades o beneficios

“No obstante, esta propuesta asume que se puede comparar el riesgo de la cervecería BAVARIA que es multinacional, con empresas que ofrecen cerveza artesanal a sus clientes como es el caso de la compañía Palos de Moguer, las dos ofrecen el mismo producto, pero manejan riesgos diferentes lo que hace que no sea lógico considerarlas de riesgo similar con una modificación al Beta” (Rosillo 2009).

2.4

Teoría de la valoración por arbitraje (APT) (1976)

Las siglas APT de la teoría de la valoración por arbitraje se derivan de su nombre en inglés *Arbitrage Pricing Theory*, desarrollada originalmente por Stephen Ross (1976), afirma que el arbitraje³ asegurará que los activos sin riesgo proporcionen el mismo rendimiento esperado. Al igual que el *Capital Assets Pricing Model* (CAPM), la *Arbitrage Pricing Theory* (APT) es un modelo de equilibrio de cómo se determinan los precios de los activos financieros. El modelo está basado en que los precios de los títulos se ajustan conforme los inversores construyen carteras de valores que persiguen la consecución de beneficios de arbitraje. Cuando ya no existan dichas oportunidades se alcanzará el equilibrio en los precios de los activos financieros.

La *Arbitrage Pricing Theory* (APT) no comienza preguntándose cómo el inversor construye su cartera eficiente, tal y como lo hacía el *Capital Assets Pricing Model* (CAPM), sino que parte de la suposición que la rentabilidad de cada acción depende en parte de las influencias exógenas de una serie de factores macroeconómicos y, por otro lado, de una serie de perturbaciones específicas de cada empresa en particular, lo cual conduce a una teoría sobre cuáles deben ser los rendimientos en un mercado eficiente. Lo que sugiere que el proceso de equilibrio del mercado es dirigido por los inversores en su búsqueda de oportunidades de arbitraje a través de dichos factores.

Tiene la ventaja que se puede aplicar a un subconjunto de inversiones, de tal manera que no es necesario considerar la

³ Arbitraje es la operación consistente en comprar un activo determinado en el mercado en que se encuentre más barato y simultáneamente venderlo en el más caro. Con ello se consigue un beneficio sin riesgo.

totalidad de los activos financieros, como en el caso del *Capital Assets Pricing Model* (CAPM).

La *Arbitrage Pricing Theory* (APT) manifiesta que la prima por el riesgo esperado ($E_i - R_f$) de una acción depende de la prima por el riesgo asociada con cada factor macroeconómico en particular y la sensibilidad de la rentabilidad del activo en relación a cada factor, es decir:

$$E_i = \lambda_0 + \beta_1 \lambda_1 + \beta_2 \lambda_2 + \dots + \beta_n \lambda_n \quad (15)$$

E_i : Tasa de rendimiento esperada de un activo financiero

Donde λ_0 es el rendimiento del activo sin riesgo y las demás λ muestran las primas de riesgo asociadas con cada factor en particular. Este modelo tiene utilidad para el inversor si identifica un número razonable de factores macroeconómicos, si mide la prima de riesgo esperada en cada factor y mide la sensibilidad del rendimiento del activo con relación a cada factor.

La teoría no especifica qué factores conforman el modelo aunque el propio Ross junto con Roll y Chen (década de los 80's) proponen cuatro factores comunes:

- El nivel de actividad industrial.
- La tasa de inflación.
- La dispersión entre las tasas de intereses a largo y corto plazo.
- La dispersión entre los rendimientos de la empresa de alto y bajo riesgo.

Una vez definidos los factores se calcula un modelo de regresión multivariante a través del que se obtienen los betas para cada factor. Luego se obtiene el valor del rendimiento esperado de cada acción. Donde los mercados no son eficientes, se espera

encontrar valores con un rendimiento esperado mayor que el título de equilibrio que proporciona la teoría. Estos títulos son los que se deberían incorporar en la cartera.

Diferentes autores como Elton, Gruber y Mei (1994); Fama y French (1997) y Bruno, Medina y Moroni (2002) han probado el modelo con diversos factores: precio del petróleo, mercado, PIB, precio de la vivienda, inflación, tipos de interés real, cambios inesperados en la producción industrial, entre otros, con poco éxito, debido a que concluyen que cada empresa tiene diferentes coeficientes BETAS, lo que significa que cada factor afecta de diferente forma la rentabilidad de cada empresa (F. y C.).

El APT encierra dos mentiras en su propio nombre, puesto que no es un modelo, ya que un modelo debe derivarse de una teoría, unas hipótesis, pero el APT no tiene ninguna hipótesis que lo sustente, y no tiene nada que ver con el arbitraje financiero.

2.5 Cotner y Fletcher (2002)

John Cotner y Harold Fletcher (2002) proponen la utilización del proceso de análisis jerárquico de decisiones (AHP) para estimar la prima de riesgo del costo de los recursos propios, sus siglas AHP se derivan de la palabra en inglés *Analytical Hierarch Process*. La metodología propuesta comprende la identificación de los factores de riesgo de la empresa, que en estrategia se denominan factores críticos de éxito; establece para el conjunto de ellos, niveles mínimos y máximos de riesgo y a través de juicio de expertos definen el correspondiente a cada uno.

Utilizando el *Analytical Hierarch Process* (AHP) calculan la ponderación a cada uno mediante comparaciones de pares. “La propuesta de Cotner y Fletcher es más amplia que las metodologías anteriores, por cuanto no se limita a cotizantes en bolsa, y no uti-

liza la historia para predecir el futuro. Adicionalmente, involucra los elementos estratégicos en los factores de riesgo los cuales fundamentan la medición de valor de flujos de caja proyectados” (Rosillo 2009).

Los cinco criterios o factores de riesgo junto con sus subcriterios definidos por los autores se encuentran en el apéndice C.

El primer paso en este modelo es establecer un rango de prima de riesgo para los recursos propios apropiada para la empresa:

Tabla 2. Niveles de prima de riesgos

NIVEL DE RIESGO	PRIMA DE RIESGO
Muy bajo	8%
Bajo	13%
Medio	18%
Alto	23%
Muy alto	28%

Fuente: Cotner; Fletcher (2002)

Posteriormente, se definen los factores críticos de éxito, tales como ventas, operaciones, finanzas, administración así como los relacionados con estrategia (5 fuerzas de Porter). La ponderación de los factores críticos se hace a través de comparaciones pareadas utilizando una escala de evaluación como la que aparece a continuación:

Tabla 3. Calificaciones a los factores críticos

NIVEL DE IMPORTANCIA	CALIFICACION
Igual importancia	1
Un poco mas importante	3
Considerablemente mas importante	5
Mucho mas importante	7
Extremadamente mas importante	9

Fuente: Cotner; Fletcher (2002)

En la siguiente tabla se aprecian los resultados del modelo aplicados a la empresa Alimentos Gemini.

Tabla 4. Ratios resultantes de comparaciones pares

CRITERIO	Factores De Ventas	Factores De Operaciones	Factores De Finanzas	Factores De Administracion	Factores De Estrategia	Suma	Ponderacion (%)
Ventas	1,00	2,00	3,00	4,00	0,50	10,50	26,8%
Operaciones	0,50	1,00	0,25	0,33	0,25	2,33	6,0%
Finanzas	0,33	4,00	1,00	1,00	0,20	6,53	16,7%
Adminsitracion	0,25	3,00	1,00	1,00	0,50	5,75	14,7%
Estrategia	2,00	4,00	5,00	2,00	1,00	14,00	35,8%
Suma						39,11	100%

Fuente. Cotner; Fletcher (2002)

Finalmente, multiplican los pesos o ponderaciones de los diferentes factores críticos de éxito con su respectiva prima de riesgo establecida a través de los juicios de expertos.

El cálculo de la prima de riesgo utilizando el Analytical Hierarch Process (AHP) se fundamenta en el juicio de expertos, pierde el valor la información histórica y desaparece el problema de no cotizar en bolsa.

Tabla 5. Cálculo de la prima de riesgo para alimentos Gemini

CRITERIO	PONDERACION (1)	PRIMA DE RIESGO (2)	PRODUCTO (1)*(2)
FACTORES DE VENTA	26,9%		
Volumen	1,7%	13%	0,22%
Variación	17,5%	13%	2,28%
Crecimiento	7,7%	13%	1,00%
FACTORES DE OPERACIONES	6,0%		
Costos fijos	4,0%	18%	0,72%
Intensidad de capital	2,0%	18%	0,36%
FACTORES DE FINANZAS	16,8%		
Cubrimiento	9,5%	23%	2,19%
Capacidad	3,6%	28%	1,01%
Composición	3,7%	23%	0,85%
FACTORES DE ADMINISTRACION	14,8%		
Confidencia	5,9%	18%	1,06%
Experiencia	4,9%	18%	0,88%
Control	4,0%	23%	0,92%
FACTORES DE ESTRATEGIA	35,8%		
Oferentes	1,4%	13%	0,18%
Compradores	12,4%	18%	2,23%
Nuevas entradas	2,5%	13%	0,33%
Sustitutos	9,5%	18%	1,71%
Competencia	10,0%	23%	2,30%
PRIMA DE RIESGO			18,23%

Fuente. Cotner; Fletcher (2002)

2.6 Fernández y Carabias (2006)

Pablo Fernández y José María Carabias (2006) hacen una síntesis de los métodos existentes para medir la prima de riesgo del mercado, concluyen que son:

- La diferencia entre las rentabilidades históricas de la bolsa y de la renta fija.
- A partir de la ecuación de Gordon y Shapiro.
- Encuesta a los analistas y los inversores.
- A partir de la tasa interna de retorno (TIR) de los dividendos esperados.
- A partir del inverso del PER (precio de las acciones/utilidad de la empresa).

Por otro lado, definen la prima de riesgo y hacen referencia a los errores encontrados al llamar prima de riesgo de mercado a otros conceptos (ver Apéndice D).

2.6.1. Diferencia entre las rentabilidades históricas de la bolsa y de la renta fija

Para comparar la rentabilidad de la inversión en acciones con la rentabilidad de la renta fija sin riesgo, por lo general se toman datos históricos. La diferencia entre la rentabilidad histórica de la bolsa (de un índice bursátil) y la rentabilidad histórica de la renta fija es una de las formas que se utilizan como indicador de la prima del mercado. Pero para sostener esta afirmación se argumenta que el mercado en media acierta. Así, aunque no se considere como prima de riesgo del mercado lo que las acciones ganaron de más sobre la renta fija en un año determinado, sí se considera como estimador de la prima de riesgo del mercado la rentabilidad adicional de las acciones sobre la renta fija a lo largo

de varios años. Sin embargo, este planteamiento es contradictorio ya que cuando en la bolsa hay un año muy bueno, la prima de riesgo del mercado es alta y cuando un año es malo, la prima de riesgo es baja. Adicionalmente, este método supone que la rentabilidad exigida por los inversores en el pasado fue igual a la rentabilidad que recibieron, y que el mercado es la cartera eficiente de todos los inversores. “Este método proporciona unos resultados inconsistentes, y en la actualidad es superior a la prima de riesgo de mercado (*market risk premium*) que utilizan los analistas en casi todos los países” (Fernández y Carabias 2006).

2.6.2. Encuesta a los analistas y los inversores

Una manera más directa de tratar de calcular la prima de riesgo del mercado es hacer una encuesta a los analistas o inversores.

Fernández y Carabias (2006) comentan que Welch hizo dos encuestas, en 1998 y 1999, a profesores de finanzas preguntándoles cuál era en su opinión la prima de riesgo del mercado. Al calcular la media aritmética de las 226 respuestas que obtuvo, la prima de riesgo del mercado se encontró alrededor del 7% (5,2% como media geométrica), rentabilidad generada por los bonos del Estado (USA) a largo plazo.

En abril de 1998 la tasa de interés de los bonos era aproximadamente 6%. La inflación esperada era inferior al 2,5%. Por consiguiente, la rentabilidad real esperada de los bonos del Estado (USA) a largo plazo era 3,5%. Una prima de riesgo del mercado del 7% implica que la rentabilidad real esperada de las acciones era 10,5%.

La revista Pensions and Investments en 1998 realizó una encuesta entre profesionales de inversores institucionales y la prima de riesgo media resultó 3%. En otra encuesta entre profesionales de fondos de pensiones (1997, Greenwich Associates Survey) la prima de riesgo media resultó 5%.

Al analizar este método se concluye que dependiendo de las expectativas del inversor el valor esperado de las rentabilidades cambia significativamente, los resultados de la prima de riesgo del mercado entre los profesores de finanzas, encuestas realizadas por Welch, los inversores institucionales y los profesionales de fondos de pensiones, a pesar de ser el mismo año, son muy diferentes.

2.6.3. A partir de la TIR de los dividendos esperados

Este método es similar al derivado de la ecuación de Gordon y Shapiro. Según este método, la prima de riesgo se puede calcular como la diferencia entre la TIR del precio de la bolsa – dividendos esperados y la tasa sin riesgo. “El problema fundamental es el cálculo de los dividendos esperados, y que la prima calculada así depende de la estimación de los dividendos. Con este método, la prima de riesgo siempre resultará elevada cuando se estima que las acciones están infravaloradas” (Fernández y Carabias 2006).

2.6.4. A partir del inverso del precio de todas las acciones sobre la utilidad de la empresa (PER). Propuesta de Fernández y Carabias (2006)

Este método parte de que el valor de mercado de las acciones sobre el valor contable del patrimonio tiene una estrecha relación con el PER (precio de todas las acciones sobre la utilidad de la empresa) y el ROE (utilidad sobre el valor contable del patrimonio).

$$\text{Es decir que: } PER = \frac{\text{Precio}}{\text{Utilidad}} \quad (16)$$

El PER también se puede calcular dividiendo el precio de cada acción entre el beneficio por acción.

El PER depende de diversos factores, unos ajenos a la empresa, como son las variaciones en las tasas de interés, y otros internos de la empresa, como su riesgo, su crecimiento y la rentabilidad de sus inversiones.

El PER aumenta, *ceteris paribus*, si disminuyen las tasas de interés, si disminuye el riesgo de la empresa y si los beneficios de la empresa crecen. Igualmente, aumenta si la rentabilidad de las inversiones es superior al costo de los recursos.

El ROE es la utilidad sobre el valor contable del patrimonio:

$$ROE = \frac{Utilidad}{Valor\ contable} \quad (17)$$

$$\text{Reemplazando: } \frac{Precio}{Valor\ contable} = PER * ROE \quad (18)$$

El precio y el valor contable de las acciones dependen de tres factores el ROE, el K_e y g .

$$\frac{Precio}{Valor\ contable} = \frac{ROE - g}{K_e - g} \quad (19)$$

Los que proponen este método, parten de la fórmula (19). Si se supone que $g=0$, resulta:

$$K_e = \frac{Utilidad}{Valor\ contable} * \frac{Valor\ contable}{Precio} \quad (20)$$

Al cancelar valor contable quedaría: $K_e = Utilidad / Precio$ (21) que es igual al inverso de PER

$$K_e = \frac{1}{PER} \quad (22)$$

Si se cree la hipótesis de $g=0$ resulta que la prima de mercado es:

$$\text{Prima de mercado} = \left(\frac{1}{PER} \right) - R_f \quad (23)$$

“Aplicando esto al mercado español en octubre de 2000, en que el PER era 23 y R_f era 5,5%, resultaba que la prima de mercado era negativa, lo que es absurdo. En octubre del 2003, el PER era 16,8% y R_f 4,35%, con lo que la prima de mercado resultaba 1,6%, demasiado pequeña” (Fernández y Carabias 2006).

2.7 Compendio del marco teórico

La lista de los autores revisados coincide en que el costo de los recursos propios o la rentabilidad exigida por los inversionistas debe ser un valor tal que sea superior a la rentabilidad ofrecida por un activo libre de riesgo.

La rentabilidad o tasa ofrecida por un activo libre de riesgo significa, que con certeza el inversionista recibirá en un periodo determinado de tiempo, pactado, el total del valor invertido en el activo más un beneficio adicional, por tal razón los autores coinciden en que los activos libre de riesgo son aquellos expedidos por los Estados, como es el caso de los bonos, cuya inversión y rentabilidad serán devueltas al inversionista con una probabilidad del 100%, es decir con total certeza, no se esta arriesgando el inversionista a perder su dinero.

De igual manera, los autores coinciden que los activos expedidos por los Estados o Gobiernos son libres de riesgo debido a que aunque estén ilíquidos buscan los recursos para devolver a los usuarios portadores de sus títulos el dinero invertido más la rentabilidad.

Cuando un inversionista invierte en un activo diferente a un activo que ofrece una tasa libre de riesgo, se está exponiendo en diferentes grados a perder su dinero invertido o parte de él o la rentabilidad. El hecho de que el inversionista este asumiendo algún tipo de riesgo, sea mínimo, hace que exija un beneficio superior al ofrecido por un activo libre de riesgo.

Los activos expedidos por el Estado son libres de riesgo ya que el inversionista recibirá su rentabilidad completa y su dinero invertido, el garante, es decir quien respalda la operación en este caso es el Gobierno, mientras que la inversión en activos diferentes, como es el caso de las acciones en una empresa, es incierto el valor de la rentabilidad y el retorno de la inversión debido a los diferentes factores (internos o externos) que afectan a las compañías, que pueden hacer que aumente o disminuya la rentabilidad.

A esa incertidumbre que existe en el valor esperado de la rentabilidad es al que se le denomina riesgo y dependiendo de los factores internos y externos, y el grado de influencia a la organización el riesgo aumenta o disminuye en la inversión.

Las organizaciones de todos los tipos y tamaños enfrentan factores internos y externos e influencias que hacen incierto el cuando y si sí van alcanzar sus objetivos. El efecto que dicha incertidumbre tiene en los objetivos de la organización es el “riesgo” (ISO 31000).

Si los bonos del Estado proporcionan una rentabilidad del 12%, un accionista exigiría a su inversión una rentabilidad superior al 12% debido a que asume riesgo, el monto de rentabilidad que exige de más depende del riesgo de la empresa. Entre mayor sea el riesgo más es la exigencia de rentabilidad.

Si la rentabilidad que se exige a una inversión con la garantía del Estado es 12% (la tasa de interés libre de riesgo) y a una inversión en una determinada empresa es 20%, la diferencia entre 20% y 12% se debe al riesgo que se percibe en la empresa y se denomina prima de riesgo de la empresa.

Al colocar esta idea en forma de ecuación, es que la rentabilidad exigida a la inversión en acciones de la empresa (K_e) o (K_u), dependiendo de lo que se desee medir; el costo de los recursos propios con o sin apalancamiento financiero, es igual a la tasa libre de riesgo R_f más la prima de riesgo de la empresa.

Es decir que la rentabilidad exigida a la inversión, que es lo mismo que el costo de los recursos propios, depende de los tipos de interés de los activos libres de riesgo (por ejemplo los bonos emitidos por el Estado a largo plazo) y el riesgo de la empresa en donde se va hacer la inversión.

Por consiguiente, el costo de los recursos propios es la suma del tipo de interés del activo libre de riesgo a largo plazo más una cantidad que se denomina prima de riesgo, que depende del riesgo de la misma, partiendo de la ecuación (12) tenemos:

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Costo de} \\ \text{los recursos} \\ \text{propios} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Rentabilidad} \\ \text{de los bonos} \\ \text{de largo plazo} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Prima de} \\ \text{riesgo} \end{array}} \quad (24)$$

Fuente. Fernández (2008).

El costo de los recursos propios se denomina K_e , con apalancamiento financiero, o K_u , sin apalancamiento financiero, que es la misma rentabilidad exigida por el inversionista, entonces

$K_u = R_f +$ Prima de riesgo de la empresa

$$\boxed{K_u} = \boxed{R_f} + \boxed{\text{Prima de riesgo de la empresa}} \quad (25)$$

Fuente: Vélez (2003).

Si en lugar de invertir en acciones de una sola empresa, se invierte en acciones de todas las empresas (en una cartera o portafolio diversificado), entonces se exigiría una rentabilidad que es la generada por el Capital Assets Pricing Model (CAPM), retomando la ecuación de este modelo, ($K_e = R_f + \beta_e (E (R_m) - R_f)$) (12), el costo de los recursos propios, sin apalancamiento financiero es:

$K_u = R_f +$ Prima de riesgo de la empresa

Se mide el costo de los recursos propios sin apalancamiento financiero K_u , debido que para el cálculo de la prima de riesgo no se incluyeron variables de endeudamiento.

Tabla 6. Principales teorías para el cálculo de los recursos propios

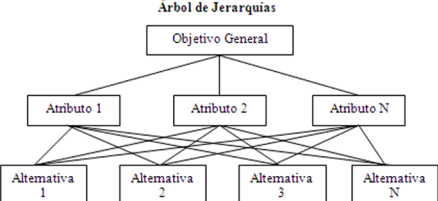
PRINCIPALES TEORIAS	AÑO	COSTO DE LOS RECURSOS PROPIOS
Gordon y Shapiro	1956	Si los dividendos son constantes: $K_e = \frac{D}{P} \quad (3)$ Con dividendos crecientes: $K_e = \frac{D_1}{P_0} + g \quad (4)$
Modigliani y Miller (MM)	1958	Cuando la tasa de descuento del ahorro en impuestos es K_d $K_e = K_u + (K_u - K_d) (1 - T) \frac{D}{E} \quad (9)$ Cuando la tasa de descuento del ahorro en impuestos es K_u : $K_e = K_u + (K_u - K_d) \frac{D}{E} \quad (11)$
Sharpe Capital Assets Pricing Model (CAPM)	1964	$K_e = R_f + \beta_{patrimonio} (E(R_m) - R_f) \quad (12)$
Ross Arbitrage Pricing Theory (APT)	1976	$E_i = \lambda_0 + \beta_1 \lambda_1 + \beta_2 \lambda_2 + \dots + \beta_n \lambda_n \quad (15)$
Cotner y Fletcher.	2002	Aplicación de Analytical Hierarch Process (AHP). 

Tabla 6. Principales teorías para el cálculo de los recursos propios (continuación)

<p>Fernández y Carabias</p>	<p>2006</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La diferencia entre las rentabilidades históricas de la bolsa y de la renta fija. • Encuesta a los analistas y los inversores. • La diferencia entre la tasa interna de retorno (TIR) del precio de la bolsa de los dividendos esperados y la tasa sin riesgo. • A partir del inverso del PER (precio de las acciones/utilidad de la empresa): $K_e = \frac{1}{PER} \quad (22)$ $\text{Prima de mercado} = \left(\frac{1}{PER} \right) - R_f \quad (23)$
-----------------------------	-------------	--

2.8

Análisis jerárquico. *Analytical Hierarchical Process (AHP)*

Para el trabajo se ha elegido el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty, para dejar de lado la subjetividad de la que habla Vélez (2003), debido a que es una técnica de análisis que permite que la decisión que se recomiende o se adopte esté basada en el análisis minucioso de un problema y en la síntesis de la información relevante formada por el conocimiento, experiencia, opiniones y preferencias de los diferentes agentes que se hayan involucrado en el proceso de toma de decisiones. Es un procedimiento heurístico que permite obtener resultados razonables de problemas multicriterio de gran complejidad e importancia.

Saaty (1980) afirma lo siguiente:

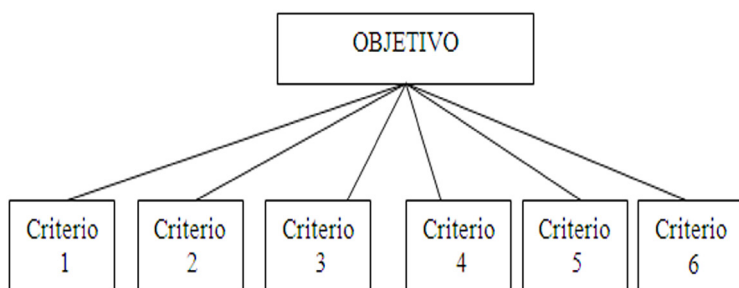
Se trata de un procedimiento de comparaciones por pares de los criterios que parten de una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar. Así se establece una matriz de comparaciones entre pares de criterios, comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás, posteriormente se establece el *eigenvector* principal, el cual establece los pesos (W_j) que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores.

La escala de medida que se emplea en el trabajo son los porcentajes de influencia de los riesgos dentro de las decisiones de la compañía, de tal forma que entre mayor el porcentaje más influencia tiene y viceversa, la suma de los porcentajes de las seis categorías debe dar el 100%.

El objetivo es mostrar un método que facilite la toma de decisiones para el establecimiento del valor de la prima de riesgo de un grupo de empresas, teniendo en cuenta los riesgos a los cuales están expuestas, sistemáticos y no sistemáticos, para de esta forma calcular el costo de los recursos propios.

El primer paso es identificar los criterios, que son los factores relevantes que afectan significativamente al objetivo y que deben expresar las preferencias de los implicados, se deben tener en cuenta aspectos cualitativos y cuantitativos, y la experiencia de quien toma la decisión, que juega un papel importante, en este estudio se identifican como criterios o factores relevantes las categorías de riesgos Financieros, Tecnológicos, Estructura Organizacional, Político – Social, Competencia y Económico.

Figura 1. Árbol de jerarquías



Fuente. Saaty (2001).

La siguiente tarea es recopilar la información directamente de las empresas para el montaje del modelo, por medio de una encuesta (ver Apéndice F).

Para la elaboración de la jerarquía en la investigación se tomaron como base los principales riesgos empresariales encontrados en la literatura, se agruparon por categorías, y por medio del diseño de una encuesta (ver Apéndice F) que respondieron los directivos de

30 empresas Colombianas se prosiguió a priorizar los riesgos, se calculó la prima de riesgo con la metodología *Analytic Hierarchy Process* (AHP) y finalmente se estableció el valor del costo de los recursos propios teniendo en cuenta el modelo *Capital Assets Pricing Model* (CAPM).

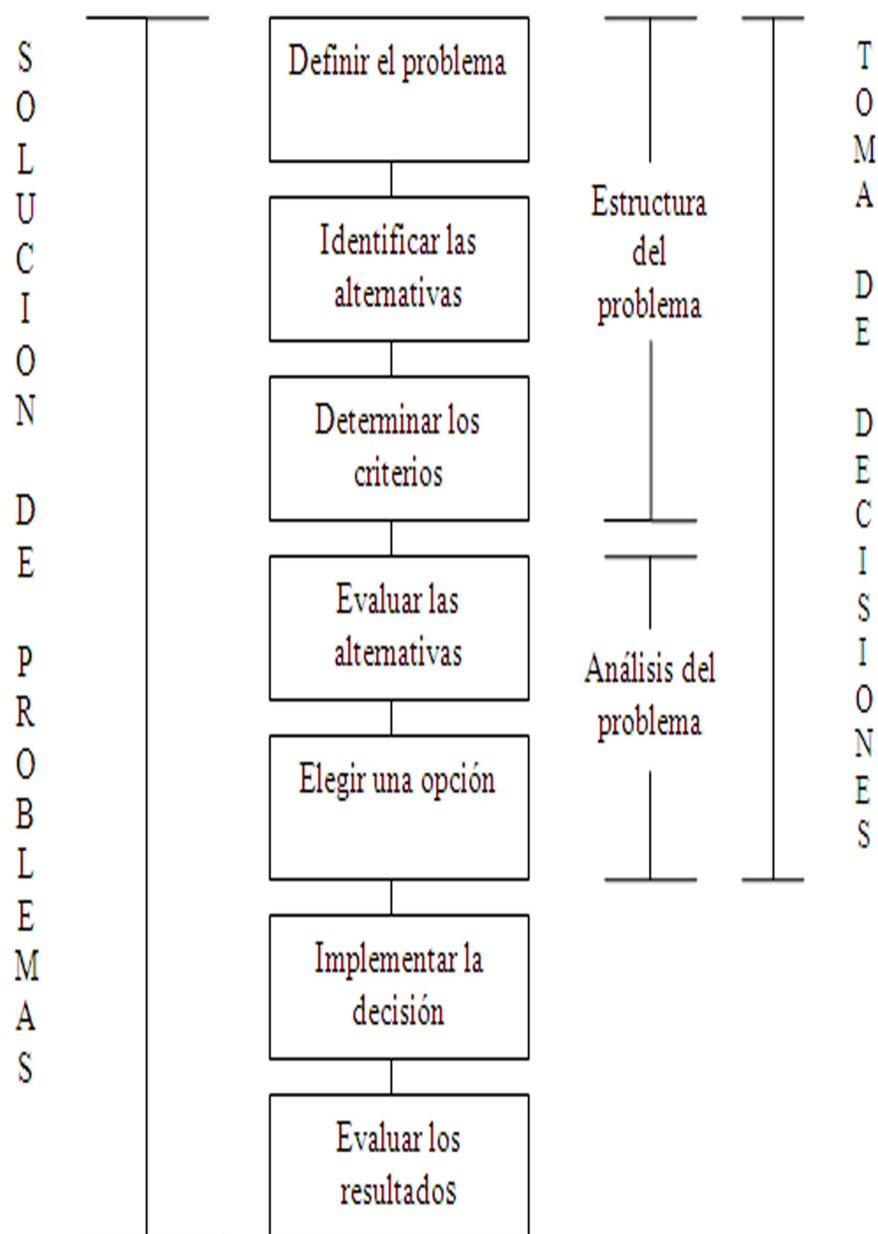
La explicación con mayor detalle del modelo de análisis jerárquico, sus etapas, procesos, pasos y aplicaciones en diferentes investigaciones se encuentran a continuación:

2.8.1. Proceso de toma de decisiones

La metodología propuesta para calcular la prima de riesgo para determinar el valor de una empresa o evaluar un nuevo proyecto de inversión, para empresas que coticen o no en mercado de valores, es el proceso de análisis jerárquico (*Analytic Hierarchy Process* AHP – herramienta utilizada para la toma de decisiones), desarrollado por Thomas L. Saaty (1980).

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basados en un conjunto de criterios para alcanzar uno o más objetivos, como se indica en la siguiente figura:

Figura 2. Toma de decisiones



Fuente. Canada (1997)

Las tres primeras etapas corresponden a la *Estructuración del problema* y las dos últimas son el *Análisis del problema*. El análisis del proceso en la toma de decisiones asume dos formas básicas: *cualitativa y cuantitativa*, “en donde el análisis cualitativo se basa en el razonamiento y la experiencia del decisor, el análisis cuantitativo se concentra en los hechos o datos asociados al problema desarrollando expresiones matemáticas que describen los objetivos, las restricciones y las relaciones existentes en el problema” Saaty (1980).

A los problemas que solo implican un criterio de decisión se les denomina problemas de decisión de criterio único y en caso contrario se les denomina problemas de criterios múltiples o problemas de decisión multicriterio, que es el caso de este proyecto.

El análisis de decisión implica un proceso racional para seleccionar la mejor entre varias alternativas. “La bondad” de una alternativa seleccionada depende de la calidad de los datos utilizados para describir la situación de decisión.

“Un problema de decisión puede considerarse como un problema multicriterio si existen al menos dos criterios en conflicto y al menos dos alternativas de solución, es decir que en un problema de decisión multicriterio se identifica la mejor o mejores soluciones considerando simultáneamente múltiples criterios en competencia” Saaty (2001).

Canada (1997) afirma lo siguiente:

Debido a que los criterios se encuentran en estricto conflicto el incremento en la satisfacción de uno implica el decrecimiento de la satisfacción de otro. La toma de decisiones multicriterio ha desarrollado una terminología propia que incluye dentro de los términos más relevantes los siguientes:

Alternativas: posibles soluciones o acciones a tomar por el decisor.

Atributos: características que se utilizan para describir cada una de las alternativas disponibles pueden ser cuantitativas (atributos objetivos) o cualitativas (atributos subjetivos), cada alternativa puede ser caracterizada por un número de atributos (escogidos por el decisor).

Objetivos: son aspiraciones que indican direcciones de perfeccionamiento de los atributos seleccionados, asociados con los deseos y preferencias del decisor.

Metas: aspiraciones que especifican niveles de deseos de los atributos.

Criterios: parámetros, directrices y puntos de referencia que van a permitir evaluar las opciones o alternativas que se presenten en el proceso de decisión.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo simultáneas, un agente que decide y procedimientos de evaluación racionales y consistentes.

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

El problema central de los métodos multicriterio consiste en:

- Seleccionar la mejor alternativa.
- Aceptar o rechazar alternativas, según parezcan “buenas” o “malas”.
- Generar una ordenación (ranking) de las alternativas consideradas (de la mejor a la peor).

Canada (1997) concluye lo siguiente:

Cuando la función objetivo, toma un número infinito de valores distintos, que conducen a un número infinito de alternativas posibles del problema, se llama *Decisión Multiobjetivo*, pero en aquellos problemas en donde las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de *Decisión Multicriterio Discreta*. Para pertenecer a este tipo de decisión se deben cumplir las siguientes características:

- Un conjunto de alternativas estable, finito, que cumplen con las restricciones previstas, cada una se puede identificar perfectamente aunque no sea conocida en forma exacta sus consecuencias cuantitativas y cualitativas.
- Un conjunto de criterios de evaluación (atributos objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas, cada una de sus consecuencias, conforme a las ponderaciones asignadas y que reflejen la preferencia relativa de cada criterio.
- Una matriz de decisión o impactos que resume la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio. Una valoración de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escala cardinal (razón o intervalo), ordinal, nominal y probabilística.
- Una metodología de agregación de preferencias; ordenación, clasificación, partición o jerarquización de los juicios para determinar la solución.
- Un proceso de toma de decisiones en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores (analista experto, decisor).

Los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discreto son: Ponderación Lineal (*Scoring*), Utilidad Multiatributo

(MAUT), Relaciones de superación y el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP *The Analytic Hierarchy Process*).

El *Analytic Hierarchy Process* (AHP) fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty (1980) y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite al agente decisor estructurar el problema de una forma visual. El modelo contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas que se explicaron anteriormente.

“Una vez construido el modelo jerárquico se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos (criterios, subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas involucradas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales” Saaty (2001).

“El fundamento del método de Saaty es que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas involucradas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende” Canada (1997).

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

Una vez obtenido el resultado final, el *Analytic Hierarchy Process* (AHP) permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad, para interpretar los cambios que podrían surgir respecto a las preferencias.

2.8.2. Proceso del análisis jerárquico

Hurtado (2005) afirma lo siguiente:

En el proceso quien toma las decisiones proporciona evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios, después especifica su preferencia frente a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio, el resultado es una jerarquización con prioridades que muestra la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

El *Analytic Hierarchy Process* (AHP) puede incluir datos cuantitativos y especificar aspectos cualitativos, mediante la construcción de un modelo jerárquico se grafica la información respecto de un problema, se descompone y analiza por partes, visualiza los efectos en los cambios en los niveles y sintetiza.

El *Analytic Hierarchy Process* (AHP) trata de discernir un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión, también trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo o criterio común representado en la jerarquía de decisión (Saaty 1980).

Canada (1997) explica lo siguiente:

El *Analytic Hierarchy Process* (AHP) se fundamenta en:

- Construcción de una jerarquía de decisión, que consiste en separar el problema de decisión en una jerarquía de sus elementos e identificar las alternativas de decisión.

- Determinación de la importancia relativa de los atributos y subatributos.
- Determinación de la posición relativa (ponderación) de cada atributo con respecto al siguiente atributo o subatributo de nivel superior.
- Determinación de unos indicadores de consistencia al hacer comparaciones en forma pareada.
- Determinación de la ponderación de prioridad (calificación) general de cada alternativa.

Las ventajas de emplear un modelo con Analytic Hierarchy Process (AHP) frente a los otros modelos de decisión multicriterio, mencionados anteriormente son:

- Presenta un sustento matemático.
- Facilita el análisis de un problema por medio del desglose de sus partes.
- Mediante una escala se puede medir criterios cuantitativos y cualitativos.
- La participación de varios agentes decisores.
- Permite la verificación de un índice de consistencia.
- Realizar análisis de sensibilidad.
- Fácil comprensión y uso para ser complementado con métodos matemáticos de optimización.

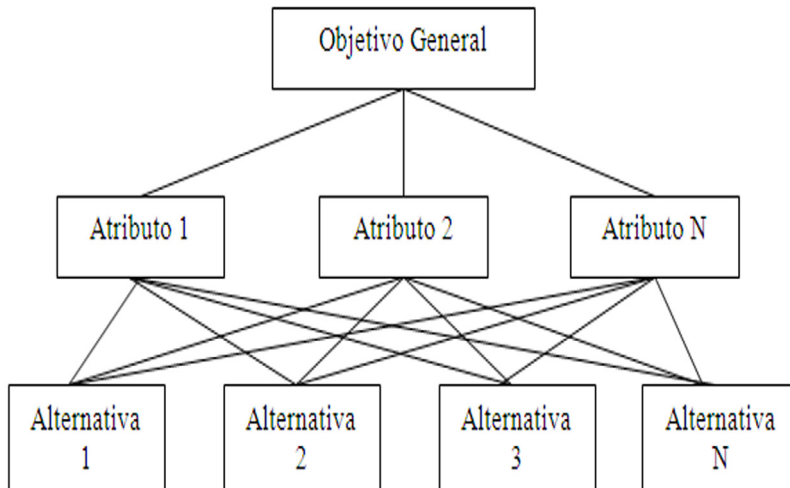
2.8.3. Metodología del AHP

Iniciar la elaboración de un modelo *Analytic Hierarchy Process* (AHP) consiste en la estructuración de la jerarquía de un problema, en donde el grupo decisor debe desglosar completamente el problema entre sus componentes más relevantes. La jerarquía básica tiene meta u objetivo general, criterios y alternativas. El modelo se estructura por medio de la identificación del problema, definición del objetivo, identificación de criterios e identificación de alternativas.

- Identificación del problema: es la situación que se desea resolver mediante la selección de una alternativa que resulta después de ejecutar el proceso del modelo.
- Definición del objetivo: es la dirección para mejorar la situación existente. El objetivo se encuentra en un nivel independiente y los otros elementos del modelo; criterios, subcriterios y alternativas apuntan en conjunto al logro del objetivo.
- Identificación de criterios o atributos: son los elementos relevantes que afectan significativamente a los objetivos y expresan preferencias. Incluyen aspectos cuantitativos y cualitativos importantes para la toma de decisiones.
- Identificación de alternativas: son las propuestas factibles mediante las cuales se alcanza el objetivo general.

Teniendo identificados cada uno de los elementos que conforman el modelo se elabora la representación gráfica **Árbol de Jerarquías** del problema en términos de la meta global, los criterios y las alternativas de decisión.

Figura 3. Árbol de jerarquías



Fuente: Saaty (1974)

2.8.4. Aplicaciones del AHP en diferentes estudios

Saaty (2001) afirma lo siguiente:

El AHP puede ser usado para solucionar diferentes clases de problemas de decisión tales como: establecer prioridades, generar un conjunto de alternativas, escoger la mejor política de alternativas, determinar requerimientos, asignación de recursos, predecir resultados y valorar riesgos, medidas de desempeño, diseñar cualquier tipo de sistema, asegurar la estabilidad del sistema, optimizar, planear, resolver conflictos. Organizacionalmente, el AHP ha sido aplicado desde su desarrollo inicial en una gran variedad de áreas en donde la toma de decisiones es fundamental tales como planeación financiera y económica, resolución de conflictos, selección de proyectos y asignación presupuestal y aunque casi siempre es relacionado con áreas financieras y de planeación, existe un uso importante en áreas manufactureras. En lo cual se integran enfoques de corto y largo plazo así como tangibles e intangibles.

Ramírez (2007) afirma lo siguiente:

El proceso de análisis jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) es uno de los métodos para el auxilio en la toma de decisiones más utilizados en la actualidad, tanto en el entorno de la investigación operativa como en los sistemas de información geográfica (SIG), en una diversidad de actividades humanas como la industria (estudios desarrollados por Barbarosoglu y Yazgac, 1997; Dey y Gupta, 2000) y los recursos naturales (estudios desarrollados por Schmoldt y Peterson, 2000; Ávila, 2000; Merritt, 2006), y en México recientemente, para estratificar las áreas de acuerdo con su aptitud para la plantación de especies vegetales (Ceballos – Silva y López – Blanco, 2003; Bustillos, 2006; Olivas, 2006).

Ramírez (2004) concluye lo siguiente:

En la actualidad en los trabajos descriptivos y explicativos es muy común recurrir a numerosas variables, subvariables e indicadores que nos ayudan a puntualizar aspectos inherentes al objeto de estudio en las diferentes unidades de análisis que se examinan. Esta situación nos enfrenta, no en pocas oportunidades, al tratamiento de un sinnúmero de datos estadísticos cuyo procesamiento, en ocasiones, se convierte en una tarea tediosa. El método desarrollado por Saaty permite, en primer lugar, generar una medida o parámetro síntesis a través del agrupamiento de indicadores, aspecto que constituye una ventaja ya que disminuye notablemente la cantidad de datos analizar; y en segundo lugar, el parámetro que surge no es una simple agregación de indicadores, sino que pondera a cada uno de ellos de acuerdo con la importancia relativa de los mismos en la variable dependiente que se estudia. Para llegar a esta ponderación se pueden emplear paquetes informáticos que contienen el módulo necesario para alcanzar el resultado o bien, es posible desarrollarlo manualmente, en cualquier caso el aspecto más importante a tener en cuenta es la importancia relativa que reviste cada indicador en el estudio que se lleva a cabo, cuestión que tiene que ser definida por el decidor.

El AHP es una metodología para estructurar, medir y sintetizar. Dentro de la amplia variedad de problemas, en donde ha sido aplicado el AHP se pueden mencionar los siguientes:

Tabla 7. Aplicaciones del AHP a nivel mundial

NOMBRE DEL PROYECTO	AÑO	AUTORES	INSTITUCION	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CRITERIOS UTILIZADOS
Contratación empírica del modelo alterno para calcular el costo de los recursos propios por Jorge Rosillo.	2010	Andrea Catalina Yepes López y Angélica María Vivas Barrios.	Trabajo de grado. Administración de Empresas. Pontificia Universidad Javeriana.	Encontrar el costo de los recursos propios de 100 empresas Colombianas utilizando el proceso de análisis jerárquico (AHP) para cálculo de la prima de riesgo. Los criterios o atributos establecidos son el promedio de cinco años (2003-2007) de las razones financieras (indicadores) de cada una de las empresas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ROA 2. ROE 3. OROA 4. OROE 5. LEVERAGE 6. Endeudamiento 7. Prueba ácida 7. Razón corriente
Aplicaciones de la modelación jerárquica a la predicción del rendimiento académico en la carrera de Medicina (artículo en revisión)	2010	Maydelin Valdés Sánchez	Master en Ciencias. Profesora Auxiliar. Facultad de Ciencias Médicas "Comandante Manuel Fajardo". La Habana (Cuba).	A partir de los datos obtenidos de tres instituciones de Cuba, el Instituto de Ciencias básicas y preclínicas (ICBP) "Victoria de Girón"; la Facultad de Ciencias médicas "Julio Trigo" y la Facultad de Ciencias Médicas "Ernesto Guevara" de Pinar del Río, demostrar la existencia de variables contextuales que modifican la influencia de las variables individuales sobre el rendimiento. En el artículo concluyen que existen evidencias suficientes que fundamentan la necesidad de incorporar el enfoque jerárquico al pronóstico del rendimiento y al estudio de los factores no individuales que inciden sobre él.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Índice preuniversitario 2. Índice escalafonario 3. Prueba de inteligencia 4. Grupo motivacional 5. Índice de pronóstico individual 6. Precedencia social 7. Nivel de escolaridad 8. Promedio de notas al terminar el primer año de estudio de Ciencias Básicas y Biomédicas <p>Porcentaje de estudiantes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. De procedencia social intelectual 2. De hijos de madres intelectuales 3. Que entraron por vía directa o diferida. 4. De la ciudad de La Habana

Tabla 7. Aplicaciones del AHP a nivel mundial (continuación)

NOMBRE DEL PROYECTO	AÑO	AUTORES	INSTITUCION	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CRITERIOS UTILIZADOS
El proceso de análisis jerárquico: el lazo integrador entre el Balanced Scorecard y el Costeo basado en actividades.	2010	María Victoria Uribe y Carol Ortega Algarra.	Pontificia Universidad Javeriana Bogotá (Colombia).	Entre el mundo de indicadores y de puntos de vista que se presentan en la construcción del Balanced y el Costeo por actividades, el AHP permite decantar cuales son los principales indicadores, inductores del costo desde la perspectiva financiera y no financiera, que resumen la realidad organizacional y que deben ser incluidos en los modelos, bajo el entendimiento de relaciones causa-efecto.	Inductores de costo organizacionales mapeando a través del análisis de los procesos que se realizan dentro de las áreas funcionales de la organización.
Factores para evaluar la viabilidad de proyectos de conservación de edificaciones esenciales, no productivas, en zonas sísmicas.	2009	L. Gonzáles Díaz y I. Vidaud Quintana.	Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY. Profesores - Investigadores de la Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Construcciones	Utilizar el AHP para definir el peso porcentual de cada uno de los factores de viabilidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Viabilidad técnica 2. Viabilidad económica – financiera. 3. Viabilidad socio-cultural. 4. Viabilidad medioambiental. 5. Viabilidad política.

Tabla 7. Aplicaciones del AHP a nivel mundial (continuación)

NOMBRE DEL PROYECTO	AÑO	AUTORES	INSTITUCION	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CRITERIOS UTILIZADOS
Cálculo del costo de capital para una muestra de empresas utilizando el proceso de jerarquía analítica para el cálculo del costo del patrimonio.	2009	Ibeth Celina Olmos Castillo, Luis J. Sánchez Barrios y Bernardo Bernardi Carriello.	Universidad del Norte (Santander, Colombia).	<p>En este proceso se calcula el costo del patrimonio mediante el CAPM y el AHP para una muestra de doce (12) empresas del Programa Expyyme de la Universidad del Norte, 1 en el sector de Plásticos, 2 en el sector Químicos, 1 en el sector de Ingeniería y Construcción, 2 en el sector Materiales para la construcción, 3 en el sector de confecciones y 3 en el sector Farmacéutico.</p> <p>El trabajo concluye que los resultados obtenidos muestran que no existe una clara diferenciación entre los resultados obtenidos bajo uno u otro método. Sin embargo, la principal diferencia radica en los supuestos e implicaciones de uno u otro, especialmente, en 1 a forma en que los datos son obtenidos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Factores de rédito: <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de ventas. • Variabilidad en las ventas. 2. Factores operacionales: <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de costos fijos. • Apalancamiento operativo 3. Factores de financiamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Cubrimiento de intereses. • Capacidad de endeudamiento. • Composición de la deuda. 4. Factores de administración: <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de confianza de los inversionistas en la gerencia. • Experiencia de la organización. • Control. 5. Factores de análisis estratégicos: <ul style="list-style-type: none"> • Poder de negociación de los proveedores. • Poder de negociación de los clientes. • Amenaza de entrada de los nuevos competidores. • Amenaza de productos sustitutos. • Rivalidad entre los competidores.

Tabla 7. Aplicaciones del AHP a nivel mundial (continuación)

NOMBRE DEL PROYECTO	AÑO	AUTORES	INSTITUCION	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CRITERIOS UTILIZADOS
El proceso de Análisis Jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz temporal	2007	Andrés María Ramírez.	Tesis Doctoral en Ciencias. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo Edafología. (México).	Identificación de áreas aptas para plantaciones forestales. La estratificación de la aptitud de las tierras para la producción de maíz en el estado de Tlaxcala y el municipio de Huamantla. Modelo cartográfico con AHP para el productor.	1. Suelo. 2. Topografía. 3. Clima. Manejo en la productividad del cultivo de maíz.
Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de la localización de una PYME.	2007	Elena Martínez Rodríguez.	Anuario Jurídico y Económico Escurialense, XL. Real Centro Universitario San Lorenzo del Escorial	La mejor localización para una sucursal (nueva tienda) de una PYME del sector servicios.	1. Costo del alquiler del local. 2. Visibilidad del mismo. 3. El número de potenciales clientes. 4. Competencia (negocios similares en el sector). Las Alternativas son ubicar la nueva sede en un Centro Comercial en el centro de la ciudad, a las afueras de la ciudad y un local a pie de calle en una zona comercial en el centro de la ciudad.

Tabla 7. Aplicaciones del AHP a nivel mundial (continuación)

NOMBRE DEL PROYECTO	AÑO	AUTORES	INSTITUCION	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CRITERIOS UTILIZADOS
El AHP como instrumento para la medición de la competitividad regional: el caso de los municipios mineros de Castilla y León, España.	2007	Sergio A. Berumen y Francisco Llamazares Redondo.	Grupo de Investigación Competitiva y Desarrollo Local en la Economía Global. (España).	Utilizar el AHP para determinar la posición competitiva de los municipios mineros (de mayor a menor, en virtud de sus atributos y factores) que conforman la Comunidad Autónoma de Castilla y León, España. Municipios: Barrios de Luna, Bembitre, Boñar, Babero, La Robla, Riaño, Sabero, Triollo, Villablino y Villafraña.	1. Densidad de la población. 2. Tasa de natalidad en %. 3. Renta disponible por habitante. 4. Presupuesto municipal. 5. % de desempleados. 6. Número de empresas.
El proceso de análisis jerárquico como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores.	2005	Toskano Hurtado y Gérard Bruno.	Facultad de Ciencias Matemáticas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima (Perú).	Por medio del AHP priorizar la selección de proveedores de suministros para la empresa gráfica comercial M y E S.R.L., empresa peruana dedicada a la impresión de envolturas flexibles mediante la técnica Huevo-grabado.	1. Factores de producción: • Tiempo de entrega. • Calidad del material. • Facilidad de uso del material. 2. Factores contables: • Precios. • Ventas. • Facilidad de pago. 3. Confiabilidad del proveedor: Alternativas: • BOP del Ecuador. • Bio-polymer de Italia. • Hefei Jingling Lic. Plastic CO LTDA. de China.

Tabla 7. Aplicaciones del AHP a nivel mundial (continuación)

NOMBRE DEL PROYECTO	AÑO	AUTORES	INSTITUCION	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CRITERIOS UTILIZADOS
El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables. Aplicación al nivel de mortalidad y morbilidad en la provincia del Chaco (Argentina).	2004	Mirta Liliana Ramirez.	Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Facultad de Humanidades. Departamento de Geografía.	Aplicar el método AHP para ponderar el porcentaje de mortalidad por grupos de edad, el porcentaje de mortalidad por causas de muertes y el porcentaje de morbilidad por causas, y obtener una medida o magnitud para cada uno de los tres aspectos señalados, en cada una de las 67 áreas sanitarias de Chaco.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menos de 1 año. 2. De 1 año. 3. De 2 a 4 años. 4. De 5 a 14 años 5. De 15 a 49 años. 6. De 50 y más años. 7. Enfermedades infecciosas y parasitarias.
Valoración de riesgos de un proyecto utilizando el proceso jerárquico de análisis.		Luis Martín Jiménez y Carmenza de la Torre Cuenca.	Área de Matemáticas. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de Castilla – La Mancha (Toledo).	Utilizar el AHP para evaluar los riesgos en los que se incurre en la implantación de un nuevo sistema informático en una empresa que quiere introducir un procedimiento flexible de producción y comercialización, en las diversas factorías que posee, sin descartar la posibilidad de cierre, ampliación o introducción de nuevos productos.	<p>Riesgos financieros y económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inflación y escala de precios. • Fondos propios. • Fallos de los suministros. <p>2. Riesgos Internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrategia. • Cambios organizacionales. <p>3. Riesgos Tecnológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolución. • Compatibilidad. • Formación.

Fuente. Elaboración propia

Otros trabajos realizados con AHP son:

Ávila Mogollón, Ruth (2000). El AHP y su aplicación para determinar los usos de las tierras. El caso de Brasil. Proyecto Regional Información sobre tierras y aguas para un desarrollo sostenible (Proyecto Gcp/Rla/126/Jnp). Santiago de Chile (Chile).

Bacallao Gallestey J, Parapar J, Roque M. (2004) La modelación jerárquica y los efectos de grupo en la predicción del rendimiento académico. Educación Media Superior.

El AHP es un modelo matemático creado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios y está basado en el principio en el cual la experiencia y el conocimiento de los actores son tan importantes como los datos utilizados en el proceso (Osorio 2008).

Una de las ventajas es que da información sobre el sistema y permite una vista panorámica de los actores, sus objetivos y propósitos.

El AHP utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo matrices a partir de estas comparaciones, y utilizando elementos del álgebra matricial para establecer prioridades entre los elementos del nivel. De las comparaciones entre pares de elementos se extraen las ponderaciones para la definición de prioridades.

Cada criterio ha recibido la importancia que se merece de acuerdo con el conocimiento y la experiencia de los expertos.

CAPÍTULO 3

Metodología

El modelo más utilizado para estimar el riesgo del inversionista o tasa esperada por él, es el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), que basa su estimación en el comportamiento de las rentabilidades de las empresas con respecto a la rentabilidad del mercado, condición que limita su uso a empresas cotizantes en bolsas de valores.

Esta investigación plantea una metodología alterna que corrija la limitación del CAPM, lo que permite que cualquier empresa en el mercado pueda utilizarlo independiente de cotizar en bolsa, lo importante para ser utilizado es cuantificar los riesgos de la empresa para establecer la prima mínima de riesgo requerida que permita cubrir estos riesgos y obtener una ganancia, que es la rentabilidad exigida por el accionista (costo de los recursos propios).

El CAPM es un modelo que predice la relación entre el riesgo y el rendimiento esperado de equilibrio en los activos de riesgo, relaciona la tasa de rentabilidad requerida para un valor con su riesgo medido por Beta.

El problema que resuelve el CAPM es minimizar el riesgo medido por la varianza teniendo en cuenta la rentabilidad de los activos, incluyendo una porción de la riqueza invertida en el activo libre de riesgo y otra porción en activos riesgosos, veamos.

$$\text{Min } \sigma_p^2 = X_1^2 \sigma_1^2 + X_2^2 \sigma_2^2 + \dots + 2X_1 X_2 \sigma_{12} + 2X_1 X_3 \sigma_{13} + \dots + 2X_{n-1} X_n \sigma_{(n-1)n} \quad (26)$$

Que es igual a:

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \quad (27)$$

$$\{X_j\}_{j=0}^n$$

s.a.
$$E(R_p) = \sum_{j=1}^n X_j E(R_j) + X_0 r_0 \quad (28)$$

Y
$$\sum_{j=0}^n X_j = 1 \quad (29)$$

σ_p^2 : Riesgo del portafolio medio por la varianza

X_i y X_j : Presupuesto de la riqueza destinada a cada activo

σ_{ij} : Covarianza del título i con el título j. La covarianza es igual al producto de las desviaciones típicas de cada activo $\sigma_1 \sigma_2$ multiplicado por el coeficiente ρ_{ij} de correlación entre ambos títulos $\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_1 \sigma_2$

ρ_{ij} : La tendencia de dos variables a desplazarse simultáneamente recibe el nombre de correlación; el coeficiente de correlación r mide dicha tendencia, la correlación puede fluctuar entre +1,0 (lo cual indica que las dos variables aumentan y disminuyen en sincronización perfecta) y -1,0 (lo cual indica que las variables siempre se desplazan en direcciones exactamente opuestas), un coeficiente de correlación cero indica que no están relacionadas las variables entre si; los cambios de una no dependen de los cambios de la otra.

$E(R_p)$: Rentabilidad esperada del portafolio

X_0 : Activo libre de riesgo

r_0 : Rentabilidad del activo libre de riesgo

Si se tiene que:

$$E(R_p) = \sum_{j=1}^n X_j E(R_j) + X_0 r_0 = \sum_{j=1}^n E(R_j) X_j + \left(1 - \sum_{j=1}^n X_j\right) r_0 \quad (30)$$

$$Y: E(R_p) = \sum_{j=1}^n (E(R_j) - r_0) X_j + r_0 \quad (31)$$

Entonces retomando la ecuación (27), (31) y (29):

$$\Rightarrow \text{Min } \sigma_p^2 = \sum \sum X_i X_j \sigma_{ij} \quad (27)$$

$$\text{s.a. } E(R_p) = \sum_{j=1}^n (E(R_j) - r_0) X_j + r_0 \quad (31)$$

$$\text{y } \sum_{j=0}^n X_j = 1 \quad (29)$$

$$\ell_{\{X_j\}} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} + \lambda \left[E(R_p) - \sum (E(R_j) - r_0) X_j - r_0 \right]$$

Condiciones de primer orden:

$$2 * \sum_{j=1}^n X_i \sigma_{ij} - \lambda (E(R_j) - r_0) = 0 \quad \forall_j = 1 \dots n$$

Multiplicamos las C.P.O. por X_j :

$$2 * \sum_{i=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} - \lambda (E(R_j) - r_0) X_j = 0$$

y al sumar sobre todo los activos j 's:

$$2 * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} - \lambda \sum_{j=1}^n (E(R_j) - r_0) X_j = 0$$

$$2 * \sigma_p^2 - \lambda \sum_{j=1}^n (E(R_j) - r_0) X_j = 0$$

$$\sigma_p^2 = \frac{\lambda}{2} (E(R_p) - r_0) \text{ relación entre la varianza y el exceso de retorno sobre el activo libre de riesgo.}$$

Ahora con:

$$\sigma_{jp} = \sum X_i \sigma_{ij}$$

$$\text{C.P.O. } 2 * \sigma_{jp} - \lambda (E(R_j) - r_0) = 0$$

$$\sigma_{jp} = \frac{\lambda}{2} (E(R_j) - r_0)$$

Despejando de cada ecuación $\lambda/2$ se tiene

$$\frac{2}{\lambda} = \frac{E(R_p) - r_0}{\sigma_p^2}$$

$$\frac{2}{\lambda} = \frac{E(R_j) - r_0}{\sigma_{jp}}$$

Al igualar las ecuaciones

$$\frac{E(R_p) - r_0}{\sigma_p^2} = \frac{E(R_j) - r_0}{\sigma_{jp}} \quad \text{condición que debe cumplir cada activo para estar en la frontera eficiente.}$$

El σ_{jp} se interpreta como el riesgo que le imprime el activo j al portafolio.

$$\left(\frac{E(R_p) - r_0}{\sigma_p^2} \right) \sigma_{jp} = E(R_j) - r_0$$

$$r_0 + (E(R_p) - r_0) \frac{\sigma_{jp}}{\sigma_p^2} = E(R_j)$$

Donde $\frac{\sigma_{jp}}{\sigma_p^2} = \beta = \text{Beta}$ es decir que beta es igual a la cova-

rianza del activo j con relación al portafolio dividido por la varianza el portafolio.

Entonces la ecuación quedaría, retomada de la ecuación (12):

$$E(R_j) = r_0 + \beta_j (E(R_p) - r_0)$$

$E(R_j)$: Costo de los recursos propios o rentabilidad esperada del activo j

r_0 : Rentabilidad del activo libre de riesgo

β_j : Riesgo sistemático

$E(R_p)$: Rentabilidad esperada del portafolio óptimo

$(E(R_p) - r_o)$: Prima de riesgo del mercado igual a la prima de riesgo del portafolio óptimo ya que es el mismo portafolio de mercado

$\beta_j (E(R_p) - r_o)$: Prima de riesgo del activo j

Para lograr el objetivo de esta investigación que es el planteamiento de una metodología para calcular el costo de los recursos de los accionistas se modifica la ecuación del Capital Assets Pricing Model (CAPM) incorporando los principales factores de riesgo que enfrentan las compañías sistemáticos y no sistemáticos, quitando el supuesto del modelo CAPM que dice que debido a la diversificación se elimina el riesgo no sistemático y queda el sistemático por medio de la medición del Beta β_j .

El riesgo no sistemático también se le conoce como riesgo único, riesgo específico de las compañías o riesgo diversificable, es el riesgo generado por influencias concretas de cada empresa, como por ejemplo el éxito en investigación y desarrollo, demandas judiciales, huelgas, alta rotación de personal, falta de recurso humano altamente calificado, falta de eficiencia en los procesos, ganar o perder un contrato importante, son aquellos factores específicos o acontecimientos propios que afectan a la empresa sin que afecten a otras compañías. Por tal razón se le conoce como riesgo diversificable, por tratarse de eventos aleatorios, su efecto en el portafolio se eliminará diversificándose, porque al conformar un portafolio con acciones de diferentes compañías de diferentes sectores reduce la exposición a factores específicos de cada empresa: los eventos negativos de una compañía anularán los eventos positivos de otra y viceversa, de forma que la volatilidad del portafolio baja.

Sin embargo, así se incluyan n número de activos en el portafolio de inversión no hay forma de evitar el riesgo ya que todos los valores se ven afectados por factores macroeconómicos comunes, no se puede eliminar la exposición al riesgo de la economía en

general, independientemente de cuantas acciones se tengan, es así que el riesgo que permanece incluso con la diversificación es sistemático o riesgo de mercado, son factores como guerras, inflación, devaluación, altas tasas de interés, entre otros.

Al quitar el supuesto del modelo CAPM, que dice que debido a la diversificación se elimina el riesgo no sistemático y queda el sistemático por medio de la medición del Beta β_j , se presume implícitamente que los inversionistas de estas empresas no están debidamente diversificados.

Esta modificación conlleva a que se cambie en la ecuación del modelo CAPM la forma de calcular la prima de riesgo $\beta_j (E(R_p) - r_o)$, ya que la propuesta es hallar la prima de riesgo del activo por medio de una metodología multicriterio denominada Análisis Jerárquico, Analytical Hierarchical Process (AHP), que permite la inclusión de todos los riesgos, sistemáticos y no sistemáticos que afectan a las empresas, quedando la ecuación de la siguiente forma, que viene siendo la ecuación (25):

$$E(R_j) - r_o + \text{Prima de riesgo de la empresa}$$

que es igual a decir, que es igual a la ecuación (25)

$$K_e = r_o + \text{Prima de riesgo de la empresa}$$

Al no tener en cuenta variables de deuda, el costo de los recursos propios que se mide en este documento es el costo de los recursos propios sin apalancamiento financiero.

$$K_u = r_o + \text{Prima de riesgo de la empresa}$$

La Prima de riesgo se calcula utilizando la metodología de Análisis Jerárquico explicada anteriormente y desarrollada en seguida.

3.1

Simulación y resultados

Primer paso -Determinación de las 30 empresas colombianas

La metodología propuesta fue aplicada a 30 empresas Colombianas a las cuales se les realizó la encuesta (ver Apéndice F) con el objetivo de desarrollar el cálculo de la prima de riesgo por medio del Análisis Jerárquico, tomadas del listado de las 3.000 empresas más grandes de Colombia, en términos del total de activos, según la base de datos de la Superintendencia de Sociedades del año 2009.

Las empresas que participaron en la investigación se encuentran localizadas así:

Tabla 8. Ubicación geográfica de las empresas participantes

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CANTIDAD DE EMPRESA	PORCENTAJE
Bogotá D.C.	18	60%
Medellín y municipios aledaños	6	20%
Cali y municipios aledaños	3	10%
Tocancipa	1	3,33%
Barranquilla	1	3,33%
Manizales	1	3,33%
TOTAL	30	100%

Fuente. Elaboración propia.

Los sectores a los cuales pertenecen las 30 empresas son:

Tabla 9. Sectores económicos de las 30 empresas

SECTOR ECONÓMICO	CANTIDAD DE EMPRESAS
Comercio al por menor (hipermercados)	2
Fabricación de vehículos automotores y sus partes	2
Fabricación de telas y actividades relacionadas	2
Fabricación de cartón, papel y derivados	2
Construcción	2
Fabricación de productos de cemento, hormigón, yeso y cal	2
Industria metalmeccánica y sus derivados (acero)	1
Geología, análisis de perforación de pozos petroleros	1
Fabricación de productos químicos (belleza)	1
Fabricación de productos químicos (fibras químicas)	1
Fabricación de productos químicos (aseo)	1
Fabricación de maquinaria y equipo (electrodomésticos)	1
Fabricación de maquinaria y equipo (maquinaria pesada, amarilla)	1
Preparación de madera y fabricación de productos de madera	1
Comisionista de bolsa	1
Productora de alimentos (lácteos)	1
Productora de alimentos (grasas)	1
Productora de alimentos (chocolate y otros)	1
Telefonía y redes (celulares)	1
Radio y Televisión	1
Educación (Universidad)	1
Salud (Hospital)	1
Compañía de financiamiento comercial	1
Actividades diversas de inversión y servicios financieros	1
TOTAL EMPRESAS	30

Fuente. Elaboración propia.

Segundo paso – Establecimiento de los criterios

“Las organizaciones de todos los tipos y tamaños enfrentan factores internos y externos e influencias que hacen incierto el cuando y si sí van alcanzar sus objetivos. El efecto que dicha incertidumbre tiene en los objetivos de la organización es el riesgo” (ISO 31000).

La gestión de riesgos puede aplicarse a toda una organización, en todas sus áreas y niveles, en cualquier momento, así como también a funciones específicas, proyectos y actividades.

Los principales riesgos que preocupan a los empresarios a nivel mundial, según un estudio realizado por la revista *Finance And Strategy Practice (2010)* son:

- Aumento de la presión de la competencia.
- Presión para la reducción de costos.
- Precios de las materias primas.
- Tendencias políticas.
- Recesión continúa.
- Riesgo de talento humano.
- Gestión estratégica de cambio.
- Inflación.
- Operaciones internacionales.
- Alto costo del capital.

En el 2009 el TOP de los riesgos a nivel mundial era:

- Regulación y cumplimiento.
- Acceso al crédito.
- Recuperación lenta o doble inmersión en la recesión.
- Gestión del talento.
- Mercados emergentes.
- Reducción de costos.
- Participantes no tradicionales.
- Ambientalización radical.
- Riesgo de aceptación social y responsabilidad social corporativa.
- Ejecución de alianzas y transacciones.

Se puede apreciar que la mayoría de los riesgos que preocupan

a las empresas y prevalecen de un año a otro son la reducción de costos, competencia y la gestión de talento humano, que hace referencia a la guerra global en algunos sectores especializados por personal calificado, la jubilación de importantes miembros de la empresa y el tema de la cambiante estructura de compensación de los trabajadores. Otros riesgos significativos son el de la recesión económica global, reglamentaciones y la política (Pachón, 2012).

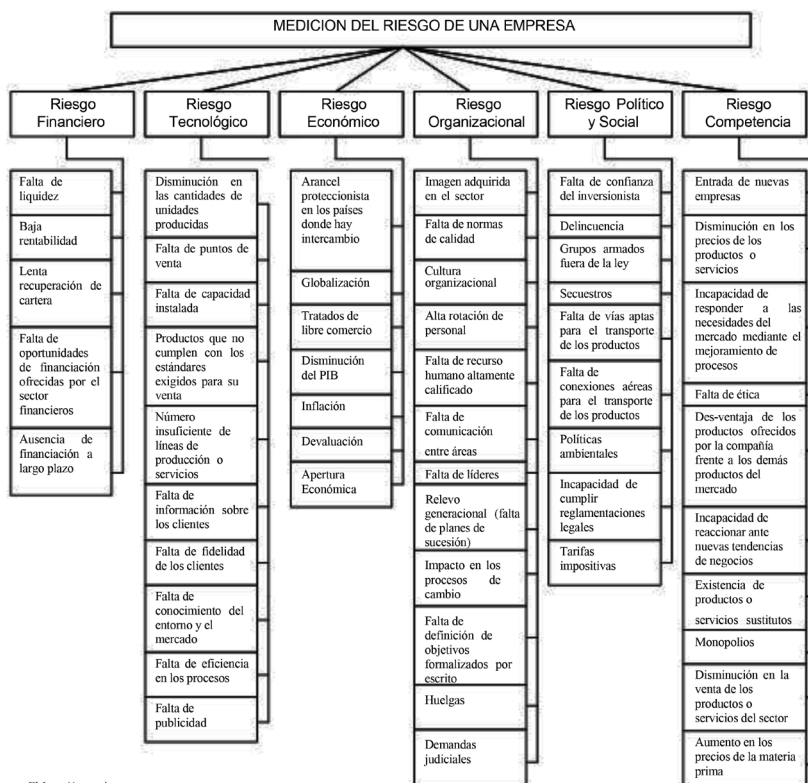
Con base a este TOP de riesgos y un estudio sobre la identificación de los factores de perdurabilidad de las empresas Colombianas (Restrepo, 2009), que lista los principales factores que deben tener en cuenta las empresas para lograr perdurar en el mercado, los principales riesgos empresariales encontrados y confirmados con la encuesta desarrollada para el estudio, se agruparon en 6 categorías así:

- **Riesgo financiero:** el riesgo de pérdidas por la insuficiencia de recursos para el volumen de operaciones. Incertidumbre en las operaciones financieras.
- **Riesgo tecnológico:** el riesgo de pérdidas resultantes de una falta de adecuación o falla en los procesos o sistemas internos. Riesgo vinculado a fallas en seguridad y continuidad operativa de los procesos y sistemas informáticos. Problemas en la calidad de la información.
- **Riesgo estructura organizacional:** el riesgo de obtener pérdidas por que la cultura organizacional influye en la agilidad de los procesos y en la toma de decisiones. Por la inadecuada capacitación del personal. Errores humanos.
- **Riesgo político - Social:** el riesgo de pérdidas por las decisiones externas impuestas por el gobierno o entes reguladores incluyen directamente a la empresa. Las fallas en los servicios públicos, la ocurrencia de desastres naturales,

atentados y actos delictivos. Las fallas en servicios críticos provistos por terceros.

- **Riesgo de competencia:** riesgo de pérdidas derivadas de la presencia en el mercado de empresas que prestan servicios o vendan productos afines a los de la empresa. Mayores ventajas tienen las otras empresas del sector.
- **Riesgo económico:** es el riesgo de obtener pérdidas producto de factores inherentes a la economía, como son la inflación, tratados internacionales, aranceles, globalización, entre otros.

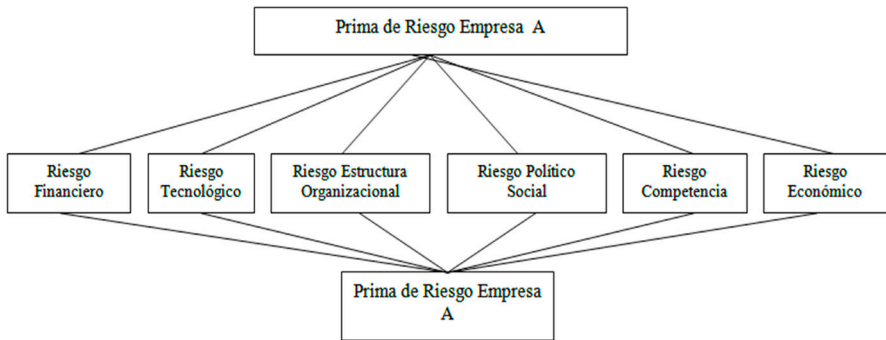
Cada una de las seis categorías tiene un listado de riesgos que la identifica:



Fuente: Elaboración propia

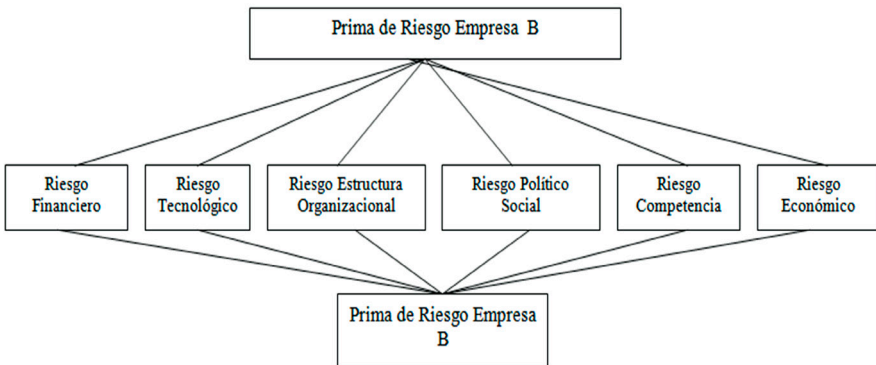
Las seis categorías de riesgos son los criterios en el AHP, es decir que el criterio 1 es igual al riesgo financiero; el criterio 2 corresponde al riesgo tecnológico; criterio 3 es riesgo estructura organizacional; criterio 4 riesgo político – social; criterio 5 riesgo de competencia y criterio 6 riesgo económico.

Figura 4. Árbol de jerarquías empresa A



Fuente. Elaboración Propia, basado en Saaty (2001).

Figura 5. Árbol de jerarquías empresa B



Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

En cada categoría de riesgos (criterios) se encuentra un grupo de factores que hacen parte e identifican cada uno de los riesgos (ver Apéndice F) y los cuales permiten establecer cuál es el factor que influye en cada categoría de riesgo.

Tercer paso – Calificación de los riesgos (criterios) por empresa

De la aplicación de la encuesta (ver Apéndice F) en donde se les pregunto a los gerentes financieros, de proyectos y/o de riesgos de las 30 empresas el nivel de influencia de los riesgos en las decisiones de la compañía se establecen los criterio por empresa, como se muestra en la tabla 10.

Cada gerente señala por medio de un porcentaje de 1 a 100 por ciento la influencia de cada categoría de riesgos a la empresa, la suma de las seis categorías da el 100%.

Tabla 10. Calificación de los riesgos por empresa

CRITERIOS	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA F	EMPRESA G	EMPRESA H
RIESGO FINANCIERO	15%	20%	10%	20%	40%	10%	16%	10%
RIESGO TECNOLÓGICO	20%	20%	20%	10%	10%	20%	6%	10%
RIESGO ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	23%	10%	20%	10%	20%	5%	12%	10%
RIESGO POLÍTICO - SOCIAL	10%	20%	10%	20%	5%	15%	12%	10%
RIESGO DE COMPETENCIA	20%	20%	15%	10%	20%	30%	27%	50%
RIESGO ECONÓMICO	12%	10%	25%	30%	5%	20%	27%	10%

CRITERIOS	EMPRESA I	EMPRESA J	EMPRESA K	EMPRESA L	EMPRESA M	EMPRESA N	EMPRESA Ñ	EMPRESA O
RIESGO FINANCIERO	25%	20%	30%	5%	30%	10%	10%	3%
RIESGO TECNOLÓGICO	20%	5%	20%	5%	20%	5%	25%	17%
RIESGO ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	15%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	16%
RIESGO POLÍTICO - SOCIAL	10%	20%	10%	40%	10%	30%	20%	27%
RIESGO DE COMPETENCIA	15%	30%	20%	40%	10%	20%	20%	36%
RIESGO ECONÓMICO	15%	20%	10%	5%	20%	30%	15%	1%

CRITERIOS	EMPRESA P	EMPRESA Q	EMPRESA R	EMPRESA S	EMPRESA T	EMPRESA U	EMPRESA V	EMPRESA W
RIESGO FINANCIERO	20%	25%	40%	30%	20%	10%	20%	20%
RIESGO TECNOLÓGICO	5%	20%	5%	5%	10%	10%	20%	10%
RIESGO ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	5%	20%	5%	10%	8%	10%	10%	20%
RIESGO POLÍTICO - SOCIAL	20%	5%	5%	5%	12%	20%	10%	15%
RIESGO DE COMPETENCIA	30%	20%	20%	20%	30%	20%	20%	25%
RIESGO ECONÓMICO	20%	10%	25%	30%	20%	30%	20%	10%

CRITERIOS	EMPRESA X	EMPRESA Y	EMPRESA Z	EMPRESA AA	EMPRESA AB	EMPRESA AC
RIESGO FINANCIERO	15%	25%	8%	30%	30%	20%
RIESGO TECNOLÓGICO	15%	10%	25%	10%	10%	5%
RIESGO ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	5%	5%	15%	10%	10%	40%
RIESGO POLÍTICO - SOCIAL	30%	15%	20%	10%	10%	10%
RIESGO DE COMPETENCIA	5%	25%	25%	20%	30%	10%
RIESGO ECONÓMICO	30%	20%	8%	20%	10%	15%

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Cuarto paso – Comparaciones por pares

Una vez se han definido los criterios, se realiza el análisis por pares, es decir se compara cada uno de los criterios de la empresa A con cada uno de los criterios de la empresa B, es decir par a par; Riesgo 1 empresa A / Riesgo 1 empresa B; Riesgo 1 empresa A / Riesgo 1 empresa C y así sucesivamente con cada criterio y cada empresa, hasta formar una matriz de 6 filas (criterios) y N alternativas de combinación dependiendo del número de empresas.

El procedimiento sería de la siguiente manera:

Tabla 11. Comparación por pares

CATEGORIA DE RIESGOS	EMPRESA A	EMPRESA A	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA B	EMPRESA B	...	EMPRESA AC	EMPRESA AC
	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
Riesgo financiero	0,15/0,15	0,15/0,20	0,15/0,10	0,20/0,15	0,20/0,20	0,20/0,10	...	0,20/0,30	0,20/0,20
Riesgo tecnologico	0,20/0,20	0,20/0,20	0,20/0,20	0,20/0,20	0,20/0,20	0,20/0,20	...	0,05/0,10	0,05/0,05
Riesgo estructura organizacional	0,23/0,23	0,23/0,10	0,23/0,20	0,10/0,23	0,10/0,10	0,10/0,20	...	0,40/0,10	0,40/0,40
Riesgo politico - social	0,10/0,10	0,10/0,20	0,10/0,10	0,20/0,10	0,20/0,20	0,20/0,10	...	0,10/0,10	0,10/0,10
Riesgo de competencia	0,20/0,20	0,20/0,20	0,20/0,15	0,20/0,20	0,20/0,20	0,20/0,15	...	0,10/0,30	0,10/0,10
Riesgo económico	0,12/0,12	0,12/0,10	0,12/0,25	0,10/0,12	0,10/0,10	0,10/0,25	...	0,15/0,10	0,15/0,15

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 12. Matriz comparación por pares

CATEGORIA DE RIESGOS	EMPRESA A	EMPRESA A	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA B	EMPRESA B	...	EMPRESA AC	EMPRESA AC
	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
Riesgo financiero	1,00	0,75	1,50	1,33	1,00	2,00	...	0,67	1,00
Riesgo tecnologico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	...	0,50	1,00
Riesgo estructura organizacional	1,00	2,30	1,15	0,43	1,00	0,50	...	4,00	1,00
Riesgo politico - social	1,00	0,50	1,00	2,00	1,00	2,00	...	1,00	1,00
Riesgo de competencia	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,33	...	0,33	1,00
Riesgo económico	1,00	1,20	0,48	0,83	1,00	0,40	...	1,50	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Teniendo en cuenta que los riesgos son indicadores denominados inversos debido a que entre más bajos los valores son considerados más sanos para la organización (Rosillo 2009), es decir que entre menor riesgo mejor esta la empresa y al contrario entre más alto sea el riesgo mayor incertidumbre tiene la empresa para alcanzar sus objetivos, se calcula la matriz inversa de las comparaciones por pares.

Esto se hace con el fin de poder interpretar mejor los datos de la matriz. Al observar los datos de la matriz inversa se puede apreciar que el riesgo financiero de la empresa A (que tiene un riesgo del 15%) es mejor 1,33 veces que el riesgo financiero de la empresa B (que tiene un riesgo del 20%).

Cuando se compara la empresa con ella mismas en cualquiera de las categorías de riesgo se ve que el resultado es 1, ya que se está dividiendo por el mismo valor.

Tabla 13. Matriz del inverso de comparación por pares

CATEGORIA DE RIESGOS	EMPRESA A	EMPRESA A	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA B	EMPRESA B	...	EMPRESA AC	EMPRESA AC
	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
Riesgo financiero	1,00	1,33	0,67	0,75	1,00	0,50	...	1,50	1,00
Riesgo tecnologico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	...	2,00	1,00
Riesgo estructura organizacional	1,00	0,43	0,87	2,33	1,00	2,00	...	0,25	1,00
Riesgo politico - social	1,00	2,00	1,00	0,50	1,00	0,50	...	1,00	1,00
Riesgo de competencia	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	...	3,00	1,00
Riesgo económico	1,00	0,83	2,08	1,20	1,00	2,50	...	0,67	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Quinto paso – Comparaciones por pares por cada uno de los riesgos (criterios) y empresas:

Al tener las comparaciones por pares de todos los factores, la matriz inversa se separa por criterios, es decir por las categorías de riesgos; Financiero, Tecnológico, Estructura Organizacional, Político – Social, Competencia y Económico, y se suman las columnas por empresa.

Tabla 14. Matriz de comparación por pares Criterio riesgo financiero

RIESGO FINANCIERO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA F	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
EMPRESA A	1,00	1,33	0,67	1,33	2,67	0,67	...	2,00	1,33
EMPRESA B	0,75	1,00	0,50	1,00	2,00	0,50	...	1,50	1,00
EMPRESA C	1,50	2,00	1,00	2,00	4,00	1,00	...	3,00	2,00
EMPRESA D	0,75	1,00	0,50	1,00	2,00	0,50	...	1,50	1,00
EMPRESA E	0,38	0,50	0,25	0,50	1,00	0,25	...	0,75	0,50
EMPRESA F	1,50	2,00	1,00	2,00	4,00	1,00	...	3,00	2,00
.
.
EMPRESA AB	0,50	0,67	0,33	0,67	1,33	0,33	...	1,00	0,67
EMPRESA AC	0,75	1,00	0,50	1,00	2,00	0,50	...	1,50	1,00
SUMA (n=30)	32,99	43,98	21,99	43,98	87,97	21,99	...	65,98	43,98

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 15. Matriz de comparación por pares criterio riesgo tecnológico

RIESGO TECNOLÓGICO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA F	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
EMPRESA A	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	...	0,50	0,25
EMPRESA B	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	...	0,50	0,25
EMPRESA C	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	...	0,50	0,25
EMPRESA D	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	...	1,00	0,50
EMPRESA E	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	...	1,00	0,50
EMPRESA F	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	...	0,50	0,25
.
.
.
EMPRESA AB	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	...	1,00	0,50
EMPRESA AC	4,00	4,00	4,00	2,00	2,00	4,00	...	2,00	1,00
SUMA (n=30)	62,44	62,44	62,44	31,22	31,22	62,44	...	31,22	15,61

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 16. Matriz de comparación por pares criterio riesgo estructura organizacional

RIESGO ESTRUCTURA ORGAIZACIONAL	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA F	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
EMPRESA A	1,00	0,43	0,87	0,43	0,87	0,22	...	0,43	1,74
EMPRESA B	2,30	1,00	2,00	1,00	2,00	0,50	...	1,00	4,00
EMPRESA C	1,15	0,50	1,00	0,50	1,00	0,25	...	0,50	2,00
EMPRESA D	2,30	1,00	2,00	1,00	2,00	0,50	...	1,00	4,00
EMPRESA E	1,15	0,50	1,00	0,50	1,00	0,25	...	0,50	2,00
EMPRESA F	4,60	2,00	4,00	2,00	4,00	1,00	...	2,00	8,00
.
.
.
EMPRESA AB	2,30	1,00	2,00	1,00	2,00	0,50	...	1,00	4,00
EMPRESA AC	0,58	0,25	0,50	0,25	0,50	0,13	...	0,25	1,00
SUMA (n=30)	77,57	33,73	67,45	33,73	67,45	16,86	...	33,73	134,91

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 17. Matriz de comparación por pares criterio riesgo político social

RIESGO POLÍTICO-SOCIAL	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA F	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
EMPRESA A	1,00	2,00	1,00	2,00	0,50	1,50	...	1,00	1,00
EMPRESA B	0,50	1,00	0,50	1,00	0,25	0,75	...	0,50	0,50
EMPRESA C	1,00	2,00	1,00	2,00	0,50	1,50	...	1,00	1,00
EMPRESA D	0,50	1,00	0,50	1,00	0,25	0,75	...	0,50	0,50
EMPRESA E	2,00	4,00	2,00	4,00	1,00	3,00	...	2,00	2,00
EMPRESA F	0,67	1,33	0,67	1,33	0,33	1,00	...	0,67	0,67
.
.
.
EMPRESA AB	1,00	2,00	1,00	2,00	0,50	1,50	...	1,00	1,00
EMPRESA AC	1,00	2,00	1,00	2,00	0,50	1,50	...	1,00	1,00
SUMA (n=30)	26,45	52,91	26,45	52,91	13,23	39,68	...	26,45	26,45

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 18. Matriz de comparación por pares criterio riesgo competencia

RIESGO DE COMPETENCIA	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA F	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
EMPRESA A	1,00	1,00	0,75	0,50	1,00	1,50	...	1,50	0,50
EMPRESA B	1,00	1,00	0,75	0,50	1,00	1,50	...	1,50	0,50
EMPRESA C	1,33	1,33	1,00	0,67	1,33	2,00	...	2,00	0,67
EMPRESA D	2,00	2,00	1,50	1,00	2,00	3,00	...	3,00	1,00
EMPRESA E	1,00	1,00	0,75	0,50	1,00	1,50	...	1,50	0,50
EMPRESA F	0,67	0,67	0,50	0,33	0,67	1,00	...	1,00	0,33
.
.
.
EMPRESA AB	0,67	0,67	0,50	0,33	0,67	1,00	...	1,00	0,33
EMPRESA AC	2,00	2,00	1,50	1,00	2,00	3,00	...	3,00	1,00
SUMA (n=30)	32,60	32,60	24,45	16,30	32,60	48,89	...	48,89	16,30

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 19. Matriz de comparación por pares criterio riesgo económico

RIESGO ECONÓMICO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA F	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
EMPRESA A	1,00	0,83	2,08	2,50	0,42	1,67	...	0,83	1,25
EMPRESA B	1,20	1,00	2,50	3,00	0,50	2,00	...	1,00	1,50
EMPRESA C	0,48	0,40	1,00	1,20	0,20	0,80	...	0,40	0,60
EMPRESA D	0,40	0,33	0,83	1,00	0,17	0,67	...	0,33	0,50
EMPRESA E	2,40	2,00	5,00	6,00	1,00	4,00	...	2,00	3,00
EMPRESA F	0,60	0,50	1,25	1,50	0,25	1,00	...	0,50	0,75
.
.
.
EMPRESA AB	1,20	1,00	2,50	3,00	0,50	2,00	...	1,00	1,50
EMPRESA AC	0,80	0,67	1,67	2,00	0,33	1,33	...	0,67	1,00
SUMA (n=30)	37,20	31,00	77,51	93,01	15,50	62,01	...	31,00	46,51

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Sexto paso – Matriz normalizada

Después de haber realizado las comparaciones de todos los factores, estas matrices son normalizadas, es decir se divide cada término de la matriz sobre la suma de sus columnas, como se muestra a continuación:

Tabla 20. Matriz normalizada

RIESGO FINANCIERO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AB	EMPRESA AC
EMPRESA A	1,00/32,99	1,33/43,98	0,67/21,99	...	2,00/65,98	1,33/43,98
EMPRESA B	0,75/32,99	1,00/43,98	0,50/21,99	...	1,50/65,98	1,00/43,98
EMPRESA C	1,50/32,99	2,00/43,98	1,00/21,99	...	3,00/65,98	2,00/43,98
.
.
.
EMPRESA AC	0,75/32,99	1,00/43,98	0,50/21,99	...	1,50/65,98	1,00/43,98
SUMA (n=30)	1,00	1,00	1,00	...	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia, basado en Saaty (2001).

Con este procedimiento se establece la importancia de cada indicador (riesgo) en relación con el mismo indicador de las otras empresas.

Tabla 21. Matriz normalizada riesgo financiero por empresa

RIESGO FINANCIERO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AC
EMPRESA A	0,03	0,03	0,03	...	0,03
EMPRESA B	0,02	0,02	0,02	...	0,02
EMPRESA C	0,05	0,05	0,05	...	0,05
.
.
EMPRESA AC	0,02	0,02	0,02	...	0,02
SUMA (n=30)	1,00	1,00	1,00	...	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 22. Matriz normalizada riesgo tecnológico por empresa

RIESGO TECNOLÓGICO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AC
EMPRESA A	0,02	0,02	0,02	...	0,02
EMPRESA B	0,02	0,02	0,02	...	0,02
EMPRESA C	0,02	0,02	0,02	...	0,02
.
.
EMPRESA AC	0,06	0,06	0,06	...	0,06
SUMA (n=30)	1,00	1,00	1,00	...	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 23. Matriz normalizada riesgo estructura organizacional por empresa

RIESGO ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AC
EMPRESA A	0,01	0,01	0,01	...	0,01
EMPRESA B	0,03	0,03	0,03	...	0,03
EMPRESA C	0,01	0,01	0,01	...	0,01
.
.
EMPRESA AC	0,01	0,01	0,01	...	0,01
SUMA (n=30)	1,00	1,00	1,00	...	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 24. Matriz normalizada riesgo político-social por empresa

RIESGO POLÍTICO -SOCIAL	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AC
EMPRESA A	0,04	0,04	0,04	...	0,04
EMPRESA B	0,02	0,02	0,02	...	0,02
EMPRESA C	0,04	0,04	0,04	...	0,04
.
.
EMPRESA AC	0,04	0,04	0,04	...	0,04
SUMA (n=30)	1,00	1,00	1,00	...	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 25. Matriz normalizada riesgo de la competencia por empresa

RIESGO DE COMPETENCIA	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AC
EMPRESA A	0,03	0,03	0,03	...	0,03
EMPRESA B	0,03	0,03	0,03	...	0,03
EMPRESA C	0,04	0,04	0,04	...	0,04
.
.
EMPRESA AC	0,06	0,06	0,06	...	0,06
SUMA (n=30)	1,00	1,00	1,00	...	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Tabla 26. Matriz normalizada riesgo económico por empresa

RIESGO DE ECONÓMICO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	...	EMPRESA AC
EMPRESA A	0,03	0,03	0,03	...	0,03
EMPRESA B	0,03	0,03	0,03	...	0,03
EMPRESA C	0,01	0,01	0,01	...	0,01
.
.
EMPRESA AC	0,02	0,02	0,02	...	0,02
SUMA (n=30)	1,00	1,00	1,00	...	1,00

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Con estas matrices normalizadas por riesgo (criterio) y por empresa se obtiene el vector de prioridades de los criterios al promediar los valores de las filas, este procedimiento se repite para todos los criterios y el total de empresas (30 empresas de Colombia).

Tabla 27. Vector de prioridades por empresa

EMPRESA	RIESGO FINANCIERO	RIESGO TECNOLÓGICO	RIESGO ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	RIESGO POLÍTICO – SOCIAL	RIESGO DE COMPETENCIA	RIESGO ECONÓMICO
EMPRESA A	3,03%	1,60%	1,29%	3,78%	3,07%	2,69%
EMPRESA B	2,27%	1,60%	2,97%	1,89%	3,07%	3,23%
EMPRESA C	4,55%	1,60%	1,48%	3,78%	4,09%	1,29%
.
.
EMPRESA AC	2,27%	6,41%	0,74%	3,78%	6,14%	2,15%
SUMA TOTAL (30 empresas)	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Por otro lado la importancia de este método también radica en que, luego de la asignación de los pesos, se calcula la razón de consistencia de la matriz, que permite valorar la relación de los criterios entre sí determinando su coherencia y pertinencia.

Séptimo paso: Medición de la consistencia de los datos:

La razón de consistencia es el cociente entre el índice de consistencia y el índice aleatorio calculado por Saaty de acuerdo con el número de datos.

$$\text{Índice de consistencia} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{32}$$

Si los juicios son inconsistentes λ_{\max} será mayor a n que es el número de datos.

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \text{medidas de consistencia}}{n} \quad (33)$$

Las medidas de consistencia están definidas por la suma del producto de las comparaciones por pares de cada una de las empresas por la importancia respectiva dividido por el peso o ponderación de la empresa que se está analizando; por ejemplo para el cálculo de la medida de consistencia del riesgo financiero de la empresa A se tiene:

Medida de consistencia de A Riesgo Financiero:

$$= \frac{1*0,03 + 1,33*0,02 + 0,67*0,5 + n_4 + \dots + n_{30}}{0,03} = \frac{0,91}{0,03} = 30$$

Medida de consistencia de A Riesgo Tecnológico:

$$= \frac{1*0,02 + 1*0,02 + 1*0,02 + n_4 + \dots + n_{30}}{0,02} = \frac{0,48}{0,02} = 30$$

Medida de consistencia de A Riesgo E. Organizacional:

$$= \frac{1*0,01 + 0,43*0,03 + 0,87*0,01 + n_4 + \dots + n_{30}}{0,01} = \frac{0,39}{0,01} = 30$$

Medida de consistencia de A Riesgo Político-Social

$$= \frac{1*0,04 + 2*0,02 + 1*0,04 + n_4 + \dots + n_{30}}{0,04} = \frac{1,13}{0,04} = 30$$

Medida de consistencia de A Riesgo Competencia:

$$= \frac{1*0,03+ 1*0,03+0,75 *0,04 +n_4+...+n_{30}}{0,03} = \frac{0,92}{0,03} = 30$$

Medida de consistencia de A Riesgo Económico:

$$= \frac{1*0,03+0,83*0,03 + 2,08* 0,01 +n_4+...+n_{30}}{0,03} = \frac{0,81}{0,03} = 30$$

Igual al procedimiento anterior se calcula la medida de consistencia para cada una de las empresas y sus riesgos.

Luego con las medidas de consistencia de cada empresa por riesgo se calcula λ_{\max} :

$$\lambda_{\max} = \frac{\Sigma \text{medidas el consistencias}}{n} = \frac{30 + 30 + 30 + n_4 + \dots + n_{30}}{30} = \frac{900}{30} = 30$$

Por último se calcula la razón de consistencia:

$$RC = \text{Razón de consistencia} = \frac{\text{Índice de consistencia}}{\text{Índice aleatorio de Saaty}} \quad (34)$$

$$\text{Índice de consistencia} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{30 - 30}{30 - 1}$$

El índice aleatorio de Saaty para n=30 es 3,05, por lo tanto la razón de consistencia para cada indicador (riesgo) es:

$$RC = \frac{0}{3,05} = 0$$

Saaty ha aproximado índices aleatorios (RI) para diversos tamaños de matriz, N, del modo siguiente:

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	...

Fuente. Saaty (1994)

Con base en la experiencia empírica de Saaty de que es aceptable una razón de consistencia igual o menor a 0,10 para que la información sea consistente; los resultados obtenidos para el estudio indican que son confiables las comparaciones pareadas anteriores para obtener los vectores de prioridad.

Tabla 28. Medida de consistencia, índice de consistencia y razón de consistencia

EMPRESA Y RIESGO	MEDIDA DE CONSISTENCIA	λ_{\max}	INDICE DE CONSISTENCIA	RAZON DE CONSISTENCIA RC
Empresa A riesgo financiero	30	30	0	0
Empresa B riesgo financiero	30			
Empresa C riesgo financiero	30			
Empresa A riesgo tecnológico	30	30	0	0
Empresa B riesgo tecnológico	30			
Empresa C riesgo tecnológico	30			
Empresa A riesgo e. organizacional	30	30	0	0
Empresa B riesgo e. organizacional	30			
Empresa C riesgo e. organizacional	30			
Empresa A riesgo político-social	30	30	0	0
Empresa B riesgo político-social	30			
Empresa C riesgo político-social	30			
Empresa A riesgo de competencia	30	30	0	0
Empresa B riesgo de competencia	30			
Empresa C riesgo de competencia	30			
Empresa A riesgo económico	30	30	0	0
Empresa B riesgo económico	30			
Empresa C riesgo económico	30			

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

Octavo paso - Cálculo de la prima de riesgo

Determinada la consistencia de la información se procede a calcular el peso de cada empresa dentro del total, se toma la ponderación de cada riesgo en la empresa se suman y se divide por la cantidad de categorías de riesgo.

Con base en lo anterior la ponderación promedio es la prima de riesgo para cada empresa. Este procedimiento se efectúa para cada una de las 30 empresas.

Tabla 29. Ponderación de la categoría de riesgos por empresa

CATEGORIA DE RIESGOS							
EMPRESAS	RIESGO FINANCIERO	RIESGO TECNOLÓGICO	RIESGO ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	RIESGO POLÍTICO – SOCIAL	RIESGO DE COMPETENCIA	RIESGO ECONÓMICO	PRIMA DE RIESGO PONDERACION
A	3,03%	1,60%	1,29%	3,78%	3,07%	2,69%	2,58%
B	2,27%	1,60%	2,97%	1,89%	3,07%	3,23%	2,50%
C	4,55%	1,60%	1,48%	3,78%	4,09%	1,29%	2,80%
D	2,27%	3,20%	2,97%	1,89%	6,14%	1,08%	2,92%
E	1,14%	3,20%	1,48%	7,56%	3,07%	6,45%	3,82%
F	4,55%	1,60%	5,93%	2,52%	2,05%	1,61%	3,04%
G	2,84%	5,34%	2,47%	3,15%	2,27%	1,19%	2,88%
H	4,55%	3,20%	2,97%	3,78%	1,23%	3,23%	3,16%
I	1,82%	1,60%	1,98%	3,78%	4,09%	2,15%	2,57%
J	2,27%	6,41%	5,93%	1,89%	2,05%	1,61%	3,36%
K	1,52%	1,60%	2,97%	3,78%	3,07%	3,23%	2,69%
L	9,09%	6,41%	5,93%	0,95%	1,53%	6,45%	5,06%
M	1,52%	1,60%	2,97%	3,78%	6,14%	1,61%	2,94%
N	4,55%	6,41%	5,93%	1,26%	3,07%	1,08%	3,71%
Ñ	4,55%	1,28%	2,97%	1,89%	3,07%	2,15%	2,65%
O	15,16%	1,88%	1,85%	1,40%	1,70%	32,25%	9,04%
P	2,27%	6,41%	5,93%	1,89%	2,05%	1,61%	3,36%
Q	1,82%	1,60%	1,48%	7,56%	3,07%	3,23%	3,13%
R	1,14%	6,41%	5,93%	7,56%	3,07%	1,29%	4,23%
S	1,52%	6,41%	2,97%	7,56%	3,07%	1,08%	3,76%
T	2,27%	3,20%	3,71%	3,15%	2,05%	1,61%	2,67%
U	4,55%	3,20%	2,97%	1,89%	3,07%	1,08%	2,79%
V	2,27%	1,60%	2,97%	3,78%	3,07%	1,61%	2,55%
W	2,27%	3,20%	1,48%	2,52%	2,45%	3,23%	2,53%
X	3,03%	2,14%	5,93%	1,26%	12,27%	1,08%	4,28%
Y	1,82%	3,20%	5,93%	2,52%	2,45%	1,61%	2,92%
Z	6,06%	1,28%	1,98%	1,89%	2,45%	4,30%	2,99%
AA	1,52%	3,20%	2,97%	3,78%	3,07%	1,61%	2,69%
AB	1,52%	3,20%	2,97%	3,78%	2,05%	3,23%	2,79%
AC	2,27%	6,41%	0,74%	3,78%	6,14%	2,15%	3,58%
						PROMEDIO	3,33%

Fuente: Elaboración Propia, basado en Saaty (2001).

Noveno paso - Cálculo del costo de los recursos propios

Antes de calcular la prima de riesgo se define la tasa de rentabilidad del activo libre de riesgo. Como se mencionó anteriormente, la tasa que se toma en el mercado como libre de riesgo es aquella que poseen los títulos emitidos por los Gobiernos. Teniendo en cuenta que las empresas de la investigación son todas Colombianas y que el título emitido por el Gobierno más transado en el mercado es el COLTES 11 con vencimiento el 24/07/20, se utiliza el promedio histórico de la tasa de rentabilidad de este título entre el 02/01/11 y el 24/03/11, dando como resultado 8,21%.

Definida la prima de riesgo y la tasa libre de riesgo se calcula el costo de los recursos propios, retomando la ecuación (25):

$$\boxed{K_u} = \boxed{R_f} + \boxed{\text{Prima de riesgo de la empresa}}$$

Tabla 30. Prima de riesgo y costo de los recursos propios por empresa

Empresas	Prima de riesgo ponderación	Activo de libre riesgo TES	Costo de los recursos propio K_u
A	2,58%	8,21%	10,80%
B	2,50%	8,21%	10,70%
C	2,80%	8,21%	11,00%
D	2,92%	8,21%	11,10%
E	3,82%	8,21%	12,00%
F	3,04%	8,21%	11,30%
G	2,88%	8,21%	11,10%
H	3,16%	8,21%	11,40%
I	2,57%	8,21%	10,80%
J	3,36%	8,21%	11,60%
K	2,69%	8,21%	10,90%
L	5,06%	8,21%	13,30%
M	2,94%	8,21%	11,10%
N	3,71%	8,21%	11,90%
Ñ	2,65%	8,21%	10,90%
O	9,04%	8,21%	17,30%
P	3,36%	8,21%	11,60%
Q	3,13%	8,21%	11,30%
R	4,23%	8,21%	12,40%
S	3,76%	8,21%	12,00%
T	2,67%	8,21%	10,90%
U	2,79%	8,21%	11,00%
V	2,55%	8,21%	10,80%
W	2,53%	8,21%	10,70%
X	4,28%	8,21%	12,50%
Y	2,92%	8,21%	11,10%
Z	2,99%	8,21%	11,20%
AA	2,69%	8,21%	10,90%
AB	2,79%	8,21%	11,00%
AC	3,58%	8,21%	11,80%
		Ponderación	11,55%

Fuente. Elaboración propia, basado en Saaty (2001).

En las tablas se evidencia que la empresa que tiene un mayor riesgo es la empresa O con una prima de riesgo equivalente al 9,04%, que se encuentra ubicada en el sector de Fabricación de

automóviles, seguida de la empresa L con una prima de riesgo del 5,06%, del sector de Radio y Televisión.

Las empresas de menor riesgo son B y W, con una prima de riesgo del 2,50% y 2,53% respectivamente, la primera es del sector Fabricación de cemento, hormigón, yeso y cal y la segunda al sector Fabricación de cartón, papel y productos derivados.

La prima de riesgo y el costo de los recursos propios sin apalancamiento financiero de cada una de las 30 empresas junto con el sector al cual pertenecen, en orden de la más riesgosa a la menos riesgosa son:

Tabla 31. Prima de riesgo, costo de los recursos propios sin apalancamiento financiero y sector por empresa, de la más riesgosa a la menos riesgosa

SECTOR AL CUAL PERTENECE LA EMPRESA	EMPRESAS	PRIMA DE RIESGO PONDERACION	TES	K_u
Fabricación de vehículos automotores y sus partes	O	9,04%	8,21%	17,3%
Radio y Televisión	L	5,06%	8,21%	13,3%
Fabricación de telas y actividades relacionadas	X	4,28%	8,21%	12,5%
Compañía de financiamiento comercial	R	4,23%	8,21%	12,4%
Fabricación de telas y actividades relacionadas	E	3,82%	8,21%	12,0%
Construcción	S	3,76%	8,21%	12,0%
Productora de alimentos (lácteos)	N	3,71%	8,21%	11,9%
Geología, análisis de perforación de pozos petroleros	AC	3,58%	8,21%	11,8%
Fabricación de productos químicos (fibras químicas)	J	3,36%	8,21%	11,6%
Fabricación de productos químicos (aseo)	P	3,36%	8,21%	11,6%
Fabricación de maquinaria y equipo (electrodomésticos)	H	3,16%	8,21%	11,4%
Educación (Universidad)	Q	3,13%	8,21%	11,3%
Fabricación de cartón, papel y derivados	F	3,04%	8,21%	11,3%
Comercio al por menor (hipermercados)	Z	2,99%	8,21%	11,2%
Comisionista de bolsa	M	2,94%	8,21%	11,1%
Fabricación de productos químicos (belleza)	D	2,92%	8,21%	11,1%
Industria metalmecánica y sus derivados (acero)	Y	2,92%	8,21%	11,1%
Fabricación de productos de cemento, hormigón, yeso y cal	G	2,88%	8,21%	11,1%
Telefonía y redes (celulares)	C	2,80%	8,21%	11,0%
Construcción	U	2,79%	8,21%	11,0%
Productora de alimentos (chocolate y otros)	AB	2,79%	8,21%	11,0%
Fabricación de maquinaria y equipo (maquinaria pesada, amarilla)	K	2,69%	8,21%	10,9%
Productora de alimentos (grasas)	AA	2,69%	8,21%	10,9%
Salud (Hospital)	T	2,67%	8,21%	10,9%
Fabricación de vehículos automotores y sus partes	Ñ	2,65%	8,21%	10,9%

Continuación Tabla 31. Prima de riesgo, costo de los recursos propios sin apalancamiento financiero y sector por empresa, de la más riesgosa a la menos riesgosa

SECTOR AL CUAL PERTENECE LA EMPRESA	EMPRESAS	PRIMA DE RIESGO PONDERACION	TES	K_u
Comercio al por menor (hipermercados)	A	2,58%	8,21%	10,8%
Preparación de madera y fabricación de productos de madera	I	2,57%	8,21%	10,8%
Actividades diversas de inversión y servicios financieros	V	2,55%	8,21%	10,8%
Fabricación de productos de cemento, hormigón, yeso y cal	W	2,53%	8,21%	10,7%
Fabricación de cartón, papel y derivados	B	2,50%	8,21%	10,7%

Fuente. Elaboración propia.

CAPÍTULO 4

Conclusiones

En este trabajo de investigación se quiso plantear una metodología para calcular el costo de los recursos de los accionistas sin apalancamiento financiero (también llamado rentabilidad exigida a las acciones) a través de la estimación de la prima de riesgo con una metodología multicriterio, Analytical Hierarchical Process (AHP), para tal efecto se tuvieron en cuenta los factores de riesgo sistemáticos y no sistemáticos de las empresas, que retomando la ecuación definida por el Capital Assets Pricing Model (CAPM) con una tasa libre de riesgo del 8,21%, de acuerdo a los TES a largo plazo con vencimiento el 24/07/20, y al aplicar la metodología a 30 empresas de Colombia, se obtuvo como resultado que la mínima rentabilidad o costo de los recursos propios sin apalancamiento financiero que debe requerir un inversionista al destinar sus recursos en estas 30 empresas es de 10,7%, que corresponde a una prima de riesgo de 2,50%.

Al realizar una comparación entre la estimación de la prima de riesgo calculada de modo tradicional (CAPM), sin tener en cuenta la variable deuda, y por la metodología utilizada en esta investigación AHP, para aquellas empresas que de las 30 encuestadas se encuentran cotizando en bolsa, se observa que la diferencia entre los resultados es significativa (ver Tabla No 32).

La diferencia de los resultados se genera debido a que el modelo CAPM basa su estimación en el comportamiento de las rentabilidades de las empresas con respecto a la rentabilidad del mercado, adicionalmente tiene en cuenta únicamente el riesgo sistemático, medido por el Beta, ya que el no sistemático ha desaparecido con la diversificación, mientras que la metodología AHP, para calcular la prima, incluye los riesgos sistemáticos y

no sistemáticos, es decir tiene en cuenta todas las variables que afectan a las empresas, haciendo de esta forma más acertados los resultados para la toma de decisiones en la viabilidad de proyectos.

Tabla 32. Prima de riesgo AHP versus prima de riesgo CAPM

SECTOR AL CUAL PERTENECE LA EMPRESA	EMPRESAS	PRIMA DE RIESGO AHP	PRIMA DE RIESGO CAPM	CAPM - AHP	DIFERENCIA
Radio y Televisión	L	5,06%	5,79%	-0,73%	-13%
Fabricación de telas y actividades relacionadas	X	4,28%	2,56%	1,72%	67%
Fabricación de telas y actividades relacionadas	E	3,82%	2,99%	0,83%	28%
Fabricación de productos químicos (fibras químicas)	J	3,36%	3,33%	0,03%	1%
Comercio al por menor (hipermercados)	Z	2,99%	4,32%	-1,33%	-31%
Actividades diversas de inversión y servicios financieros	V	2,55%	2,37%	0,18%	8%
Fabricación de productos de cemento, hormigón, yeso y cal	W	2,53%	4,01%	-1,48%	-37%

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla No 32 se observa que las empresas X y E tienen una prima de riesgo superior por la metodología AHP, con una diferencia del 67% y 28%, respectivamente, con relación al modelo CAPM, esta diferencia se genera debido a que estas empresas tienen concentrado su riesgo en los riesgos no sistemáticos, contemplados en el AHP y no en el CAPM, esto justifica por qué, en este caso, la prima es superior con la nueva metodología. Las empresas L (-13%), Z (-31%) y W (-43%) tienen menor prima de riesgo calculada por AHP, y J (1%) y V (8%), no presentan diferencias significativas.

Para hacer la comparación entre la prima de riesgo calculada con la metodología AHP y la prima de riesgo por el método tradicional CAPM, se utilizaron los resultados obtenidos en esta investigación, para el caso del AHP, y para el CAPM se tuvieron en cuenta las variables encontradas en la base de datos de Bloomberg

Professional Service. En ambos casos se estimaron los datos en el mismo periodo de tiempo.

Teniendo en cuenta que el cálculo equivocado del costo de los recursos propios origina la exigencia inadecuada, por parte de los inversionistas, de rentabilidades en empresas y proyectos en donde no son posibles los niveles de rentabilidad exigidos se puede concluir que es más acertado el calculo de los recursos propios por medio de la metodología AHP ya que contempla todas las variables (riesgos sistemáticos y no sistemáticos) de una organización.

La investigación pretende darle la oportunidad a las empresas que no cotizan en bolsa que tengan una herramienta de fácil aplicación para tomar de una forma más acertada las decisiones de inversión, con el fin de no descartar proyectos viables o hacer exigencias de rentabilidades imposibles de alcanzar en determinados proyectos y empresas, lo importante para ser utilizada la metodología es cuantificar los riesgos de la empresa (internos y externos) para establecer la mínima prima requerida que permita cubrir esos riesgos y obtener una ganancia.

Para las empresas es tan importante conocer y controlar sus riesgos que el 30% de las 30 empresas hicieron observaciones sobre la encuesta y participaron activamente contando la experiencia que han tenido dentro de la organización para estructurar la Gestión Integral de Riesgos. Adicionalmente, el 100% de los participantes mostraron interés por el tema de riesgos y por la alternativa de medir la rentabilidad de los accionistas con base a los riesgos inherentes a la empresa.

Las 30 empresas participantes han iniciado procesos para la medición, control y seguimiento de los riesgos, la mitad de la muestra de una manera avanzada y el resto iniciaron su proceso en el transcurso de los últimos dos años.

Los sectores que se destacan como los más riesgosos dentro de las 30 empresas a las cuales se les aplicó la metodología son el Automotriz, Radio y Televisión, y el Textilero. De las 30 empresas la que presenta los niveles más bajos de riesgo es una perteneciente a la Fabricación de cemento, hormigón, yeso y cal, en segundo lugar la empresa que pertenece al sector de Fabricación de cartón, papel y productos derivados, para estas dos empresas el riesgo más significativo es el riesgo político-social.

El riesgo que menos preocupa a los Gerentes Financieros, de Proyectos y/o Riesgos, según las 30 empresas estudiadas, y que para ellos tiene la menor influencia en el momento de toma decisiones en la organización es el catalogado como Riesgo de Estructura Organizacional, con una participación del 12% del total de las seis categorías de riesgos.

La categoría de riesgos que más afecta a las 30 empresas y que es una constante preocupación dentro de la organización, son los riesgos agrupados en **Riesgo de Competencia** con un 23% de participación sobre el total de las categorías, en donde el factor más significativo dentro de ella es el aumento de los precios de la materia prima (23%) siendo acorde con la encuesta de los TOP 10 más importantes riesgos a nivel mundial (Corporate Executive Borrada 2010), seguido de la disminución de los precios de venta (15%), la entrada de nuevas empresas (13%) y la disminución de los volúmenes de ventas (11%).

La segunda categoría de mayor influencia dentro de las 30 empresas es la de **Riesgos Financieros** con un 20% sobre el total, los riesgos más significativos dentro de la categoría son rentabilidad (35%), la lenta recuperación de cartera (21%) y liquidez (19%).

Las demás categorías para las 30 empresas se comportan así: **17% Riesgo Económico**, en donde se destaca como principal factor de riesgo la inflación (24%) seguido de la devaluación (21%) y disminución del PIB (14%), los tratados de libre comercio son el 12% junto con la globalización 11%; **15% Riesgo Político – Social**, siendo el factor más importante la falta de vías aptas para el transporte terrestre (23%) y las tarifas impositivas (15%); **13% Riesgo Tecnológico**, siendo el factor más influyente la falta de eficiencia en los procesos (19%) y **12% Riesgo de Estructura Organizacional**, influyendo la falta de recurso humano altamente calificado (14%), alta rotación de personal (13%) y la falta de planes de sucesión para el relevo generacional (11%).

Con los datos actuales, que permiten evidenciar la gran preocupación de los empresarios por los factores de riesgo que generan la Competencia, se puede afirmar que es importante revisar las condiciones de los Tratados de Libre Comercio con otros países para no causar traumatismos en estas 30 empresas Colombianas estudiadas, ya que son sensibles al aumento de los precios de las materias primas y la entrada de nuevos competidores.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la segunda categoría de riesgos que preocupa a las empresas es el Riesgo Financiero, es importante que la economía continúe con la liquidez actual para facilitar la obtención de recursos para el desarrollo de las operaciones de las organizaciones. No obstante, con anuncios que hace el Banco de la República, de subir las tasas de interés, el mensaje recibido por las empresas es que el dinero se pone más costoso afectando la rentabilidad de las empresas, uno de los principales riesgos de la categoría Financiera.

Adicionalmente, aunque los riesgos clasificados en la categoría de Riesgo Político – Social tienen una menor influencia que los anteriores (15% sobre el total de las categorías), no deja de ser

preocupante para las 30 empresas los estragos ocasionados por las lluvias, que han contribuido al desbordamiento de los ríos, el derrumbe de carreteras y caos en las vías Colombianas, que unido a su denuncia de la falta de vías aptas para el transporte terrestre, originan una alerta por lo que pueda pasar en los próximos meses si sigue lloviendo.

Lo preocupante de esta situación es que generan mayores costos de transporte que se ven reflejados en los precios ofrecidos a sus clientes y sino en bajas rentabilidades.

Un factor que cada vez es menos preocupante para las 30 empresas es el riesgo que generan los secuestros y los grupos armados fuera de la ley. Las políticas de seguridad social del Gobierno pasado y la continuidad de esta medida durante el nuevo gobierno, aunque la delincuencia continua, ha permitido que los empresarios ya no vean este riesgo como uno de lo más importantes. Aunque, la situación de guerra en Libia, y la incursión de Estados Unidos, Francia e Inglaterra, al conflicto, preocupa a las empresas por las repercusiones que pueda tener en el mundo Árabe dichas políticas.

Las principales divisiones de categorías de riesgos realizadas por las 30 empresas estudiadas son los riesgos inherentes a la estrategia, operación, talento humano y en un solo grupo social – político - económico.

Es de destacar que las empresas participaron no solo contestando la encuesta sino que contribuyeron por medio de su experiencia en la implementación del sistema integral de riesgos. Adicionalmente, manifestaron su apoyo para continuar participando en procesos de investigación como estos, en donde se conjuga la academia con la experiencia.

Todas las empresas participantes expresaron la importancia que tiene la academia en la realidad empresarial, de igual manera solicitaron una copia del documento final aprobado por la universidad de este proyecto de investigación.

Se recomienda para futuras investigaciones concentrar la muestra en un solo sector, diseñar la encuesta de tal forma que agrupe los riesgos en las categorías exclusivas para el sector escogido y de acuerdo a los sistemas integrales de riesgos existentes y más utilizados en Colombia. También, sería interesante hacer un estudio minucioso para clasificar los 53 riesgos que se tuvieron en cuenta en esta investigación, para clasificarlos en sistemáticos y no sistemáticos.

El CAPM utiliza datos de la empresa como son las proporciones de deuda y de patrimonio para aplicar en su fórmula junto con la medida beta del sector en el cual se encuentre la empresa por analizar, la cual se deriva de estimaciones realizadas con empresa que cotizan en la bolsa de valores. La metodología AHP, por su parte, se centra únicamente en datos de la propia empresa y en percepciones de las directivas respecto al riesgo en su organización. Esto, precisamente, le añade mayor credibilidad al directivo puesto que sabe que todo está enmarcado en el entorno de su compañía. El AHP se enfoca en datos proporcionados por la propia empresa, sin importar el tamaño de esta o el mercado en el que se encuentre. La metodología AHP incluye el riesgo total, contrario al CAPM que sólo incluye el riesgo sistemático (Olmos 2009).

El objetivo de este trabajo no es descalificar el modelo CAPM ni alguno de los modelos ya existentes, mencionados en el marco teórico, lo que se busca es ofrecer una alternativa para calcular la prima de riesgo y por consiguiente el costo de los recursos propios de las empresas que no necesariamente cotizan en bolsa.

Una de las mayores ventajas al utilizar el AHP es que se incluyen los riesgos sistemáticos y no sistemáticos para el cálculo, así como el aporte y contribución de los expertos (Gerentes Financieros, de Proyectos y Riesgos) que conocen el riesgo inherente a sus operaciones para la toma de decisiones.

De la experiencia obtenida con los empresarios a medida del proceso de recopilar la información para la aplicación del modelo se observaron algunos detalles importantes que se encuentran a continuación, como particularidades de las empresas. Más allá de lo académico.

4.1

Particularidades de las empresas. Más allá de lo académico

Otras características encontradas en las 30 empresas en donde se aplicó la metodología para el cálculo del costo de los recursos propios son:

- La división de las categorías de riesgo son diferentes en las empresas. La diversidad de criterios sobre los riesgos, el objeto social desarrollado por la empresa, la norma ISO 31000 y el Sistema de Gestión Integral de Riesgos adoptado por cada empresa originan las diferentes categorías existentes en las organizaciones con relación a los riesgos.
- Las categorías que sobre salen en las 30 empresas son Estrategia, Operativa y Otros riesgos. Adicionalmente, hay divisiones como riesgos Internos y riesgos Externos, es decir que la división se encuentra dada por el grupo de factores que hacen parte de la compañía y los factores generados por circunstancias ajenas.

- Algunas empresas divide sus riesgos en 3 categorías: Estrategia; Financiero y Operativo. Los riesgos que reúne cada categoría son: Estrategia, incluye tecnológico, competencia, condiciones políticas, regulaciones y leyes, mercado laboral; Financiero, costos de la materia prima y servicios, tasas, recuperación de cartera, liquidez; Operacional, desastres naturales, sabotaje, desordenes de los empleados, pérdida de competitividad, entre otros.

- Otras empresas tiene divisiones dependiendo del sector al cual van dirigidos sus productos, Público, Privado, Pequeña o Grande Empresa. Y una muy pequeña parte divide el riesgo dependiendo de la región a la cual se le vendan los productos. Las principales zonas de división son Costa, Valle, Antioquia y Cundinamarca. Una de las empresa manifiesta que cada uno de estos mercados tiene una dinámica diferente, en la Costa los contratos se obtenían ofreciendo porcentajes de comisión al contratante, en el Valle por medio de contactos, y en Antioquia y Bogotá por medio de la competencia en precios.

- Una de las empresas tiene dos niveles de riesgos: riesgos estratégicos y operativos. Los riesgos estratégicos son eventos futuros inciertos que pueden tener un impacto negativo sobre la visión de la empresa y el logro de los objetivos estratégicos. En esta clasificación están los impuestos, restricciones, competencia o contrabando, son aquellos que afectan el desarrollo de los proyectos, la planeación, objetivos y metas; y los riesgos operativos están divididos en 14 niveles, y son aquellos que pueden tener un impacto negativo sobre el desempeño o eficiencia de las operaciones diarias, como fraudes, bloqueos en las vías, pérdidas de producto terminado, entre otros.

Adicionalmente maneja una categoría independiente de otros riesgos, en donde incluye: Reputación, Derechos Humanos;

Alcohol; Sociedad Portuaria; Fundación y Entorno, que hace referencia a como la operación de la empresa afecta a la comunidad, dentro de esta categoría tiene riesgos como: acceso ilícito a los sistemas de información, contaminación de las fuentes de agua, deterioro de la tasa de cambio, ruptura de inversionistas, entre otros. En total esta empresa de acuerdo al Sistema Integral de Riesgos tiene detectados 250 riesgos.

- Otra de las empresa tiene dividido los riesgos en seis categorías: Estratégico; Operacional; Tecnológico; Talento Humano; Político-Social; y Financiero. En cada categoría incluye riesgos como: **Financiero**, falta de puntos de venta, entrada de nuevas empresas; **Estratégico**, falta de conocimiento del entorno y el mercado, imagen adquirida en el sector, cultura organizacional, impacto en los procesos de cambio, entre otros; **Operacional**, falta de capacidad instalada, productos que no cumplen con los estándares de exigidos para su venta, falta de fidelidad de los clientes, falta de publicidad, entre otros; **Talento Humano**, falta de lideres, alta rotación de personal, falta de recurso humano altamente capacitado; **Político – Social**, huelgas, reglamentaciones y demandas judiciales, entre otros; y **Tecnológico**; fuga de información, colapso en los sistemas de información, entre otros.
- Los Sistemas de Gestión de Riesgos más utilizados por las 30 empresas encuestadas son Enterprise Risk Management Framework (COSO ERM) y Federation of European Risk Management Associations (FERMA).
- El 7% de las empresas utilizan como Gestión de Riesgos la combinación de varios de estos sistemas, respetando las observaciones descritas por la norma ISO 31000.
- El 10% de las empresas informan que van ha incorporar dentro de su control de riesgos la metodología utilizada en

esta investigación The Analytical Hierarchical Process (AHP) para iniciar un proceso de priorización de riesgos.

- Del 30% de las empresas que hicieron aportes adicionales a la investigación fuera de contestar la encuesta, la mitad informa que para definir los riesgos que afectan el incumplimiento de objetivos utilizan palabras como: falta de, disminución en, ausencia de, fallas en, conflictos de, entre otras. La otra mitad opina que dichas palabras son utilizadas para enunciar las causas de los riesgos pero no para nombrar cada uno de ellos, dan ejemplos para enunciar los riesgos como: Fraude; Legislación; Impuestos; Comunicaciones; Gestión de la reputación; Control de crédito; Logística; Atención al cliente; Interrupción del negocio; entre otros.
- Debido a los constantes avances tecnológicos y la rápida transformación de los medios de comunicación, que a la vez generan cada vez mayores controles y regulaciones por parte del gobierno, la empresa perteneciente al sector de radio y televisión tiene concentrado su mayor riesgo en la categoría de riesgo Político y Social debido a las normas impuestas por el Gobierno, y el riesgo de Competencia debido a las opciones que brinda la nueva tecnología de Internet, cable, móviles, televisión digital, entre otros.

De igual manera la empresa expresa que en los últimos 3 años han entrado grandes productoras extranjeras que hacen aun más que la competencia sea uno de sus principales riesgos, adicionalmente, por la dinámica del sector, la alta inversión en tecnología para el ofrecimiento de productos de calidad y la expectativa de la entrada de un nuevo canal en el 2011 originan que los accionistas exijan altas rentabilidades a su inversión.

- La empresa del sector de fabricación de maquinaria y equipo especializado para la industria, energía y salud, tiene concentrado su riesgo en financiero debido a la lenta recuperación de cartera. La empresa informa que sus clientes, principalmente del sector salud, se toman plazos hasta de seis meses, aunque nunca se pierde la cartera ocasionan que dependan en gran parte de los recursos destinados por la casa matriz, ubicada fuera del país, lo que elimina el riesgo de falta de liquidez.

Otros de sus principales riesgos es el de la competencia, como consecuencia de la masiva entrada al país de productos Chinos a muy bajos precios.

- Las empresas participantes del sector comercio al por menor, Retail, se destacan por tener como principal riesgo el de estructura organizacional, principalmente lo afectan las demandas judiciales de los clientes y la sensible imagen de la empresa en el sector. Uno de los Gerentes Financieros comenta que las demandas judiciales son producto de la diferencia de precios entre los colocados en las góndolas y los registrados en caja, lo que origina un riesgo alto al no tener los suficientes mecanismos de control para que esto no ocurra en los almacenes. De igual manera manifiesta que la imagen en este tipo de empresas es muy sensible al buen servicio, amplia gama de productos, precios adecuados, constante publicidad y promociones.

El segundo riesgo más importante es el de la competencia debido a que deben estar en constante estudio de los movimientos de los otros supermercados, expresa que muchas de las veces se colocan almacenes en zonas no muy rentables o donde ya existe un almacén de ellos para no dejar entrar a la competencia, esta practica la denominan de bloqueo.

El Gerente informa que Colombia es un importante mercado a nivel latinoamericano y brinda la posibilidad de seguir creciendo gracias a su buen nombre y credibilidad de sus productos, sin embargo, expresa el Gerente, se debe tener mucho cuidado porque es un sector en donde los clientes no sobresalen por ser fieles.

- Dentro de las 30 empresas estudiadas se contó con la participación de un Hospital el cual tiene concentrado su riesgo en el Riesgo Financiero situación que se genera debido a que es una entidad descentralizada con autonomía administrativa y patrimonial, adscrita al Distrito por medio de la Secretaria Distrital de Salud y depende el 100% del flujo de recurso del sistema de salud haciendo que sean ilíquidos, dificultando sus operaciones y deteriorando la imagen del sector.
- Dentro de las 30 empresas existe una compañía que se dedica al estudio de suelos para la explotación de petróleo, uno de sus principales riesgos son los grupos armados fuera de la ley, la empresa comenta que en algunas de las zonas del país el envío de trabajadores es complicado por las posibilidades de secuestros lo que origina un mayor costo interno.
- Los promedios del nivel de influencia de cada una de las categorías de riesgo dentro de las 30 empresas estudiadas son:

Tabla 33. Nivel de influencia de las categorías de riesgos

RIESGO	NIVEL DE INFLUENCIA DEL RIESGO DENTRO DEL TOTAL
Riesgo Competencia	23%
Riesgo Financiero	20%
Riesgo Económico	17%
Riesgo Político y Social	15%
Riesgo Tecnológico	13%
Riesgo Estructura Organizacional	12%
TOTAL INFLUENCIA	100%

Fuente. Elaboración propia.

- Dentro de cada categoría el nivel de influencia de cada uno de los riesgos que las conforman son:

Tabla 34. Nivel de influencia de los riesgos en cada categoría de riesgos

Riesgo de la competencia	Aumento de los precios de la materia prima	23%
	Disminución en los precios de los productos o servicios	15%
	Entrada de nuevas empresas	13%
	Disminución en la venta de los productos o servicios del sector	11%
	Incapacidad de reaccionar ante nuevas tendencias de negocio	9%
	Existencia de productos o servicios sustitutos	7%
	Incapacidad de responder a las necesidades del mercado mediante el mejoramiento de los procesos	7%
	Des-ventaja de los productos ofrecidos por la compañía frente a los demás productos del mercado	6%
	Falta de ética	6%
	Monopolios	5%
	Total	100%

Continuación tabla 34 Nivel de influencia de los riesgos en cada categoría de riesgos

Riesgo financiero	Baja rentabilidad	35%
	Lenta recuperación de cartera	21%
	Falta de liquidez	19%
	Ausencia de financiación a largo plazo	13%
	Falta de oportunidades de financiación ofrecidas por el sector financiero	12%
	Total	100%

Continuación tabla 34 Nivel de influencia de los riesgos en cada categoría de riesgos

Riesgo económico	Inflación	24%
	Devaluación	21%
	Disminución del PIB	14%
	Tratados de libre comercio	12%
	Globalización	11%
	Aranceles proteccionistas en los países en donde hay intercambio	9%
	Apertura económica	8%
	Total	100%

Continuación tabla 34 Nivel de influencia de los riesgos en cada categoría de riesgos

Riesgo político y social	Falta de vías aptas para el transporte terrestre	23%
	Tarifas impositivas	16%
	Falta de confianza del inversionista	15%
	Incapacidad de cumplir reglamentaciones legales	13%
	Políticas ambientales	8%
	Delincuencia	8%
	Grupos armados fuera de la ley	7%
	Falta de conexiones aéreas para el transporte de los productos	6%
	Secuestros	5%
	Total	100%

Continuación tabla 34 Nivel de influencia de los riesgos en cada categoría de riesgos

Riesgo tecnológico	Falta de eficiencia en los procesos	19%
	Disminución en las cantidades de unidades producidas	16%
	Falta de conocimiento del entorno y el mercado	11%
	Falta de fidelidad de los clientes	11%
	Falta de capacidad instalada	9%
	Número insuficiente de líneas de producción o servicios	7%
	Falta de información sobre los clientes	7%
	Productos que no cumplen con los estándares exigidos para su venta	7%
	Falta de publicidad	7%
	Falta de punto de venta	5%
Total	100%	

Continuación tabla 34 Nivel de influencia de los riesgos en cada categoría de riesgos

Riesgo estructura organizacional	Falta de recurso humano altamente capacitado	14%
	Alta rotación de personal	13%
	Relevo generacional (falta de planes de sucesión)	11%
	Impacto en los procesos de cambio	10%
	Falta de definición de objetivos formalizados por escrito	9%
	Falta de líderes	9%
	Cultura organizacional	9%
	Falta de comunicación entre áreas	9%
	Imagen adquirida en el sector	7%
	Falta de normas de calidad	4%
	Demandas judiciales	3%
	Huelgas	2%
	Total	100%

Fuente. Elaboración propia.

Referencias Bibliográficas

Berumen, S. & Llamazares, F. (2007). La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. Grupo de Investigación Competitividad y Desarrollo Local en la Economía Global. Cuadernos de Administración. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Julio-Diciembre 2007.

Burbano, A. (1997). El modelo CAPM en Colombia. Monografías Serie Finanzas. Universidad de los Andes, Facultad de Administración. N° 47.

Canada, J., Sullivan, W. & White, J. (1997). Análisis de la Inversión de Capital para Ingeniería y Administración. Prentice Hall. 483-508.

Cotner, J., Fletcher, H. (2000). Computing the Cost of Capital for privately held firm. American Business Review, 18 (2), ABI/Inform Global.

Corporate Executive Board (2010). Emerging Risk Update. Journal of Finance and Strategy Practice, Risk Integration Strategy Council. June 2010.

Cruz, S., Villareal, J. & Rosillo, J. (2002). Finanzas Corporativas. Bogotá: Cengage Learning.

Damodaran, A. (2008). What is the riskfree rate? A Search for the Basic Building Blok. Stern School of Business. New York University. December 2008.

Díaz, G. & Quintana, V. (2009). Factores para evaluar la viabilidad

de proyectos de conservación de edificaciones esenciales, no productivas, en zonas sísmicas. Artículo de Investigación. Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Construcciones. Universidad del Oriente. Santiago de Cuba (Cuba).

Enterprise Risk Management Framework (COSO ERM). (2005).

Fama, E., French, K. (2002). The Equity Risk Premium. *Journal of Finance*, 57 (2), 637-659.

Fernández, P. (2008). Valoración de empresas. Cómo medir y gestionar la creación de valor. *Gestión 2000*. Tercera Edición.

Fernández, P. & Carabias, J. (2006). Market Risk Premium. IESE Business School. Abril 2006.

Fernández, P. & Del Campo, J. (2010). Market Risk Premium used in 2010 by Analysts and Companies: a survey with 2,400 answers. IESE Business School. May 2010.

Federation of European Risk Management Associations FERMA (2009). Standard of Risk Management.

Gordon, M. & Shapiro, E. (1956). Capital Equipment Analysis: The required rate of profit. *Management Science*. October 1956.

Hurtado, T. & Bruno, G. (2005). El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Facultad de Ciencias Matemáticas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima (Perú).

Jiménez, L. & De La Torre, C. (2008). Valoración de riesgos de un proyecto utilizando el proceso jerárquico de análisis. Área de Matemáticas. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de Castilla – La Mancha.

Martínez, E. (2007). Aplicación del proceso jerárquico de análisis

en la selección de la localización de una PYME. Anuario Jurídico y Económico Escurialense. Real Centro Universitario. San Lorenzo del Escorial.

Modigliani, F. & Miller, M. (1958). The Cost of Capital Corporate Finance and the theory of Investment. The American Economic Review, XLVIII, 261-297.

Modigliani, F. & Miller, M. (1963). Corporate Income Taxes and the cost of capita: A Correction. The American Economic Review. 53, 433-443.

Modigliani, F. & Miller, M. (1966). Some estimates of the Cost of capital to the Electric Utility Industry. The American Economic Review. LVI, 3, 333-391.

Olmos, I., Sánchez, L. & Bernardi, B. (2009). Calculo del costo de capital para una muestra de empresas utilizando el proceso de jerarquía analítica para el cálculo del costo del patrimonio. Bogotá: Universidad del Norte.

Osorio, J. & Orejuela, J. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones Multicriterio. Ejemplo de aplicación. Universidad Tecnológica de Pereira. Scientia et Technica, Año XIV, No 39. Septiembre de 2008.

Pachón, M. (2012). La incorporación de los riesgos a la toma de decisiones. Estrategia indispensable en un mundo altamente competitivo. Revista Coyuntura Pyme. ANIF. Edición N. 40. Diciembre 2012.

Pachón, M. (2012). El cálculo del costo de los recursos propios. Una metodología alterna para compañías que no cotizan en Bolsa. Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2012. Noviembre 20 y 21 de 2012. Facultad de Administración

de Empresas, Universidad Externado de Colombia, Bogotá (Colombia) y Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad del Valle, Cali (Colombia).

Pachón, M. (2012). Medición del costo de los recursos propios (ke). Un reto para las empresas colombianas. Revista Coyuntura Pyme. ANIF. Edición N. 38. Julio 2012.

Pachón, M. & Camargo, R. (2004). Una aproximación a los estudios de futuro. Universidad Externado de Colombia, Bogotá (Colombia). Junio 2004.

Pachón, M. & Jimenez, E. (2012). La creación de un mercado alternativo bursátil. Una posibilidad para la financiación de medianas y pequeñas empresas en Colombia. XII IFC International Finance Conference 2012. Octubre 9, 10 y 11 de 2012. Universidad EAFIT, Escuela de Economía y Finanzas, Medellín (Colombia).

Ramírez, A. (2007). El proceso de análisis jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz temporal. Colegio de Postgraduados. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Campus Montecillo Edafología. Montecillo, Texcoco, México.

Ramírez, M. (2004). El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables. Aplicación al nivel de mortalidad y morbilidad en la Provincia del Chaco. Facultad de Humanidades. Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina.

Restrepo, L., Vélez, R., Méndez, C., Rivera, H. & Mendoza, L. (2009). Aproximación a una metodología para la identificación de componentes que crean condiciones para la perdurabilidad en empresas colombianas. Documentos de Investigación. Facultad

de Administración. Universidad del Rosario.

Rosillo, J. (2009). Modelo alternativo para calcular el costo de los recursos propios. Documentos de Investigación, Facultad de Administración, Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá).

Ross, S. (1976). The Arbitraje Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, 341-361. December 1976.

Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, XIX (3), 425-442.

Saaty, T. (1994). *Fundamentals of Decision Making and priority theory*. RWS Publications, Pittsburg.

Saaty, T. (2001). *Decision Making for Leaders, The analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. RWS Publications, Pittsburg.

Uribe, M. & Ortega, C. (2008). El proceso de análisis jerárquico: el lazo integrador entre el Balanced Scorecard y el costeo basado en actividades. *Cuadernos de Contabilidad*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Valdés, M. (2010). Aplicaciones de la modelación jerárquica a la predicción del rendimiento académico en la carrera de Medicina. Facultad de Ciencias médicas “Comandante Manuel Fajardo”. La Habana (Cuba). Artículo en revisión.

Vélez, I. (2003). Costo de capital para firmas no transadas en Bolsa. *Academia, Revista Latinoamericana de Administración*, 29, CLADEA. Bogotá 2002.

Yepes, A. & Vivas, A. (2010). Contrastación empírica del modelo

alternativo para calcular el costo de los recursos propios elaborado por Jorge Rosillo. Trabajo de Grado Facultad de Administración de Empresas. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

APÉNDICE A

METODO DELPHI

El método Delphi, cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo Delphos, fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el Centro de Investigación estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado para obtener información sobre el futuro.

Es una técnica prospectiva para obtener información cualitativa, pero precisa, acerca del futuro. Consiste en solicitar de forma sistemática las opiniones de un grupo de expertos, prescindiendo de una discusión abierta para evitar los inconvenientes de persuasión para el cambio de opinión, por medio de la elaboración de preguntas recopiladas en un cuestionario que es enviado a los expertos, esto es interesante porque se puede utilizar entre grupos geográficamente dispersos y permite el anonimato de los participantes (Pachón 2004).

El método Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referentes a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan de forma anónima y el objeto es tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los expertos participantes.

El experto hace referencia a la persona elegida para contestar la encuesta, independiente de sus títulos, su función o nivel jerárquico, es elegido por su capacidad de encarar el futuro y poseer conocimiento sobre el tema consultado.

Los pasos que tiene este método son la formulación del problema, la elección de los expertos, elaboración y lanzamiento de los cuestionarios y desarrollo práctico y exploración de los resultados.

El método Delphi ha sido utilizado ampliamente para hacer estudios de prospectiva, el observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) de España, en su primer Programa académico de prospectiva llevado a cabo entre 1998 y 2001, realizó un total de 26 estudios realizados en 8 sectores de actividad. Para la ejecución de estos estudios se formaron 26 paneles de expertos y se elaboraron cuestionarios Delphi que fueron sometidos a la opinión de 5.000 especialistas, con un índice de respuesta del 32%.

Según los responsables de OPTI, éste índice avala plenamente la información obtenida y homologa el Programa con los mejores ejercicios de prospectiva realizados en el ámbito internacional. Los cuestionarios fueron analizados por Expertos, dando lugar a la identificación de tendencias tecnológicas, así como diferentes escenarios de futuro.

Los estudios de prospectiva realizados hasta el momento han sido:

- Tecnologías de conservación de alimentos.
- La biotecnología aplicada al sector alimentario.
- Tecnología en el envasado agroalimentario.
- Energía Renovable.
- Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles.
- Gestión y tratamiento de residuos industriales.
- Bienes de equipo medio ambientales.
- Tratamientos de aguas industriales.
- Química Básica Orgánica.

- Industria de contenidos digitales
- Tecnologías de fabricación de productos metálicos.
- Tecnologías de automatización.
- Tecnologías limpias y de reciclaje.

Estos estudios están publicados en los informes de prospectiva tecnológica consultados en el apartado Publicaciones de la pagina Web OPTI⁴.

⁴ <http://www.opti.org>

APÉNDICE B

A continuación se desarrolla un ejercicio aplicando el modelo propuesto por Sharpe, tomando una serie histórica mensual de los rendimientos de 12 empresas; 7 del país y 5 extranjeras, a partir de marzo 2004 a febrero de 2008.

Tabla B1. Listado de empresas del ejemplo

Activo 1	Acerías Paz del Río: Precio de Cierre. Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.
Activo 2	Banco de Bogotá: Precio de Cierre. Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.
Activo 3	Coltejer: Precio de Cierre. Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.
Activo 4	Compañía Nal. de Chocolates: Precio de Cierre. Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.
Activo 5	Éxito: Precio de Cierre. Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.
Activo 6	ISA: Precio de Cierre. Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.
Activo 7	Fabricato: Precio de Cierre. Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.
Activo 8	Disney: Precio en Dólares de la acción Disney en la bolsa de Estados Unidos (Dow Jones). Fuente: Bolsa de Nueva York.
Activo 9	Chevron Texaco: Precio en Dólares de la acción Chevron Texaco en la bolsa de Estados Unidos (Dow Jones). Fuente: Bolsa de Nueva York.
Activo 10	Intel Corp.: Precio en Dólares de la acción Intel en la bolsa de Estados Unidos (Nasdaq). Fuente: Bolsa de Nueva York.
Activo 11	Yahoo: Precio en Dólares de la acción Yahoo en la bolsa de Estados Unidos (Nasdaq). Fuente: Bolsa de Nueva York.
Activo 12	Procter & Gamble: Precio en Dólares de la acción Procter & Gamble en la bolsa de Estados Unidos (Dow Jones). Fuente: Bolsa de Nueva York.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla B 2. Rendimiento de las acciones

Fecha	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7
Mar-04	6,49%	-0,87%	-9,09%	-13,24%	-24,63%	-2,51%	-6,21%
Abr-04	130,49%	6,14%	-1,43%	-67,84%	-12,28%	-6,19%	-2,57%
May-04	-42,33%	-9,09%	-18,84%	-1,80%	0,00%	-20,33%	-16,60%
Jun-04	18,35%	0,18%	0,00%	-3,33%	8,75%	12,07%	1,36%
Jul-04	3,10%	9,26%	-3,57%	1,72%	-5,75%	-5,85%	-9,82%
Agost-04	6,77%	0,50%	0,00%	-8,14%	-3,41%	-3,59%	-10,40%
Sep-04	2,11%	7,27%	-8,52%	40,22%	8,59%	15,25%	28,18%
Oct-04	-1,38%	0,31%	-31,17%	4,61%	-2,33%	3,53%	-11,64%
Nov-04	4,20%	7,68%	21,18%	11,45%	19,05%	19,32%	14,63%
Dec-04	2,68%	-1,00%	-12,62%	-3,39%	-7,10%	-1,43%	-7,66%
Jan-05	-1,31%	1,59%	0,00%	-1,40%	-0,97%	-1,93%	-5,53%
Feb-05	49,67%	13,48%	-7,78%	14,93%	13,04%	11,82%	-5,85%
Mar-05	-10,18%	-1,25%	5,42%	-11,86%	-3,85%	-4,19%	-9,33%
Apr-05	-6,90%	12,15%	16,00%	-0,58%	-2,00%	5,52%	6,29%
May-05	-8,99%	-0,68%	-16,26%	-2,35%	10,00%	4,14%	-6,45%
Jun-05	40,12%	6,02%	-11,76%	6,02%	12,24%	15,90%	-5,75%
Jul-05	22,82%	15,22%	10,00%	4,55%	4,13%	19,13%	9,15%
Agost-05	15,54%	16,28%	6,67%	11,09%	-0,95%	18,79%	17,88%
Sep-05	25,44%	-10,80%	12,50%	-10,08%	5,77%	-5,87%	7,11%
Oct-05	-6,76%	4,48%	-13,64%	0,65%	0,15%	3,79%	-11,50%
Nov-05	33,75%	12,96%	112,28%	11,35%	17,40%	22,19%	76,00%
Dec-05	15,89%	10,94%	70,80%	4,27%	-4,64%	10,47%	43,47%
Jan-06	6,45%	3,08%	48,39%	19,55%	20,27%	17,79%	33,66%
Feb-06	-15,91%	6,31%	27,17%	16,04%	12,58%	-1,31%	6,67%
Mar-06	-0,90%	13,50%	-39,32%	3,36%	0,00%	0,00%	-38,89%
Apr-06	3,64%	1,87%	1,41%	6,36%	12,97%	0,00%	-5,68%
May-06	-42,63%	-30,27%	-54,86%	-17,83%	-16,08%	-23,46%	-28,19%
Jun-06	-12,54%	-12,79%	-54,15%	4,75%	4,42%	2,17%	-12,75%
Jul-06	41,96%	10,22%	2,01%	-0,57%	2,02%	7,45%	19,62%
Agost-06	11,82%	21,13%	71,71%	12,55%	36,36%	4,95%	11,58%
Sep-06	3,52%	-3,13%	-13,03%	-4,94%	-16,67%	-4,72%	-4,03%
Oct-06	26,60%	8,25%	1,32%	3,33%	11,30%	6,93%	9,01%

Continuación Tabla B 2. Rendimiento de las acciones

Fecha	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7
Nov-06	-7,56%	-0,19%	-1,30%	1,16%	7,81%	1,30%	21,76%
Dec-06	-1,82%	7,19%	-0,88%	7,14%	15,80%	9,32%	6,79%
Jan-07	3,70%	-5,10%	-1,33%	-7,74%	-10,01%	-5,69%	-2,97%
Feb-07	6,25%	-5,82%	-9,01%	3,87%	0,83%	1,77%	0,44%
Mar-07	57,98%	0,60%	4,46%	2,61%	22,90%	1,39%	10,87%
Apr-07	-9,57%	0,40%	5,21%	0,61%	-6,40%	8,93%	10,78%
May-07	-0,59%	-5,33%	-5,41%	-0,12%	-10,07%	5,68%	5,31%
Jun-07	-1,18%	2,43%	-15,71%	-0,60%	-6,53%	9,25%	-15,13%
Jul-07	3,59%	5,97%	-2,26%	0,97%	10,56%	0,00%	-3,17%
Agost-07	-9,83%	2,43%	-17,34%	-7,92%	-6,58%	-4,10%	-6,13%
Sep-07	1,28%	-6,31%	-10,49%	-2,35%	2,35%	-4,56%	-4,79%
Oct-07	-6,33%	3,33%	-12,50%	4,27%	0,67%	-4,93%	-13,50%
Nov-07	7,43%	9,16%	-21,70%	7,94%	6,57%	14,13%	12,96%
Dec-07	-7,55%	-3,37%	-22,81%	-0,59%	5,66%	-0,96%	-19,44%
Jan-08	-26,53%	-14,37%	-17,28%	-15,27%	-14,88%	-11,11%	-18,90%
Feb-08	36,11%	0,57%	28,75%	5,63%	4,90%	10,78%	22,58%

Fuente. Elaboración propia.

Continuación Tabla B2. Rendimiento de las acciones

Fecha	Empresa 8	Empresa 9	Empresa 10	Empresa 11	Empresa 12	DEL MER- CADO
Mar-04	-13,86%	-5,27%	-6,15%	-27,81%	-1,65%	-8,73%
Apr-04	18,33%	16,73%	46,59%	18,05%	13,46%	13,29%
May-04	-5,23%	-9,24%	-9,81%	7,13%	-2,27%	-10,70%
Jun-04	10,10%	2,59%	8,08%	16,10%	-1,66%	6,05%
Jul-04	-1,04%	7,25%	-2,40%	-13,80%	-1,77%	-1,89%
Agost-04	-2,19%	-9,50%	-7,04%	-9,72%	-7,25%	-4,50%
Sep-04	4,35%	8,41%	2,36%	7,58%	-2,16%	9,47%
Oct-04	-2,54%	-11,90%	-4,13%	9,56%	-3,65%	-4,23%
Nov-04	6,24%	0,77%	-3,00%	5,62%	3,23%	9,20%
Dec-04	-3,28%	-5,62%	-4,70%	-3,60%	1,00%	-3,89%
Jan-05	0,71%	-5,97%	-12,55%	12,12%	0,35%	-1,24%
Feb-05	-0,48%	-3,10%	9,45%	0,61%	1,35%	8,09%
Mar-05	-0,06%	0,78%	-0,86%	-12,81%	1,56%	-3,88%
Apr-05	-2,79%	2,12%	-3,42%	-6,56%	-2,92%	1,41%
May-05	-3,43%	-4,23%	8,22%	10,93%	-0,25%	-0,78%
Jun-05	-5,18%	-5,76%	-1,24%	-17,77%	-0,57%	2,69%
Jul-05	-3,84%	-5,64%	-11,14%	9,20%	-2,32%	5,94%
Agost-05	-1,46%	7,44%	-3,83%	14,66%	-1,23%	8,41%
Sep-05	-0,91%	-0,42%	-4,69%	-7,93%	-6,80%	0,28%
Oct-05	-0,31%	-11,48%	4,41%	13,88%	-1,85%	-1,51%
Nov-05	2,46%	-0,75%	-1,32%	-0,72%	-2,81%	23,57%
Dec-05	-9,10%	4,76%	5,00%	8,37%	4,27%	13,71%
Jan-06	1,91%	-7,38%	5,66%	-6,76%	5,11%	12,31%
Feb-06	-1,19%	1,33%	0,85%	7,73%	4,10%	5,37%
Mar-06	-7,06%	8,68%	5,96%	3,05%	-6,91%	-4,88%
Apr-06	-5,21%	-8,20%	21,64%	19,49%	1,96%	4,19%
May-06	3,10%	3,52%	0,73%	3,75%	-2,79%	-17,08%
Jun-06	-6,58%	-2,18%	-11,70%	-16,71%	-3,57%	-10,14%
Jul-06	-0,30%	10,27%	6,32%	-9,18%	2,89%	7,72%
Agost-06	10,76%	-6,73%	6,11%	3,62%	-2,70%	15,10%
Sep-06	0,39%	-2,84%	2,65%	0,99%	-0,31%	-3,51%
Oct-06	3,33%	0,83%	1,35%	10,05%	-1,00%	6,77%
Nov-06	3,22%	-9,78%	-2,25%	-0,27%	3,75%	1,47%
Dec-06	-0,91%	2,47%	-12,30%	-3,56%	-4,59%	2,05%
Jan-07	1,76%	9,84%	-0,95%	-13,07%	-3,41%	-2,91%
Feb-07	2,34%	0,29%	3,21%	3,73%	0,38%	0,69%
Mar-07	-1,69%	-11,41%	-7,45%	6,09%	5,67%	7,67%

Continuación Tabla B 2. Rendimiento de las acciones

Fecha	Empresa 8	Empresa 9	Empresa 10	Empresa 11	Empresa 12	DEL MER- CADO
Apr-07	-1,14%	-0,51%	6,64%	9,84%	1,29%	2,17%
May-07	-1,59%	4,78%	2,77%	-2,25%	-2,61%	-0,79%
Jun-07	-9,45%	-2,66%	-11,62%	-4,09%	-2,59%	-4,82%
Jul-07	-5,36%	-0,37%	-4,13%	-7,09%	2,36%	0,09%
Agost-07	-4,85%	75,24%	7,20%	-11,85%	0,83%	1,42%
Sep-07	5,14%	1,20%	6,30%	2,20%	-2,50%	-1,04%
Oct-07	6,91%	-0,44%	20,50%	11,07%	4,68%	1,15%
Nov-07	-6,90%	-3,90%	-1,07%	-9,45%	90,00%	8,76%
Dec-07	7,24%	1,81%	-4,40%	95,68%	-1,45%	4,15%
Jan-08	0,08%	-4,90%	-1,09%	-22,78%	-0,63%	-12,31%
Feb-08	7,43%	1,19%	10,56%	0,61%	-0,38%	10,73%

Fuente. Elaboración propia.

La última columna del cuadro es la rentabilidad del mercado; se calcula como el promedio de la rentabilidad de todas las acciones para ese periodo. La rentabilidad de mercado calculada con los promedios se tomó con base en la conclusión del estudio realizado por Burbano (1997) sobre el Capital Asset Pricing Model (CAPM) en Colombia, en donde afirma que no existe una diferencia significativa en relación con la obtenida con los índices.

Con base en la información anterior se calcularon los Betas para cada una de las empresas del ejemplo que constituyen todo el mercado hipotético; los resultados son los siguientes:

Tabla B 3. Betas y coeficientes R^2 por empresa

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6
BETAS	2,15	0,82	2,88	0,53	0,91	0,90
R^2	0,38	0,50	0,59	0,08	0,38	0,51

	Empresa 7	Empresa 8	Empresa 9	Empresa 10	Empresa 11	Empresa 12
BETAS	1,96	0,29	0,14	0,46	0,56	0,40
R^2	0,63	0,15	0,01	0,12	0,06	0,05

Fuente. Elaboración propia.

El modelo de Sharpe presenta ciertas limitantes para su aplicabilidad: su enfoque está dirigido a empresas que cotizan en bolsa, es decir su riesgo está medido por la variabilidad de la rentabilidad de las acciones de la empresa con respecto a la variabilidad de la rentabilidad del mercado que es la definición de los betas, o por la pendiente de una recta conformada por la rentabilidad de la empresa y la rentabilidad del mercado en el periodo analizado.

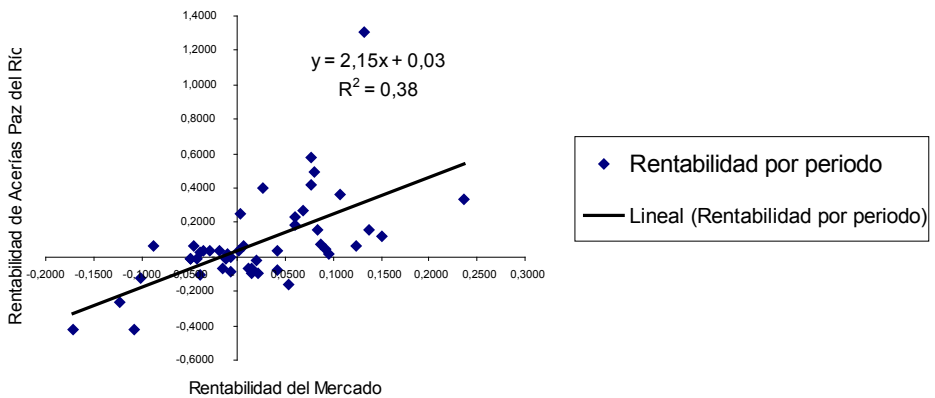
Para que el modelo sea valido se debe comprobar que los R^2 deban ser cercanos o iguales a uno, sin embargo, al asumir el comportamiento lineal, se están admitiendo comportamientos entre la rentabilidad de la empresa y el mercado con coeficientes R^2 más cercanos a cero que a uno; como se observa en este ejemplo, en donde se acepta como valido los R^2 de las Empresas 1, 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 12, con de 0,38; 0,08; 0,38; 0,15; 0,01; 0,12; 0,06 y 0,05 respectivamente, lo cual cuestiona su validez estadística.

La empresa 1 (Acerías Paz del Río) tiene uno de los mayores betas, 2,15, sin embargo tiene un R^2 de 0,38; los datos ajustados se calcularon para cada período con base en la ecuación de la recta y se obtuvo una desviación estándar para los datos reales de 27,05% y pronosticados de 16,65%.

Del total del grupo de empresas, que se toman como el mercado, la empresa 7 (Chevron Texaco) tiene el R^2 más cercano a uno de 0,63, con beta de 1,96, sin embargo al calcular la desviación estándar con los datos ajustados calculados con la ecuación de la recta, de la línea de regresión, es de 1,08% y con los datos reales es de 12,67%, lo cual una vez más ratifica la dificultad de hacer pronósticos con este sistema.

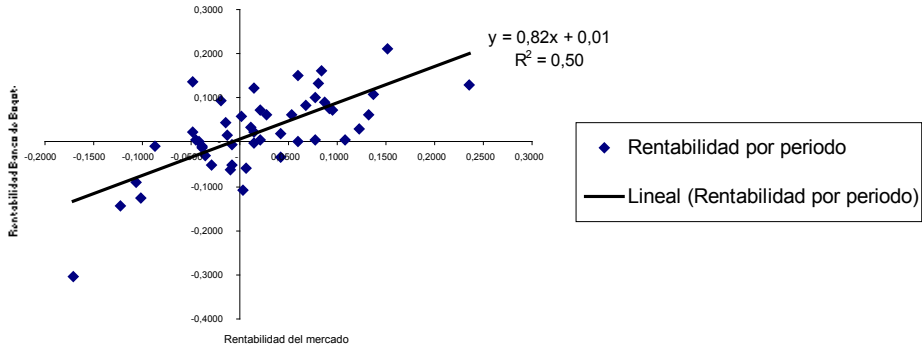
A continuación se encuentran las figuras de las regresiones de los rendimientos de las acciones y el cálculo de los betas para cada una de las empresas.

Figura B 1. Línea de regresión y beta empresa 1



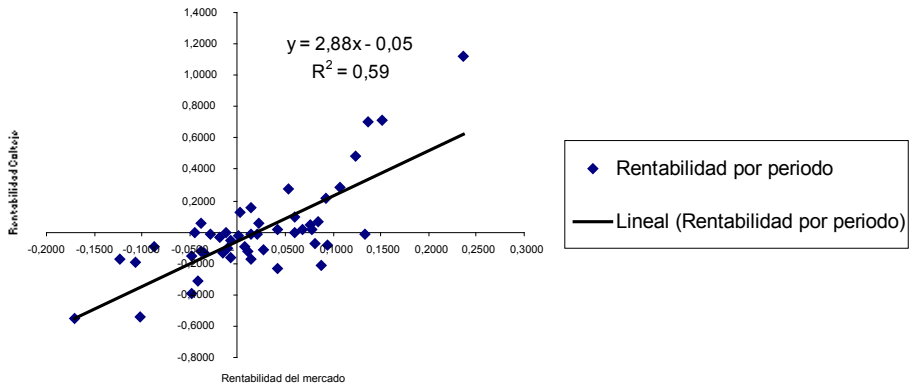
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 2. Línea de regresión y beta empresa 2



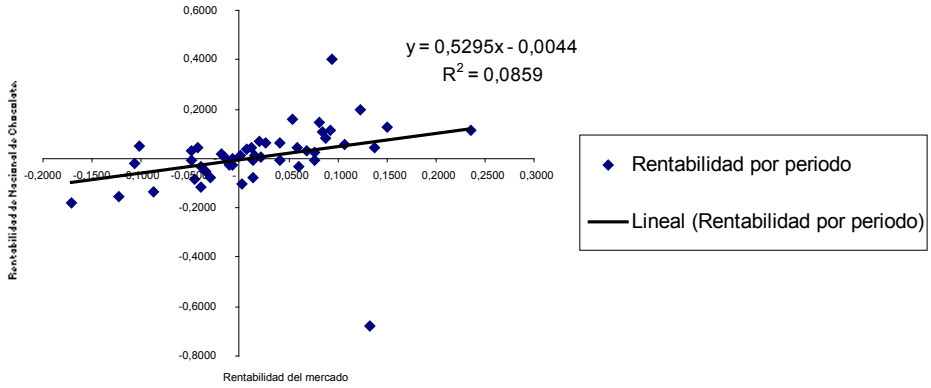
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 3



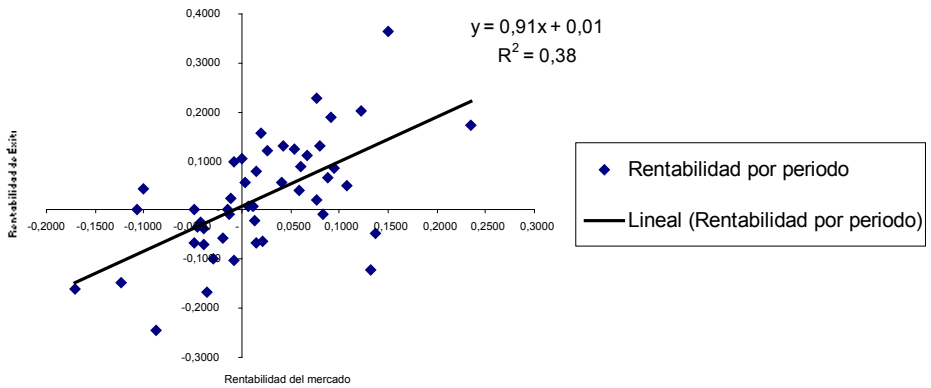
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 4



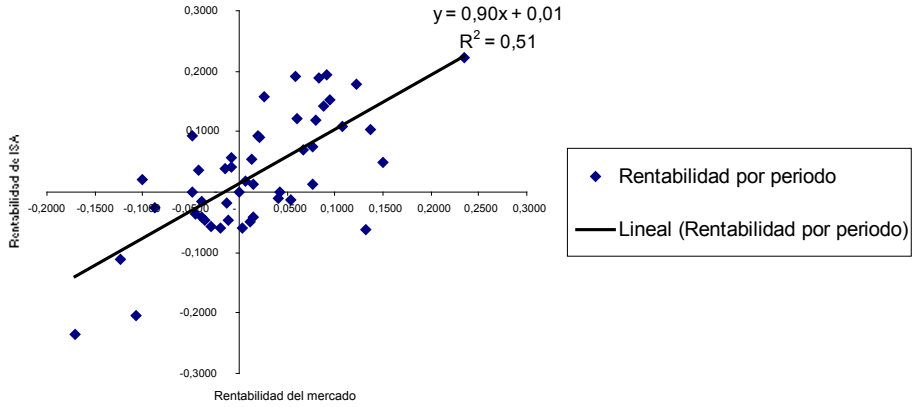
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 5



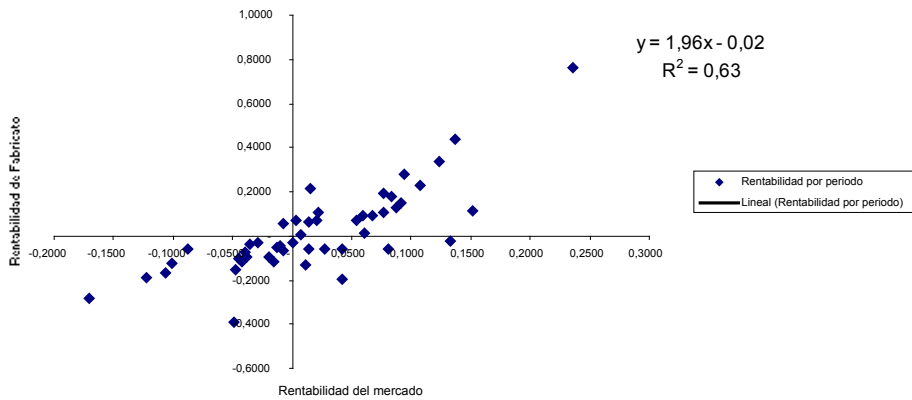
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 6



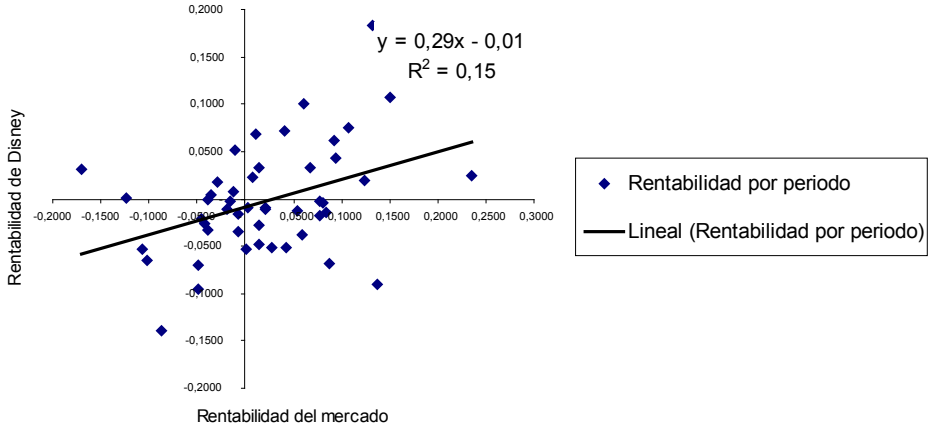
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 7



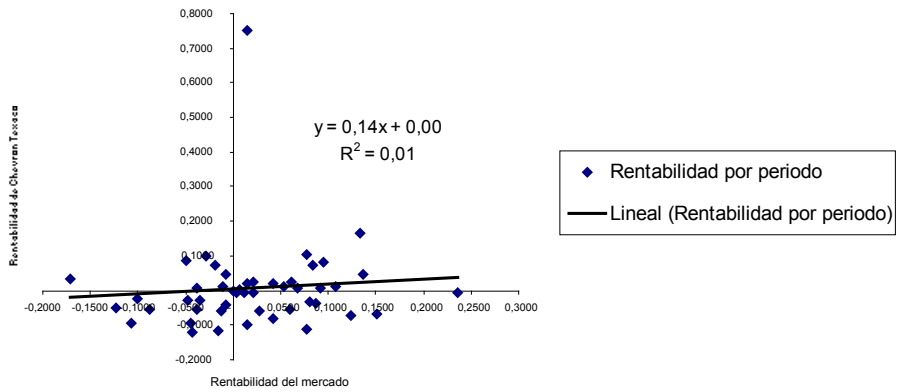
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 8



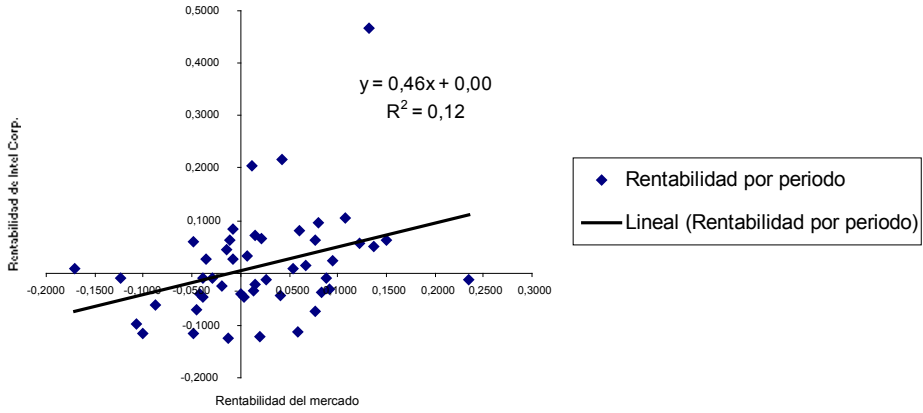
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 9



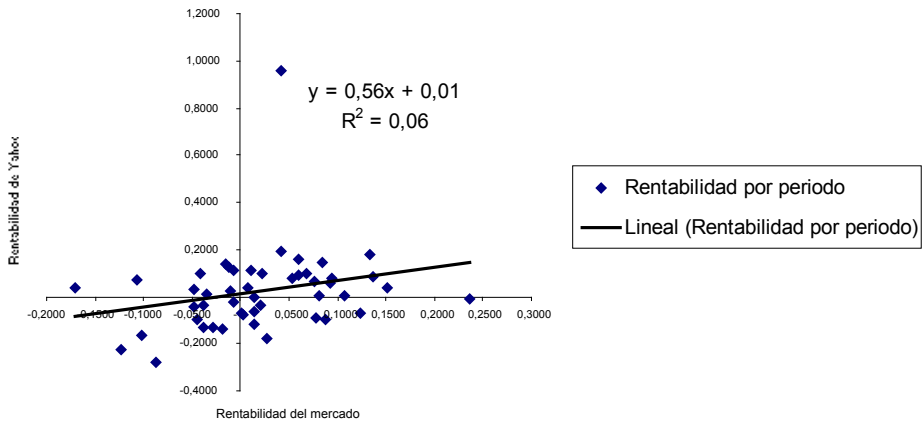
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 10



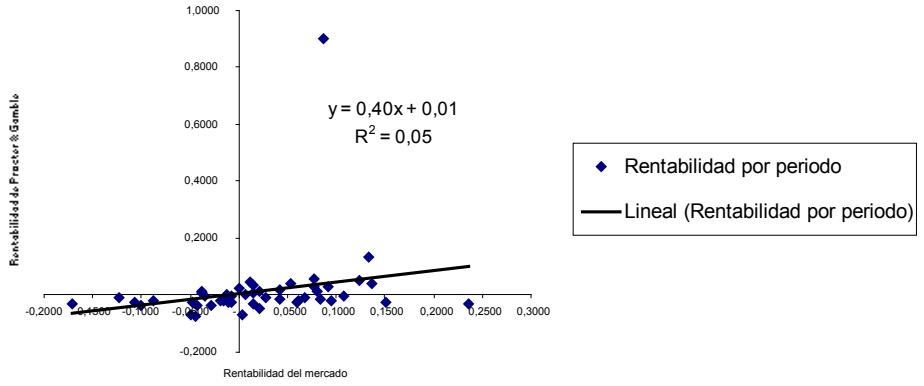
Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 11



Fuente. Elaboración propia.

Figura B 3. Línea de regresión y beta empresa 12



Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE C

JOHN COTNER Y HAROLD FLETCHER (2002)

Tabla C1. Criterios y subcriterios de riesgo

FACTORES DE RIESGO	SUBCRITERIOS
Factores de rendimiento	Nivel de ventas
	Variabilidad de las ventas
Factores Operacionales	Cantidad de costos fijos operacionales
	Apalancamiento operativo
Factores de financiamiento	Cubrimiento de intereses
	Capacidad de endeudamiento
	Composición de la deuda
Factores de gestión/propiedad	Nivel de confianza de los inversionistas en la gerencia
	Experiencia de la organización
	Control
Factores de análisis estratégico	Poder de negociación de los proveedores
	Poder de negociación de los clientes
	Amenaza de entrada de los nuevos competidores
	Amenaza de los productos sustitutos
	Rivalidad entre los competidores

Fuente. Cotner; Fletcher (2002)

APENDICE D

DEFINICION DE PRIMA DE RIESGO

Fernández y Carabias (2006) afirman lo siguiente:

El término prima de riesgo de mercado (*market risk premium*) cuesta entenderlo por que se utiliza para definir tres conceptos distintos):

1. La rentabilidad incremental que un inversor exige a las acciones por encima de la renta fija sin riesgo. Ésta es la acepción más útil porque es la que sirve para calcular la rentabilidad exigida a las acciones. Este concepto es la prima de riesgo del mercado.
2. La diferencia entre la rentabilidad histórica de la bolsa (de un índice bursátil) y la rentabilidad histórica de la renta fija. Éste es un dato histórico informativo que se denomina rentabilidad diferencial no la prima de riesgo como suele confundirse.
3. Y por último el valor esperado de la diferencia entre la rentabilidad futura de la bolsa y la rentabilidad futura de la renta fija hace referencia a la expectativa de la rentabilidad diferencial.

Una cosa es la prima de riesgo del mercado (market risk premium), otra la rentabilidad histórica de las acciones sobre la renta fija sin riesgo (rentabilidad diferencial), y otra la expectativa de la rentabilidad diferencial, es un error frecuente confundirlas.

APENDICE E

OTRAS TEORIAS DE USO COMUN QUE SE BASAN EN LAS ANTERIORES

En el siguiente cuadro se desglosan otras teorías de uso común que se basan y toman concepto de las más representativas explicadas anteriormente:

Tabla E 1. Otras teorías para el cálculo de los recursos propios

TEORIA – AUTOR	AÑO	COSTO DE LOS RECURSOS PROPIOS
Myers	1974	$K_e = K_u + (D - VTS)(K_u - K_d) / E$ (F 1)
Millar	1977	$K_e = K_u + D[K_u - K_d(1 - T)] / E$ (F 2)
Miles – Ezzell	1980	$K_e = K_u + \frac{D}{E}(K_u - K_d) \left[1 - \frac{TK_d}{1 + K_d} \right]$ (F 3)
Harris – Pringle	1985	$K_e = K_u + (D / E)(K_u - K_d)$ (F 4)
Damodaran	1994	$K_e = K_u + (D / E)(1 - T)(K_u - R_f)$ (F 5)
Fernández	2004	$K_e = K_u + (D / E)(1 - T)(K_u - R_d)$ (F6)
El método de los prácticos		$K_e = K_u + (D / E)(K_u - R_f)$ (F 7)

Fuente.Fernández (2008).

En donde:

- K_e : Costo de los recursos propios o rentabilidad exigida a las acciones.
- K_u : Rentabilidad exigida a las acciones de la empresa sin apalancar.
- K_d : Costo de la deuda.
- R_f : Tasa de interés o rentabilidad del activo libre de riesgo.
- D : Valor de la deuda.
- E : Valor del patrimonio.
- VTS : Ahorro de impuestos debido a la deuda.

Por otro lado, Vélez (2003) afirma que la mayoría de los inversionistas de las empresas que no se transan en bolsa pueden estar no diversificados, está afirmación la hace teniendo en cuenta el estudio de otros autores. Adicionalmente, menciona que unos métodos para calcular el costo de los recursos propios, capturan el riesgo total (sistemático y no sistemático), mientras otros capturan sólo el riesgo sistemático. Los métodos que incluyen el riesgo total se basan en apreciaciones subjetivas del riesgo en tanto que los que se basan en datos históricos incluyen sólo el riesgo sistemático.

Vélez (2003) dice textualmente lo siguiente:

Debemos tener en cuenta que la mayoría de los inversionistas en las empresas que no se transan en bolsa pueden no estar diversificados. Por el otro lado, que unos métodos capturan el riesgo total (sistemático y no sistemático o que se puede diversificar), mientras otros capturan sólo el riesgo sistemático. Los métodos que incluyen el riesgo total son aquellos que se basan en apreciaciones subjetivas del riesgo y aquellos que se basan en datos históricos incluyen sólo el riesgo sistemático. En términos generales podemos considerar

la siguiente relación:

El riesgo total está medido por la desviación estándar de los rendimientos y se compone del riesgo no sistemático y del sistemático.

$$\begin{aligned}\text{Riesgo total } (\sigma) &= \text{Riesgo no sistemático} + \text{riesgo sistemático} \\ &= \text{Riesgo no sistemático} + \beta(\text{Prima de riesgo de mercado})\end{aligned}$$

β (Prima de riesgo de mercado) mide sólo el riesgo sistemático (β sólo está asociada a ese riesgo sistemático) y σ es la desviación estándar de los rendimientos y mide el riesgo total.

[...]

Existe abundante evidencia que las firmas que no se transan en bolsa (en particular pequeñas empresas) tienen un riesgo adicional que debe ser considerado. Para mencionar sólo un par de estudios, citamos a McMahon and Stanger (1995) and Heaton (1998).

McMahon y Stanger (1995) dicen que la función objetivo desde el punto de vista financiero de las pequeñas empresas debe ser redefinido teniendo en cuenta varias dimensiones o variables: rentabilidad, riesgo, liquidez, diversificación, transferibilidad, flexibilidad, control y responsabilidad (accountability). Ellos reconocen que cierta rentabilidad puede ser pecuniaria y otra parte de esa rentabilidad puede ser no pecuniaria y en particular sobre el riesgo no sistemático dicen,

“[...]

there is need to comment on the nature of risk from the viewpoint of small enterprise owner-manager. Contrary to precepts of existing financial thought, there is good reason to believing both systematic and unsystematic risk are important to owner-manager of small enterprises. [...] The principal sources of unsystematic or enterprise or specific risk, which appear to require attention, and which should be made explicit in the financial objective function of a small enterprise [...].”

[...]

“In summary, the available empirical evidence on the small firm effect suggests that it exists and persists on stock exchanges around the world, and then this is so for main boards and second boards. There is some evidence which is not conclusive that the cause of small firm effect may be related to the limited availability of information on listed small enterprises, and to a lack of marketability of their shares. Hence, it is argued that ignorance and illiquidity confront investors in small enterprises with greater unique or unsystematic risk, and that they therefore expect to receive higher returns than would be predicted from the CAPM which prices only systematic risk. It is probable that the existence of transaction costs which bear more heavily on small enterprises, and which CAPM assumes away, also plays a part in accounting for the small firm effect.”

Por el otro lado, Heaton (1995) dice,

“An appraiser must also consider the impact on required return of smallness itself beyond the systematic risk captured by beta. In a study on the effect of size on required return, Banz [1981] found that returns for small companies were substantially higher, even after the adjustments for bet risk had been made. In one test, Banz created portfolios identical beta risk, and found “the average excess return from holding very small firms long and very large firms short is, on average, 1.52% per month or 19.8% on an annualized basis”.

[...]

“Because of the difficulty of estimating the cost of capital of small illiquid businesses, venture capital companies which specializes in buying and selling small illiquid businesses, will often use a discount rate of 20-50% for the cost of equity capital.”

Para mayor información se puede consultar el paper original de este autor, citado en la bibliografía.

APÉNDICE F

ENCUESTA DE RIESGOS EMPRESARIALES

De acuerdo a su experiencia y a las definiciones de cada riesgo, que se encuentran al final de la encuesta en caso de que las desee consultar, califique de 1 a 100% los siguientes riesgos dependiendo del nivel de influencia sobre las decisiones de la empresa. Entre más cercano a 100% tiene mayor importancia. La suma de los porcentajes asignados debe ser igual a 100%.

Riesgo Financiero	Riesgo Tecnológico	Riesgo Económico	Riesgo Estructura Organizacional	Riesgo Político y Social	Riesgo de la Competencia	PORCENTAJE TOTAL
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Cada grupo de riesgos están conformados por categorías, por favor califique de 1 a 100% dependiendo del nivel de influencia de cada uno de ellos sobre el riesgo al que pertenecen. La suma de los porcentajes en cada categoría debe ser igual a 100%.

Riesgo financiero

Falta de liquidez	Baja rentabilidad	Lenta recuperación de cartera	Falta de oportunidades de financiación ofrecidas por el sector financiero	Ausencia de financiación a largo plazo	PORCENTAJE TOTAL
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Riesgo Tecnológico

Disminución en las cantidades de unidades producidas	Falta de puntos de venta	Falta de capacidad instalada	Productos que no cumplen con los estándares exigidos para su venta	Número insuficiente de líneas de producción o servicios	Falta de información sobre los clientes	Falta de fidelidad de los clientes	Falta de conocimiento del entorno y el mercado	Falta de eficiencia en los procesos	Falta de publicidad	PORCENTAJE TOTAL
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Riesgo Estructura Organizacional

Imagen adquirida en el sector	Falta de normas de calidad	Cultura organizacional	Alta rotación de personal	Falta de recurso humano altamente capacitado	Falta de comunicación entre áreas	Falta de líderes	Relevo generacional (falta de planes de sucesión)	Impacto en los procesos de cambio	Falta de definición de objetivos formalizados por escrito	Huelgas	Demandas judiciales	PORCENTAJE TOTAL
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Riesgo Político y Social

Falta de confianza del inversionista	Delincuencia	Grupos armados fuera de la ley	Secuestros	Falta de vías aptas para el transporte terrestre	Falta de conexiones aéreas para el transporte de los productos	Políticas ambientales	Incapacidad de cumplir reglamentaciones legales	Tarifas impositivas	PORCENTAJE TOTAL
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Riesgo de la Competencia

Entrada de nuevas empresas	Disminución en los precios de los productos o servicios	Incapacidad de responder a las necesidades del mercado mediante el mejoramiento de los procesos	Falta de ética	Desventaja de los productos ofrecidos por la compañía frente a los demás productos del mercado	Incapacidad de reaccionar ante nuevas tendencias de negocios	Existencia de productos o servicios sustitutos	Monopolios	Disminución en la venta de los productos o servicios del sector	Aumento de los precios de la materia prima	PORCENTAJE TOTAL
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Riesgo Económico

Aranceles proteccionistas en los países donde hay intercambio	Globalización	Tratados de libre comercio	Disminución del PIB	Inflación	Devaluación	Apertura económica	PORCENTAJE TOTAL
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Definiciones:

Riesgo: El riesgo está asociado a incertidumbre. El riesgo es la probabilidad de obtener un resultado desfavorable por la exposición a un evento azaroso dado. Incertidumbre que genera una determinada actividad. Probabilidad de que se produzca una pérdida. Estas definiciones tienden a mostrar el riesgo como el peligro de incurrir en resultados no deseados y perder dinero.

Para el estudio que se está desarrollando se han definido seis grupos de riesgo:

Riesgo Financiero: El riesgo de pérdidas por la insuficiencia de recursos para el volumen de operaciones. Incertidumbre en las operaciones financieras.

Riesgo Tecnológico: El riesgo de pérdidas resultantes de una falta de adecuación o falla en los procesos o sistemas internos. Riesgo vinculado a fallas en seguridad y continuidad operativa de los procesos y sistemas informáticos. Problemas en la calidad de la información.

Riesgo Económico: Es el riesgo de obtener pérdidas producto de factores inherentes a la economía, como son la inflación, tratados internacionales, aranceles, globalización, entre otros.

Riesgo Organizacional: El riesgo de obtener pérdidas por que la cultura organizacional influye en la agilidad de los procesos y en la toma de decisiones. Por la inadecuada capacitación del personal. Errores humanos.

Riesgo Político: El riesgo de pérdidas por las decisiones externas impuestas por el gobierno o entes reguladores incluyen directamente a la empresa. Las fallas en los servicios públicos, la ocurrencia de desastres naturales, atentados y actos delictivos.

Las fallas en servicios críticos provistos por terceros.

Riesgo de la Competencia: Riesgo de pérdidas derivadas de la presencia en el mercado de empresas que prestan servicios o vendan productos afines a los de la empresa. Mayores ventajas tienen las otras empresas del sector.